

## PARTE V

# TRAUMA

### SECCIÓN 1: PREVENCIÓN

- 1.1. FACTORES DEL HUÉSPED
- 1.2. ATENUANTES DEL RIESGO

### SECCIÓN 2: DIAGNÓSTICO

### SECCIÓN 3: TRATAMIENTO

- 3.1. ANTIBIÓTICOS Y MANEJO NO OPERATORIO
- 3.2. EQUIPO QUIRÚRGICO
- 3.3. FACTORES DE RIESGO
- 3.4. FACTORES RELACIONADOS CON EL PROCEDIMIENTO
- 3.5. MANEJO DE LOS IMPLANTES
- 3.6. COBERTURA DE LA HERIDA
- 3.7. RESULTADOS



## 1.1. PREVENCIÓN: FACTORES DEL HUÉSPED

**Autores:** Carlos A. Sánchez Correa, Mustafa Citak, Carl Haasper, Niklas Unter Ecker

**PREGUNTA 1:** ¿Existe una relación entre fumar y la infección tras la osteosíntesis? ¿Es importante el antecedente de tabaquismo solo fumar actualmente? ¿El cese de la nicotina en el momento de la fractura reduce las tasas de complicaciones?

**RECOMENDACIÓN:** Fumar parece aumentar el riesgo de infección tras la osteosíntesis. Se desconoce la importancia del historial de tabaquismo versus el consumo actual de tabaco. También se desconoce si el abandono del consumo de tabaco en el momento del tratamiento de fractura reduce las tasas de complicaciones.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

Se ha visto que fumar tiene un efecto negativo en las vías fisiológicas y biológicas. Interfiere con la cascada de coagulación (los fumadores coagulan más rápido), afecta la función vascular y también interfiere con el sistema inmunológico (altera la función, la migración y la acción de los neutrófilos,) [1-5]. Incluso después de dejar de fumar, la función fagocítica de los neutrófilos continúa deteriorada. La función correcta de los monocitos y macrófagos es clave para prevenir la infección causada por *S. aureus* o *E. coli*, dos de los patógenos más comunes causantes de infección [3,4]. Fumar también afecta a las fases de proliferación y remodelación de la curación [6] al comprometer la regeneración epidérmica y la neovascularización y al disminuir la perfusión y la oxigenación [7,8].

La relación entre el tabaquismo y las complicaciones después de los procedimientos de fractura ha sido ampliamente estudiada [9,10]. La literatura disponible sugiere que fumar aumenta la incidencia general de complicaciones, incluido el riesgo de pseudoartrosis e infecciones del sitio quirúrgico (ISQ) [9-14]. Aunque el retraso de consolidación no es consistente en todos los estudios, muchos autores continúan investigando esta relación.

Algunos estudios disponibles no han encontrado que fumar sea un factor de riesgo definitivo para la infección [9-14]. Un estudio de casos y controles que comparó 140 pacientes fumadores y 133 no fumadores con fracturas abiertas de tibia sugirió que la infección podría ser multifactorial y no estar relacionada con un solo evento [11]. Un estudio prospectivo de cohorte diferente que evaluó a pacientes con fracturas abiertas de tibia severas con riesgo para el miembro mostró que los fumadores actuales tenían el doble de probabilidades de desarrollar una infección en comparación con los no fumadores (*odds ratio* (OR) 2,2;  $p = 0,05$ ) [12]. Ese mismo estudio observó que los fumadores crónicos, en comparación con los no fumadores, no mostraron ninguna diferencia en términos de riesgo de infección (OR 1,00;  $p = 0,99$ ). Court-Brown *et al.* evaluaron 178 pacientes que se sometieron a una fijación después de fracturas de calcáneo [15]. Evaluaron los factores asociados con la infección, incluido el tiempo hasta la cirugía, el nivel de experiencia del equipo, el hábito de fumar y el tipo de cierre de la herida. Ninguno de estos se mostró asociado con la infección. Un ensayo de control aleatorizado asignó a

105 fumadores con una fractura que requirió tratamiento quirúrgico a un grupo que dejó de fumar ( $n = 50$ ) o un grupo que no fumaba ( $n = 55$ ) [16]. Encontraron que las probabilidades de presentarse con una complicación (la infección superficial es la más común) fueron 2,51 veces más altas en el grupo que continuó fumando en comparación con para quienes dejaron de fumar, aunque esto no alcanzó significación estadística. Con hallazgos similares, una revisión sistemática reciente encontró que no hubo un mayor riesgo en los fumadores, ya sea por infección superficial o profunda ( $p = 0,13$  y  $p = 0,33$ , respectivamente) [14]. En cuanto a la infección profunda, los estudios retrospectivos han evaluado el enclavamiento intramedular de las fracturas del eje de la tibia [17], la reducción abierta y la fijación interna (RAFI) de las fracturas de pilón [18] y la RAFI de las fracturas acetabulares [19]. Estos concluyeron que no hay una significación estadística relacionada con el tabaquismo y el aumento de las tasas de infección. El estudio más reciente publicado también mostró que no hubo un aumento estadísticamente significativo del riesgo de infección en relación con el hábito de fumar ( $p = 0,45$ ) [20].

También hay evidencia en sentido contrario, que sugiere que fumar claramente aumenta el riesgo de infección tras osteosíntesis. Nasell *et al.* [13] evaluaron 906 pacientes con fracturas de tobillo que desarrollaron infecciones de heridas profundas. Informaron que estos eran más propensos a ser fumadores que no fumadores (4,9% versus 0,8%;  $p < 0,001$ ). Llegaron a la conclusión de que fumar era un factor de riesgo asociado con infecciones de heridas profundas y superficiales (OR 6,0 y 1,7, respectivamente). Morris *et al.* [21] publicaron un estudio de cohorte retrospectivo que incluyó 302 fracturas de meseta tibia bicondíleas tratadas con RAFI. El tabaquismo se identificó como el factor de riesgo más importante para una infección profunda (OR 2,40;  $p = 0,02$ ). Ese mismo año Ovaska *et al.* [22] publicaron un estudio de cohorte prospectivo que incluyó 1,923 cirugías de tobillo con 131 infecciones profundas en el sitio quirúrgico. Se observó que fumar era estadísticamente significativo en relación con la infección en los análisis univariados (OR 4,0;  $p = 0,004$ ) y multivariados (OR 4,1;  $p = 0,017$ ).

Dos estudios adicionales evaluaron las complicaciones relacionadas con el hábito de fumar en las fracturas de miembros inferiores.

Uno consistió en un estudio de cohorte retrospectivo que incluyó a 519 pacientes con fracturas de tibia distal [23]. Fumar se asoció con complicaciones generales, incluida la infección (OR 3,40;  $p = 0,039$ ). El segundo evaluó las complicaciones postoperatorias de 30 días después de la fijación de la fractura de tobillo en un estudio de cohorte prospectivo [24]. Llegaron a la conclusión de que entre los factores predictores de complicaciones locales importantes (infección profunda de la herida y reoperación), la enfermedad vascular periférica, la herida abierta, la clasificación de la herida como contaminada y el tabaquismo (OR 2,85;  $p = 0,0031$ ) fueron los más fuertes. La evidencia de los últimos dos años revela que fumar es un factor de riesgo independiente para infección de la herida, tal como se presentó en un estudio retrospectivo que trató 1.320 fracturas de codo [25] y un estudio de casos y controles de 318 fracturas de calcáneo [26]. En el primer estudio, solo se encontró que fumar tenía una asociación con la infección después del análisis multivariado (OR ajustado = 2,2;  $p = 0,023$ ); el segundo estudio reveló que un mayor índice de masa corporal, retraso en el funcionamiento y tabaquismo activo (OR 19,497,  $p < 0,001$ ) representó un mayor riesgo de infección de la herida después de RAFI.

A pesar de la evidencia contradictoria que se encuentra en la literatura, el hábito de fumar parece tener un efecto negativo en las complicaciones y la salud en general y podría potencialmente aumentar el riesgo de infección. Está bien establecido que fumar tiene un efecto perjudicial sobre la curación de tejidos y las vías celulares. No obstante, la literatura actual carece de evidencia de alto nivel para establecer una relación directa entre estos dos factores. La recomendación proporcionada aquí no es concluyente.

## REFERENCIAS

- [1] Wannamethee SG, Lowe GDO, Shaper AG, Rumley A, Lennon L, Whincup PH. Associations between cigarette smoking, pipe/cigar smoking, and smoking cessation, and haemostatic and inflammatory markers for cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2005;26:1765-1773. doi:10.1093/eurheartj/ehi183.
- [2] Casey RG, Joyce M, Roche-Nagle G, Cox D, Bouchier-Hayes DJ. Young male smokers have altered platelets and endothelium that precedes atherosclerosis. *J Surg Res*. 2004;116:227-233. doi:10.1016/S0022-4804(03)00343-3.
- [3] Zappacosta B, Martorana GE, Papini S, Gervasoni J, Iavarone F, Fasanella S, et al. Morpho-functional modifications of human neutrophils induced by aqueous cigarette smoke extract: comparison with chemiluminescence activity. *Luminescence*. 2011;26:331-335. doi:10.1002/bio.1233.
- [4] Stringer K, Tobias M, O'Neill HC, Franklin CC. Cigarette smoke extract-induced suppression of caspase-3-like activity impairs human neutrophil phagocytosis. *Am J Physiol Lung Cell Mole Physiol*. 2007;292:L1572-L1579. doi:10.1152/ajplung.00325.2006.
- [5] Centers for Disease Control and Prevention (US), National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (US), Office on Smoking and Health (US). How tobacco smoke causes disease: the biology and behavioral basis for smoking-attributable disease: a report of the surgeon general. 2010.
- [6] Wong LS, Martins-Green M. Firsthand cigarette smoke alters fibroblast migration and survival: implications for impaired healing. *Wound Repair Regen*. 2004;12:471-484. doi:10.1111/j.1067-1927.2004.12403.x.
- [7] Sørensen LT, Jørgensen S, Petersen LJ, Hemmingsen U, Bülow J, Loft S, et al. Acute effects of nicotine and smoking on blood flow, tissue oxygen, and aerobic metabolism of the skin and subcutis. *J Surg Res*. 2009;152:224-230. doi:10.1016/j.jss.2008.02.066.
- [8] Sørensen LT. Wound healing and infection in surgery: the pathophysiological impact of smoking, smoking cessation, and nicotine replacement therapy: a systematic review. *Ann Surg*. 2012;255:1069-1079. doi:10.1097/SLA.0b013e31824f632d.
- [9] Fang C, Wong TM, Lau TW, To KKW, Wong SSY, Leung F. Infection after fracture osteosynthesis - part I: pathogenesis, diagnosis and classification. *J Orthop Surg*. 2017;25:1-13. doi:10.1177/2309499017692712.
- [10] Sloan A, Hussain I, Maqsood M, Eremin O, El-Sheemy M. The effects of smoking on fracture healing. *Surgeon*. 2010;8:111-116. doi:10.1016/j.surge.2009.10.014.
- [11] Adams CI, Keating JF, Court-Brown CM. Cigarette smoking and open tibial fractures. *Injury*. 2001;32:61-65. doi:10.1016/S0020-1383(00)00121-2.
- [12] Castillo RC, Bosse MJ, MacKenzie EJ, Patterson BM, Burgess AR, Jones AL, et al. Impact of smoking on fracture healing and risk of complications in limb-threatening open tibia fractures. *J Orthop Trauma*. 2005;19:151-157. doi:10.1097/00005131-200503000-00001.
- [13] Näsell H, Ott osson C, Törnqvist H, Lindé J, Ponzer S. The impact of smoking on complications after operatively treated ankle fractures—a followup study of 906 patients. *J Orthop Trauma*. 2011;25:748-755. doi:10.1097/BOT.0b013e318213f217.
- [14] Scolaro JA, Schenker ML, Yannascoli S, Baldwin K, Mehta S, Ahn J. Cigarette smoking increases complications following fracture: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96:674-681. doi:10.2106/JBJS.M.00081.
- [15] Court-Brown CM, Schmidt M, Schutt e BG. Factors affecting infection after calcaneal fracture fixation. *Injury*. 2009;40:1313-1315. doi:10.1016/j.injury.2009.03.044.
- [16] Näsell H, Adami J, Samnegård E, Tønnesen H, Ponzer S. Effect of smoking cessation intervention on results of acute fracture surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:1335-1342. doi:10.2106/JBJS.I.00627.
- [17] Metsmakers WJ, Handoyo K, Reynders P, Sermon A, Vanderschot P, Nijs S. Individual risk factors for deep infection and compromised fracture healing after intramedullary nailing of tibial shaft fractures: a single centre experience of 480 patients. *Injury*. 2015;46:740-745. doi:10.1016/j.injury.2014.12.018.
- [18] Molina CS, Stinner DJ, Frasca AR, Evans JM. Risk factors of deep infection in operatively treated pilon fractures (AO/OTA: 43). *J Orthop*. 2015;12:S7-S13. doi:10.1016/j.jor.2015.01.026.
- [19] Li Q, Liu P, Wang G, Yang Y, Dong J, Wang Y, et al. Risk factors of surgical site infection after acetabular fracture surgery. *Surg Infect (Larchmt)*. 2015;16:577-582. doi:10.1089/sur.2014.134.
- [20] Sun Y, Wang H, Tang Y, Zhao H, Qin S, Xu L, et al. Incidence and risk factors for surgical site infection after open reduction and internal fixation of ankle fracture. *Medicine*. 2018;97:e9901. doi:10.1097/MD.00000000000009901.
- [21] Morris BJ, Unger RZ, Archer KR, Mathis SL, Perdue AM, Obremskey WT. Risk factors of infection after ORIF of bicondylar tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*. 2013;27:e196-e200. doi:10.1097/BOT.0b013e318284704e.
- [22] 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;44:1002-1006. doi:10.1016/j.injury.2013.02.027.
- [23] Ren T, Ding L, Xue F, He Z, Xiao H. Risk factors for surgical site infection of pilon fractures. *Clinics*. 2015;70:419-422. doi:10.6061/clinics/2015(06)06.
- [24] Belmont PJJ, Davey S, Rensing N, Bader JO, Waterman BR, Orr JD. 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;29:476-482. doi:10.1097/BOT.0000000000000328.
- [25] Claessen FMAP, Braun Y, van Leeuwen WF, Dyer GS, van den Bekerom MPJ, Ring D. What factors are associated with a surgical site infection after operative treatment of an elbow fracture? *Clin Orthop Relat Res*. 2016;474:562-570. doi:10.1007/s11999-015-4523-3.
- [26] Su J, Cao X. Risk factors of wound infection after open reduction and internal fixation of calcaneal fractures. *Medicine*. 2017;96:e8411. doi:10.1097/MD.0000000000008411.



Autores: Kazuhiko Matsushita, Paul Stangl

## PREGUNTA 2: ¿Cuál es el papel de los suplementos nutricionales (SN) para evitar la infección en los casos de fractura aguda?

**RECOMENDACIÓN:** (1) La evidencia no respalda el papel de la SN para evitar infecciones en personas bien nutridas. (2) Sin embargo, la literatura ha establecido que en pacientes con una deficiencia nutricional o en un estado catabólico, la restauración de los parámetros nutricionales podría reducir el riesgo de infección.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** (1) Limitado, (2) Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

La evidencia en la literatura disponible demuestra que la desnutrición es un problema clínico y de salud pública importante. Varios ensayos clínicos presentan la SN como un esfuerzo mundial en medicina, con aplicaciones en diferentes especialidades para mejorar el estado general de los pacientes con desnutrición o estrés metabólico secundario a un traumatismo o infección y para modular la respuesta inflamatoria y potencialmente mitigar los resultados negativos.

Si bien hay resultados controvertidos, a pesar de varios estudios con evidencia de nivel I, ambos apoyan y refutan esta iniciativa [1-7]. La literatura ha mostrado ciertas indicaciones para la prescripción de SN en cirugía, más recientemente defendida por la guía de la Sociedad Europea de Nutrición Clínica y Metabolismo (ESPEN) en 2017 [2]. Hay dos metanálisis publicados sobre el efecto de la SN oral perioperatorio en pacientes ancianos después de la cirugía de cadera. Los primeros 10 ensayos controlados aleatorios (ECA) que incluyeron a 986 pacientes ancianos, mostraron que la SN oral tuvo un efecto positivo en la proteína sérica total ( $p < 0,00001$ ) y condujo a un número significativamente menor de complicaciones ( $p = 0,0005$ ). Además, los datos de los subgrupos de infección mostraron disminuciones significativas en la infección de la herida (odds ratio (OR) = 0,17; 95% intervalo de confianza (IC): 0,04, 0,79;  $p = 0,02$ ), infección respiratoria (OR = 0,26; 95% IC: 0,07, 0,94;  $p = 0,04$ ), e infección del tracto urinario (OR = 0,22; IC 95%: 0,05, 0,90;  $p = 0,03$ ) [6]. El segundo agrupó los resultados de 11 ECA (suplementos multinutrientes, orales, nasogástricos e intravenosos), con un grupo de SN de 370 personas mayores controladas con un grupo de 357 pacientes de edad avanzada, sin SN. Este estudio demostró una reducción en las tasas de complicaciones (p. ej., Úlceras por presión, infección torácica) a los 1 a 12 meses en el grupo de SN (123/370 versus 157/367; riesgo relativo (RR) 0,71; IC del 95%: 0,59 a 0,86) [7], pero no en las tasas de infección del sitio quirúrgico (ISQ). Sin embargo, el uso de SN en una población anciana con fracturas agudas sigue siendo controvertido y la prescripción se reserva para pacientes mal alimentados o desnutridos en un intento por reducir las complicaciones durante la hospitalización [2,6]. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y ESPEN, la desnutrición se considera cuando un paciente tiene una pérdida de peso del 10-15% dentro de los seis meses, el 5% en tres meses y/o tiene un índice de masa corporal (IMC) inferior a 18,5 kg/m<sup>2</sup>. Existen parámetros hematológicos evaluados en toda la literatura, como una proporción de albúmina/globulina en suero inferior a 1,5 (rango normal), albúmina inferior a 3,0 g/dl, recuento de linfocitos por debajo de 1.500 células/mm<sup>3</sup> y una proporción de linfocitos/monocitos inferiores a cinco que permite la detección selectiva de sospechas de malnutrición [3,5,8-10]. Este es un tema especial de interés en pacientes con fracturas, debido a que aproximadamente el 50% de los pacientes con infecciones ortopédicas tenían algún grado de desnutrición e inmunosupresión independientemente de la edad [3].

La evidencia que favorece a la SN ha revelado que la suplementación que contiene proteínas podría producir efectos beneficiosos al reducir el riesgo de infección en pacientes con fracturas y deficiencias nutricionales, independientemente de la edad [2,4,5,11]. En un ensayo clínico de 2012, Myint *et al.* describe diferencias significativas en el IMC comparando el brazo de suplementación con un grupo de control [4]. Además, la SN también evita la pérdida de peso durante una estancia hospitalaria prolongada, lo que mejora el estado general de los músculos y la fuerza muscular, lo que podría reducir los períodos de hospitalización y, por lo tanto, reducir la exposición a los microorganismos nosocomiales [7,12]. Long *et al.* informaron que los pacientes con mal estado nutricional y con infecciones pierden una mayor cantidad de proteínas durante los estados postoperatorios a través de la orina [13]. Además, un estado nutricional alterado refleja un estado fisiológico empobrecido que afecta a la inmunidad humoral y/o celular, lo que limita una respuesta efectiva a la infección [3]. Estos hallazgos podrían explicar por qué la administración enteral temprana de SN reduce el riesgo de *shock* séptico con un proceso infeccioso activo [12]. La SN también parece prevenir largos períodos de delirio, que a su vez se asocia con una mayor tasa de mortalidad [14].

A pesar de la evidencia previa, también hay literatura disponible contra el uso de SN [7,12,15]. Por ejemplo, la administración de SN inmediatamente antes de la intervención quirúrgica no parece tener un efecto importante, ya que no puede cambiar eficazmente los marcadores de nutrición como la albúmina o la transferrina [8]. Sin embargo, en un ensayo clínico de 2012, Gunnarsson *et al.* informó sobre la utilidad de monitorizar el factor de crecimiento tipo insulina 1 para evaluar la respuesta del soporte nutricional a corto plazo [9]. Algunos estudios informan que la SN debe usarse con precaución, considerando fenómenos metabólicos como el síndrome de realimentación, una condición asociada con la SN rápida en pacientes con desnutrición severa. En este caso, un aumento repentino en la insulina estimula la hipofosfatemia y produce una disminución del trifosfato de adenosina extracelular (ATP) y de 2-3 difosfogliceratos en los eritrocitos que producen arritmia, insuficiencia respiratoria y alteraciones hematológicas. La prevención, el control y la dosis adecuada son claves para el éxito de la prevención de dicha complicación [16-18].

Los suplementos nutricionales estándar que contienen arginina, ácidos grasos omega-3, glutamina y otros componentes (inmunonutrición) tienen evidencia de nivel I que respalda su uso para evitar la infección después de la resección colorrectal [1]. Otro metaanálisis (ocho ECA y dos estudios observacionales) mostró que las fórmulas con múltiples nutrientes mejorados demuestran un beneficio en la reducción del riesgo de ISQ en comparación con el estándar de SN (evidencia de muy baja calidad) [19]. La población estudiada incluyó

pacientes adultos sometidos a procedimientos quirúrgicos mayores (principalmente pacientes con cáncer y cardíacos). Los procedimientos quirúrgicos ortopédicos, sin embargo, no se incluyeron en este metanálisis.

En conclusión, estos resultados sugieren que la SN puede tener efectos positivos para evitar la infección de la herida y otras complicaciones infecciosas (infección respiratoria, infección del tracto urinario) solo en pacientes ancianos después de la cirugía de cadera. Existen varias limitaciones en la literatura actual con respecto a la recomendación de SN en fracturas agudas para cada paciente. Sería necesario realizar más investigaciones para investigar el papel de la inmunonutrición en ortopedia, especialmente con respecto a las fracturas.

## REFERENCIAS

- [1] Moya P, Soriano-Irigaray L, Ramirez JM, Garcea A, Blasco O, Blanco FJ, et al. Perioperative standard oral nutrition supplements versus immunonutrition in patients undergoing colorectal resection in an enhanced recovery (ERAS) protocol: a multicenter randomized clinical trial (SONVI Study). *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e3704. doi:10.1097/MD.0000000000003704.
- [2] Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hübner M, Klek S, et al. ESPEN guideline: clinical nutrition in surgery. *Clin Nutr*. 2017;36:623-650. doi:10.1016/j.clnu.2017.02.013.
- [3] Moon MS, Kim SS, Lee SY, Jeon DJ, Yoon MG, Kim SS, et al. Preoperative nutritional status of the surgical patients in Jeju. *Clin Orthop Surg*. 2014;6:350-357. doi:10.4055/cios.2014.6.3.350.
- [4] Myint MWW, Wu J, Wong E, Chan SP, To TSJ, Chau MWR, et al. Clinical benefits of oral nutritional supplementation for elderly hip fracture patients: a single blind randomised controlled trial. *Age Ageing*. 2013;42:39-45. doi:10.1093/ageing/afso78.
- [5] Hogarth MB, Marshall P, Lovat LB, Palmer AJ, Frost CG, Fletcher AE, et al. Nutritional supplementation in elderly medical in-patients: a double-blind placebo-controlled trial. *Age Ageing*. 1996;25:453-457.
- [6] Liu M, Yang J, Yu X, Huang X, Vaidya S, Huang F, et al. The role of perioperative oral nutritional supplementation in elderly patients after hip surgery. *Clin Interv Aging*. 2015;10:849-858. doi:10.2147/CIA.S74951.
- [7] Avenell A, Smith TO, Curtain JP, Mak JC, Myint PK. Nutritional supplementation for hip fracture aftercare in older people. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;11:CD001880. doi:10.1002/14651858.CD001880.pub6.
- [8] Puskarich CL, Nelson CL, Nusbickel FR, Stroope HF. The use of two nutritional indicators in identifying long bone fracture patients who do and do not develop infections. *J Orthop Res*. 1990;8:799-803. doi:10.1002/jor.1100080604.
- [9] Gunnarsson A-K, Akerfeldt T, Larsson S, Gunningberg L. Increased energy intake in hip fracture patients affects nutritional biochemical markers. *Scand J Surg*. 2012;101:204-210. doi:10.1177/145749691210100311.
- [10] Hedström M, Gröndal L, Ortquist A, Dalén N, Ahl T. Serum albumin and deep infection in femoral neck fractures. A study of 437 cases followed for one year. *Int Orthop*. 1998;22:182-184.
- [11] Hirose K, Hirose M, Tanaka K, Kawahito S, Tamaki T, Oshita S. Perioperative management of severe anorexia nervosa. *Br J Anaesth*. 2014;112:246-254. doi:10.1093/bja/aet415.
- [12] Bruce D, Laurance I, McGuinness M, Ridley M, Goldswain P. Nutritional supplements after hip fracture: poor compliance limits effectiveness. *Clin Nutr*. 2003;22:497-500.
- [13] Long CL, Schaffell N, Geiger JW, Schiller WR, Blakemore WS. Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1979;3:452-456. doi:10.1177/014860717900300609.
- [14] Guo Y, Jia P, Zhang J, Wang X, Jiang H, Jiang W. Prevalence and risk factors of postoperative delirium in elderly hip fracture patients. *J Int Med Res*. 2016;44:317-327. doi:10.1177/0300060515624936.
- [15] Tidermark J, Ponzer S, Carlsson P, Söderqvist A, Brismar K, Tengstrand B, et al. Effects of protein-rich supplementation and nandrolone in lean elderly women with femoral neck fractures. *Clin Nutr*. 2004;23:587-596. doi:10.1016/j.clnu.2003.10.006.
- [16] Windpessl M, Mayrbaur B, Baldinger C, Tiefenthaler G, Prischl FC, Wallner M, et al. Refeeding syndrome in oncology: report of four cases. *World J Oncol*. 2017;8:25-29. doi:10.14740/wjom1007w.
- [17] Fan CG, Ren JA, Wang XB, Li JS. Refeeding syndrome in patients with gastrointestinal fistula. *Nutrition*. 2004;20:346-350. doi:10.1016/j.nut.2003.12.005.
- [18] O'Connor G, Nicholls D. Refeeding hypophosphatemia in adolescents with anorexia nervosa: a systematic review. *Nutr Clin Pract*. 2013;28:358-364. doi:10.1177/0884533613476892.
- [19] Leaper DJ, Edmiston CE. World Health Organization: global guidelines for the prevention of surgical site infection. *J Hosp Infect*. 2017;95:135-136. doi:10.1016/j.jhin.2016.12.016.



**Autor:** Stephen Kates

## PREGUNTA 3: ¿El riesgo de neumonía preoperatoria/infecciones urinarias (ITU)/úlceras tróficas aumenta el riesgo de infección articular periprotésica/infección del sitio quirúrgico (IAP/ISQ) en pacientes con fractura de cuello femoral tratados con artroplastia parcial/total de cadera (AT)?

**RECOMENDACIÓN:** Existe una escasez de publicaciones que examinen si la neumonía/ITU/úlcera trófica aumenta el riesgo de ISQ/IAP en pacientes con fractura de cuello femoral tratados con hemiarthroplastia o ATC.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 91%; en desacuerdo: 0%; abstención: 9% (gran mayoría, consenso).

## JUSTIFICACIÓN

La infección después de una fractura del cuello femoral tratada con hemiarthroplastia/ATC es un problema poco frecuente pero devastador. La literatura actual cita un riesgo de 1,7 a 7,3% de ISQ después de la hemiarthroplastia por fractura del cuello femoral [1]. Los factores de riesgo comúnmente citados para IAP/ISQ después de la hemiarthroplastia para la fractura del cuello femoral incluyen un Índice de Masa Corporal (IMC) más alto, tiempo de cirugía prolongado, elevación preoperatoria en los niveles de proteína C reactiva (PCR), nivel de experiencia del cirujano, reoperación y formación de hematoma [2,3]. En los pacientes sometidos a artroplastia total primaria de la articulación, se demostró que la neumonía, las infecciones urinarias

y la ulceración de la piel son factores predisponentes para el desarrollo de IAP [4-8].

Sin embargo, sigue habiendo una falta de publicaciones que examinen específicamente el riesgo de IAP/ISQ relacionado con la presencia preoperatoria de neumonía, IU o ulceración de la piel en pacientes con fractura de cuello femoral tratados con hemiarthroplastia o ATC. Un pequeño estudio prospectivo demostró que la IU preoperatoria era un factor de riesgo importante para la infección (*odds ratio* = 10; *p* = 0,04) [9]. Una revisión sistemática de la literatura indicó que dos o más cateterizaciones del tracto urinario durante la hospitalización se identificaron como un factor de riesgo para la

ISQ [1]. Después de una investigación exhaustiva, no pudimos encontrar ninguna evidencia existente de una asociación entre neumonía preoperatoria o úlceras tróficas con el desarrollo de IAP/ISQ después de hemiartroplastia o reemplazo total de cadera para fracturas del cuello femoral.

En resumen, existe poca o ninguna evidencia que sugiera que las neumonías preoperatorias/ITU/úlceras tróficas aumenten el riesgo de IAP/ISQ en pacientes con fractura de cuello femoral tratados con hemiartroplastia o ATC. La poca evidencia disponible es de baja calidad y sugiere que la infección urinaria preoperatoria aumenta las probabilidades de IAP después de la hemiartroplastia. Estudios de mayor calidad y mayor escala son necesarios en este subgrupo poblacional para hacer conclusiones válidas sobre esta posible relación.

## REFERENCIAS

- [1] Noailles T, Brulefert K, Chalopin A, Longis PM, Gouin F. What are the risk factors for post-operative infection after hip hemiarthroplasty? Systematic review of literature. *Int Orthop*. 2016;40:1843-1848. doi:10.1007/s00264-015-3033-y.
- [2] de Jong L, Klem TM a. L, Kuijper TM, Roukema GR. Factors affecting the rate of surgical site infection in patients after hemiarthroplasty of the hip following a fracture of the neck of the femur. *Bone Joint J*. 2017;99-B:1088-1094. doi:10.1302/0301-620X.99B8.BJJ-2016-1119.R1.
- [3] Zajonz D, Brand A, Lycke C, Ozkurtul O, Theopold J, Spiegel UJA, et al. Risk factors for early infection following hemiarthroplasty in elderly patients with a femoral neck fracture. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018. doi:10.1007/s00068-018-0909-8.
- [4] Pulido L, Ghanem E, Joshi A, Purtill JJ, Parvizi J. Periprosthetic joint infection: the incidence, timing, and predisposing factors. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:1710-1715. doi:10.1007/s11999-008-0209-4.
- [5] Barbari EF, Hanssen AD, Duffy MC, Steckelberg JM, Ilstrup DM, Harmsen WS, et al. Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study. *Clin Infect Dis*. 1998;27:1247-1254.
- [6] Song KH, Kim ES, Kim YK, Jin HY, Jeong SY, Kwak YG, et al. Differences in the risk factors for surgical site infection between total hip arthroplasty and total knee arthroplasty in the Korean Nosocomial Infections Surveillance System (KONIS). *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2012;33:1086-1093. doi:10.1086/668020.
- [7] Minnema B, Vearncombe M, Augustin A, Gollish J, Simor AE. Risk factors for surgical-site infection following primary total knee arthroplasty. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2004;25:477-480. doi:10.1086/502425.
- [8] Tande A, Asante D, Sangaralingham L, Osmon D, Heien H, Mabry T, et al. Risk factors for early hip or knee prosthetic joint infection (PJI): analysis of a nationwide American insurance claims dataset. *Open Forum Infect Dis*. 2017;4:55. doi:10.1093/ofid/ofx162.011.
- [9] Westberg M, Snorrason F, Frihagen F. Preoperative waiting time increased the risk of periprosthetic infection in patients with femoral neck fracture. *Acta Orthop*. 2013;84:124-129. doi:10.3109/17453674.2013.775044.



**Autores:** Mauro José Costa Salles, Mario Morgenstern, William T. Obremskey

## PREGUNTA 4: ¿Hay factores de riesgo específicos de microorganismos para la infección aguda en pacientes traumatizados (por ejemplo, un portador nasal de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina, o SARM), aumenta el riesgo de infección por SARM después de un trauma?

**RECOMENDACIÓN:** La evidencia actual de un mayor riesgo de infección se basa en varios factores de riesgo, entre ellos la colonización por SARM, la presencia de un fijador externo, la ubicación anatómica de la cirugía y las fracturas abiertas graves. En estas situaciones, se podrían considerar modificaciones en la profilaxis antibiótica.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

## JUSTIFICACIÓN

La colonización por SARM en las fosas nasales, la axila y otros sitios del cuerpo se ha asociado con un mayor riesgo de infección del sitio quirúrgico por SARM (ISQ) (cardiopatías y artroplastias) [1]. Se ha demostrado que la descolonización tópica nasal, junto con la profilaxis antibiótica sistémica, reduce el riesgo de infecciones articulares periprotésicas (IAP) por SARM [2]. En un metaanálisis publicado por Schweizer *et al.* una intervención de paquete que consistía en descolonización nasal y profilaxis con glicopéptidos mostró un efecto protector significativo contra el IAP por SARM y la infección quirúrgica cardíaca cuando todos los pacientes fueron descolonizados (0,40, 0,29 a 0,55) y cuando solo los portadores de *S. aureus* se sometieron a descolonización (0,36, 0,22 a 0,57).

Debido a que solo tres ensayos clínicos aleatorios (ECA) evaluaron el riesgo asociado con la artroplastia total, también se incluyen en la revisión siete estudios que evaluaron la descolonización nasal para cirugías ortopédicas generales. La mayoría de los regímenes de descolonización utilizaron pomada de mupirocina en las fosas nasales anteriores. Además, siete estudios evaluaron este tratamiento solo para pacientes colonizados con SARM y encontraron un efecto protector significativo contra las ISQ con bacterias grampositivas (0,41 a 0,30 a 0,56) [3]. Por lo tanto, existe una fuerte recomendación de realizar una descolonización nasal en aquellos pacientes que se

sabe que tienen un alto riesgo de IAP por SARM. Sin embargo, aún no se ha investigado la colonización nasal con SARM como un factor de riesgo independiente para la infección por este microorganismo después de un traumatismo ortopédico y fracturas. Taormina *et al.* evaluaron prospectivamente si los pacientes con traumatismo que cursaban con pseudoartrosis y que están colonizados con *S. aureus* nasal (SARM o *S. aureus* susceptible a la meticilina (SASM)) tendrían un mayor riesgo de complicaciones después de las cirugías, y si esto predijera cultivos intraoperatorios positivos. El estudio no pudo demostrar una asociación entre SARM o pacientes colonizados por SASM que están siendo tratados por pseudoartrosis de la fractura de huesos largos con complicaciones infecciosas postoperatorias. No hubo diferencia significativa en la positividad del cultivo quirúrgico o especiación entre pacientes colonizados o no colonizados [4]. Por otro lado, en un estudio prospectivo de 7 años no aleatorizado en Japón, Nakamura *et al.* examinó el papel del frotis nasal preoperatorio para *S. aureus* en pacientes que se sometieron a varios tipos de cirugías ortopédicas. Ciento cuarenta pacientes eran portadores nasales de SARM (tasa de transporte del 3,4%), aunque solo una minoría de ellos (40) se sometieron a osteosíntesis para la estabilización de la fractura [5]. Los portadores nasales de SARM desarrollaron significativamente más ISQ en comparación con los no portadores, lo que sugiere que puede ser

un factor de riesgo para ISQ en cirugía ortopédica. Además, Croft *et al.* Se realizó una evaluación prospectiva de la colonización por SARM en 355 pacientes ingresados en una unidad de cuidados intensivos por traumatismo, de los cuales 36 (10,1%) estaban colonizados. Se diagnosticaron tasas significativamente más altas de infección por SARM en el grupo colonizado por SARM (33,3%) en comparación con los que no lo estaban (6,6%) ( $p < 0,001$ ). Las tasas de mortalidad también fueron más altas entre el grupo colonizado en comparación con los pacientes no colonizados, (22,2 contra 5% [ $p < 0,001$ ]). Por lo tanto, recomendaron protocolos de detección de SARM en unidades de trauma para identificar a estos pacientes en riesgo [6].

La evidencia actual de que la colonización por SARM predice una infección aguda en pacientes traumatizados es escasa, pero sugiere que la evaluación y la descolonización pueden ser beneficiosas para reducir las tasas de infección por fractura-fijación. Nixon *et al.* examinaron a 1.122 pacientes con traumatismos, de los cuales el 3,8% eran portadores de SARM, y después de la implementación de políticas anti-SARM, la incidencia de infección por SARM disminuyó en un 56% [7]. El mismo grupo, en un estudio retrospectivo, identificó 3,2% (79/2.473) de SARM portador al ingreso en una unidad de trauma agudo, y estos pacientes eran significativamente más propensos a desarrollar ISQ por SARM (7 de 79 pacientes, 8,8%) en comparación con 54/2.394 (2,3%) de pacientes con SARM negativo ( $p < 0,001$ ). Esta diferencia se confirmó en un análisis multivariante, en el que la razón de probabilidades para desarrollar ISQ por SARM entre los portadores fue de 2,5 ( $p = 0,015$ ) [8]. A la inversa, Kan *et al.* analizaron 66 pacientes con fracturas del cuello femoral y tasas de colonización por SARM y no encontraron correlación entre la colonización por SARM y tasas más altas de infección postoperatoria. Sin embargo, este estudio presentó varias limitaciones importantes, incluida la evaluación de la infección postoperatoria limitada a la primera semana postoperatoria inmediata y la evaluación de seguimiento breve no más de cuatro meses [9].

Los pacientes mayores con fracturas del cuello femoral parecen ser particularmente propensos a ser colonizados por SARM. Un gran estudio retrospectivo de cohorte multicéntrico francés identificó una tasa de ISQ de 5,6% en pacientes que se sometieron a cirugía por una fractura de fémur proximal, de los cuales un tercio involucraba SARM. Todos los pacientes infectados recibieron cefalosporina de primera generación o de segunda generación para la profilaxis, mientras que los que recibieron antibióticos efectivos contra el SARM (es decir, vancomicina o gentamicina) para la profilaxis no tuvieron ISQ por estos microorganismos [10]. De manera similar, un estudio de cohorte prospectivo evaluó las tasas de colonización por SARM en pacientes con fractura de fémur proximal en una unidad de trauma alemana. Su conclusión y recomendación es buscar sistemáticamente la colonización por SARM en pacientes que presentan factores de riesgo conocidos mediante una muestra en la sala de emergencias [11].

El papel de la erradicación del transporte de SARM entre los pacientes traumatizados ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) como una medida independiente para prevenir la infección por SARM se evaluó en un gran ECA multicéntrico basado en pacientes recientemente publicado por Maxwell *et al.* Aquellos con frotis nasales positivos se asignaron al azar a baños diarios de gluconato de clorhexidina (CHG) y pomada de mupirocina (MUP) a las narinas o baños de agua y jabón y pomada de placebo (S + P) durante cinco días. En el momento de la admisión, el 13,3% (90/678) de los pacientes eran portadores de SARM, y la infección clínica por SARM fue significativamente más frecuente en los pacientes colonizados por SARM (21,1%) que en los no (5,4%,  $p < 0,001$ ). Aunque carecen de la capacidad necesaria para extraer conclusiones definitivas sobre el papel de la SARG + MUP en la descolonización del SARM para reducir las tasas de infección, debido al menor número de pacientes reclu-

tados por brazo de tratamiento, el período de tratamiento de cinco días resultó solo en una tendencia hacia la reducción de la colonización, 13 (59,1%) contra 9 (90%) para CHG + MUP vs. S + P ( $p = 0,114$ ). No hubo diferencias en la proporción de infecciones por SARM entre CHG + MUP (siete [31,8%]) frente a S + P (seis [60%],  $p = 0,244$ ). CHG + MUP fue inefectivo para erradicar el SARM de las fosas nasales anteriores, pero puede reducir la incidencia de infección [12].

Un ECA piloto evaluó las ISQ en pacientes con fracturas abiertas que recibieron profilaxis durante 24 horas con cefazolina en comparación con vancomicina y cefazolina, dependiendo de su estado de colonización por *S. aureus*. Los portadores de SARM y SARM fueron 20% y 3%, respectivamente. Aunque con poca potencia con un tamaño de muestra pequeño para un análisis de eficacia clínica, no se observó una diferencia significativa en las tasas de ISQ entre los grupos de tratamiento. Se observó una tasa significativamente más alta de ISQ por SARM entre los portadores en comparación con los no portadores (33% frente a 1%, respectivamente,  $p = 0,003$ ) [13]. Otros factores que aumentan el riesgo de infección por SARM incluyen el uso de fijación externa y un tiempo prolongado para el enclavamiento intramedular de fracturas de huesos largos [14].

El estudio retrospectivo de Torbert identificó *S. aureus* y las bacterias gramnegativas (BGN) como las más comunes en las infecciones postoperatorias profundas. Las BGN se observaron con mayor frecuencia en el acetábulo de la pelvis y en las lesiones del fémur proximal incluso en fracturas cerradas. La resistencia de las BGN fue inferior a la de *S. aureus*, y las tasas de infección para los abordajes quirúrgicos combinados fueron el doble que en un abordaje único para cirugía acetabular o pélvica [15].

La gravedad de la fractura abierta juega un papel importante en la elección de los antibióticos. No hubo diferencias estadísticamente significativas en las tasas de infección entre el grupo tratado con ciprofloxacino y el tratado con cefamandol/gentamicina para las heridas abiertas por fractura de tipo I y II. Una tasa alta de fracaso para el grupo de fractura abierta tipo III tratada con ciprofloxacino, con pacientes con 5,33 veces más probabilidades de infectarse que aquellos en el grupo de terapia de combinación [16]. Se debe considerar la ubicación anatómica de la cirugía al administrar antibióticos preoperatorios. Los géneros de *Corynebacterium* se asocian frecuentemente con implantes cuando se realizan incisiones quirúrgicas cerca del perineo [17]. *Cutibacterium acnes* es una especie bacteriana que se ve a menudo en la axila y la cobertura de estos organismos debe considerarse cuando se opera cerca de esta ubicación anatómica [18].

## REFERENCIAS

- [1] Bode LGM, Kluytmans JAJW, Wertheim HFL, Bogaers D, Vandenbroucke-Grauls CMJE, Roosendaal R, et al. Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med*. 2010;362:9-17. doi:10.1056/NEJMoa0808939.
- [2] Diekema D, Johannsson B, Herwaldt L, Beekmann S, Jernigan J, Kallen A, et al. Current practice in *Staphylococcus aureus* screening and decolonization. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2011;32:1042-1044. doi:10.1086/661917.
- [3] Schweizer M, Perencevich E, McDanel J, Carson J, Formanek M, Hafner J, et al. Effectiveness of a bundled intervention of decolonization and prophylaxis to decrease gram positive surgical site infections after cardiac or orthopedic surgery: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2013;346:f2743.
- [4] Taormina DP, Konda SR, Liporace FA, Egol KA. Can preoperative nasal cultures of *Staphylococcus aureus* predict infectious complications or outcomes following repair of fracture nonunion? *J Infect Public Health*. 2018;11:521-525. doi:10.1016/j.jiph.2017.10.007.
- [5] Nakamura M, Shimakawa T, Nakano S, Chikawa T, Yoshioka S, Kashima M, et al. Screening for nasal carriage of *Staphylococcus aureus* among patients scheduled to undergo orthopedic surgery: Incidence of surgical site infection by nasal carriage. *J Orthop Sci*. 2017;22:778-782. doi:10.1016/j.jos.2017.03.005.
- [6] Croft CA, Mejia VA, Barker DE, Maxwell RA, Dart BW, Smith PW, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a trauma population: does colonization predict infection? *Am Surg*. 2009;75:458-461; discussion 461-462.

- [7] Nixon M, Jackson B, Varghese P, Jenkins D, Taylor G. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on orthopaedic wards: incidence, spread, mortality, cost and control. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:812-817. doi:10.1302/0301-620X.88B6.17544.
- [8] Shukla S, Nixon M, Acharya M, Korim MT, Pandey R. Incidence of MRSA surgical-site infection in MRSA carriers in an orthopaedic trauma unit. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91:225-228. doi:10.1302/0301-620X.91B2.21715.
- [9] Khan T, Grindlay D, Ollivier BJ, Scammell BE, Manktelow ARJ, Pearson RG. A systematic review of Vancouver B2 and B3 periprosthetic femoral fractures. *Bone Joint J.* 2017;99-B:17-25. doi:10.1302/0301-620X.99B4.BJJ-2016-1311.R1.
- [10] Merrer J, Pisica-Donose G, Leneveu M, Pauthier F. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* nasal carriage among patients with femoral neck fractures: implication for antibiotic prophylaxis. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2004;25:515-517. doi:10.1086/502432.
- [11] Gessmann J, Kammler J, Schildhauer TA, Kaminski A. MRSA colonisation in patients with proximal femur fractures in a German trauma centre: incidence, infection rates and outcomes. *Langenbecks Arch Surg.* 2012;397:117-123. doi:10.1007/s00423-011-0847-y.
- [12] Maxwell RA, Croft CA, Creech CB, Thomsen I, Soper N, Brown LE, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a trauma population: does de-colonization prevent infection? *Am Surg.* 2017;83:1407-1412.
- [13] Saveli CC, Morgan SJ, Belknap RW, Ross E, Stahel PF, Chaus GW, et al. Prophylactic antibiotics in open fractures: a pilot randomized clinical safety study. *J Orthop Trauma.* 2013;27:552-557. doi:10.1097/BOT.0b013e31828d92ee.
- [14] Metsemakers W-J, Handojo K, Reynders P, Sermon A, Vanderschot P, Nijs S. Individual risk factors for deep infection and compromised fracture healing after intramedullary nailing of tibial shaft fractures: a single centre experience of 480 patients. *Injury.* 2015;46:740-745. doi:10.1016/j.injury.2014.12.018.
- [15] Andersson AE, Bergh I, Karlsson J, Eriksson BI, Nilsson K. Traffic flow in the operating room: an explorative and descriptive study on air quality during orthopedic trauma implant surgery. *Am J Infect Control.* 2012;40:750-755. doi:10.1016/j.ajic.2011.09.015.
- [16] Patzakis MJ, Bains RS, Lee J, Shepherd L, Singer G, Ressler R, et al. Prospective, randomized, double-blind study comparing single-agent antibiotic therapy, ciprofloxacin, to combination antibiotic therapy in open fracture wounds. *J Orthop Trauma.* 2000;14:529-533.
- [17] Arciola CR, An YH, Campoccia D, Donati ME, Montanaro L. Etiology of implant orthopedic infections: a survey on 1027 clinical isolates. *Int J Artif Organs.* 2005;28:1091-1100.
- [18] Levy PY, Fenollar F, Stein A, Borriero F, Cohen E, Le bail B, et al. *Propionibacterium acnes* postoperative shoulder arthritis: an emerging clinical entity. *Clin Infect Dis.* 2008;46:1884-1886. doi:10.1086/588477.

● ● ● ● ●  
 Autor: Arjun Saxena

## PREGUNTA 5: ¿Es la fractura periprotésica un riesgo para el desarrollo de una infección articular periprotésica (IAP)?

**RECOMENDACIÓN:** Las tasas de infección de los estudios de evidencia de nivel III y IV sugieren un aumento de la infección en el sitio quirúrgico en pacientes que se someten a una nueva intervención para el tratamiento de la fractura periprotésica del fémur después de la artroplastia total de cadera y rodilla. La literatura disponible sobre las fracturas periprotésicas acetabulares y tibiales es limitada. Se recomiendan estudios adicionales que investiguen los resultados para el tratamiento de la fractura periprotésica.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

La fractura periprotésica en un reemplazo de cadera o rodilla puede ser una complicación devastadora. Casi todos los estudios que incluyen fracturas periprotésicas se limitan a series de casos retrospectivas pequeñas y muchos de los estudios se centran en un tipo de tratamiento para un tipo de fractura. Además, la mayoría de estos estudios se centran en el retorno a la función y la unión de la fractura como puntos finales primarios. Como resultado, hay datos limitados sobre el riesgo de infección del sitio quirúrgico en presencia de una fractura periprotésica.

Las fracturas periprotésicas sobre el componente acetabular de un reemplazo total de cadera son infrecuentes y suelen implicar lesiones de alta energía. El tratamiento se basa en el patrón de fractura y la estabilidad del implante. La descarga funcional o la cirugía de revisión, a menudo con fijación suplementaria, se utiliza para el tratamiento. Una revisión retrospectiva de 11 pacientes no discutió la infección como una complicación [1].

Las fracturas periprotésicas sobre el componente femoral de un reemplazo total de cadera se informan con mayor frecuencia en la literatura. Estas fracturas pueden tratarse de forma no quirúrgica o quirúrgica, según el patrón de fractura y la estabilidad del implante. La fijación con placa, la revisión de la artroplastia de cadera o el tratamiento combinado son los métodos más comunes de tratamiento quirúrgico. Un estudio del registro sueco de reemplazo de articulaciones identificó 1.049 fracturas de fémur periprotésicas tratadas quirúrgicamente durante un período de 21 años. Durante este período, 245 pacientes fueron sometidos a una nueva operación, las razones más comunes para el fracaso fueron el aflojamiento, la nueva fractura y la falta de unión. Hubo una tasa de infección del 2,3% (24

casos), y la infección fue más frecuente en el grupo de fijación de la placa que en el grupo de revisión de artroplastia de cadera [2].

Un estudio de la Clínica Mayo demostró 5 (4,2%) infecciones periprotésicas profundas después de la revisión del componente femoral de 118 fracturas periprotésicas tipo B de Vancouver [3]. Del mismo modo, una revisión sistemática de 22 estudios con un total de 510 fracturas Vancouver Tipo B2 y B3 demostró 13 (2,5%) infecciones en el sitio quirúrgico [4]. En casos de stock óseo extremadamente pobre, una revisión retrospectiva demostró una tasa de infección del 19% en 19 reemplazos femorales proximales [5].

Las fracturas periprotésicas de fémur distal después del reemplazo total de rodilla pueden tratarse de forma no quirúrgica o quirúrgica basándose en el patrón de fractura y la estabilidad del implante. Las fracturas pueden tratarse con un enclavado endomedular, una fijación con placa o una artroplastia de rodilla de revisión. Una revisión sistemática de 415 fracturas de 29 series de casos demostró una tasa de infección del 3% [6].

Las fracturas periprotésicas sobre la tibia después del reemplazo total de rodilla son raras (0,4 a 1,7%) y con frecuencia pueden tratarse de forma no operatoria [7,8]. El tratamiento quirúrgico con fijación con placa, clavo intramedular o artroplastia de revisión es poco frecuente, y la literatura actual se limita a pequeñas series de casos retrospectivos. Si bien la asignación al azar sería difícil debido a la experiencia previa limitada con estos casos complicados, un estudio futuro debe incluir investigaciones multicéntricas prospectivas que involucren a un mayor número de pacientes para obtener una mejor comprensión de la historia natural y los resultados de los pacientes que se someten a un tratamiento con fracturas periprotésicas.

## REFERENCIAS

- [1] Peterson CA, Lewallen DG. Periprosthetic fracture of the acetabulum after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78:1206-1213.
- [2] Lindahl H, Malchau H, Odén A, Garellick G. Risk factors for failure after treatment of a periprosthetic fracture of the femur. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:26-30. doi:10.1302/0301-620X.88B1.17029.
- [3] Springer BD, Berry DJ, Lewallen DG. Treatment of periprosthetic femoral fractures following total hip arthroplasty with femoral component revision. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:2156-2162.
- [4] Khan T, Grindlay D, Ollivier BJ, Scammell BE, Manktelow ARJ, Pearson RG. A systematic review of Vancouver B2 and B3 periprosthetic femoral fractures. *Bone Joint J.* 2017;99-B:17-25. doi:10.1302/0301-620X.99B4.BJ-2016-1311.R1.
- [5] Colman M, Choi L, Chen A, Crossett L, Tarkin I, McGough R. Proximal femoral replacement in the management of acute periprosthetic fractures of the hip: a competing risks survival analysis. *J Arthroplasty.* 2014;29:422-427. doi:10.1016/j.arth.2013.06.009.
- [6] Herrera DA, Kregor PJ, Cole PA, Levy BA, Jönsson A, Zlowodzki M. Treatment of acute distal femur fractures above a total knee arthroplasty: systematic review of 415 cases (1981-2006). *Acta Orthop.* 2008;79:22-27. doi:10.1080/17453670710014716.
- [7] Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD. Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;113-124.
- [8] Rand JA, Coventry MB. Stress fractures after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62:226-233.

● ● ● ● ●

Autores: Paddy Kenny, Giedrius Kvederas, Arjun Saxena, John Gibbons

## PREGUNTA 6: ¿Existen predictores de la necesidad de transfusión de sangre alogénica (TSA) en pacientes sometidos a artroplastia por fracturas agudas de cadera?

**RECOMENDACIÓN:** Los predictores preoperatorios de la necesidad de TSA incluyen (1) anemia y (2) demencia e hipoalbuminemia. (3) Los medicamentos anticoagulantes o antiplaquetarios no predicen la necesidad de TSA. Existen datos contradictorios con respecto a la necesidad de TSA cuando se compara la hemiarthroplastia (HA) con la artroplastia total de cadera (ATC).

**NIVEL DE EVIDENCIA:** (1) Fuerte, (2) Limitado, (3) Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

La anemia preoperatoria es un factor de riesgo conocido de TSA en pacientes sometidos a artroplastia de cadera y rodilla [1,2]. Un estudio retrospectivo de 1.484 pacientes con fracturas de cadera de 2007 a 2010 identificó los factores de riesgo para la TSA como la edad avanzada, la hemoglobina más baja en el ingreso, el sexo femenino, el tipo de implante quirúrgico utilizado (clavo cefalomedular y tornillo de cadera dinámico más que HA) y menos tiempo desde el ingreso hasta la cirugía. El estudio está limitado por los umbrales de transfusión, que pueden aumentar artificialmente la tasa de TSA [3]. En pacientes con fractura de cadera, independientemente de la fijación o el tipo de fractura, la hipoalbuminemia [4] y la demencia [5] se asocian con una mayor necesidad de TSA.

Se piensa que los pacientes en terapia de anticoagulación crónica tienen riesgo de complicaciones perioperatorias asociadas con el sangrado. Un estudio retrospectivo de nivel III emparejó a 62 pacientes con fracturas de fémur proximales en tratamiento con warfarina con 62 pacientes que no recibieron tratamiento anticoagulante tratados con un clavo intramedular, HA o ATC. No hubo una diferencia significativa en las tasas de TSA en pacientes con índice normalizado internacional (INR) < 1,5 o con análisis de subgrupos de pacientes con un INR > 1,5 (rango 1,5 a 3,1) [6]. Hay tres estudios retrospectivos que evalúan el uso preoperatorio de clopidogrel en pacientes con fractura de cadera con pacientes de control comparando las tasas de transfusión de sangre en los que no informan un aumento significativo en la TSA [7-9].

Una revisión sistemática y un metanálisis de estudios que compararon enfoques quirúrgicos y cuatro estudios que compararon el abordaje quirúrgico para la HA no mostraron diferencias en las tasas de TSA entre los abordajes anterior, lateral y posterior [10-13].

La *hemocoagulasa agkistrodon* y el ácido tranexámico se administran en el momento preoperatorio para disminuir la pérdida de sangre. Múltiples estudios en el tratamiento de la fractura del cuello femoral han demostrado una tasa más baja de TSA con estos medicamentos, pero sigue existiendo una preocupación por el aumento del

riesgo de tromboembolismo venoso [14-17]. Existe un gran debate acerca del tratamiento de las fracturas del cuello femoral desplazadas. Tres ensayos controlados aleatorios prospectivos no muestran una diferencia significativa en la tasa de TSA entre la fijación femoral cementada versus la fijación femoral no cementada en HA [18-20]. Múltiples estudios han revisado las diferencias entre HA y ATC para la fractura del cuello femoral. Los hallazgos incluyen tiempos quirúrgicos más prolongados y mayor pérdida de sangre en el ATC, pero estos estudios pueden ser difíciles de interpretar, ya que los pacientes sometidos a ATC son a menudo más jóvenes y sanos [21,22]. Los estudios no han demostrado ninguna diferencia en la tasa de TSA [22,23], y la tasa de TSA aumentada en ATC [21, 24].

### REFERENCIAS

- [1] Kotzé A, Carter LA, Scally AJ. Effect of a patient blood management programme on preoperative anaemia, transfusion rate, and outcome after primary hip or knee arthroplasty: a quality improvement cycle. *Br J Anaesth.* 2012;108:943-952. doi:10.1093/bja/aes135.
- [2] Greenky M, Gandhi K, Pulido L, Restrepo C, Parvizi J. Preoperative anemia in total joint arthroplasty: is it associated with periprosthetic joint infection? *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470:2695-2701. doi:10.1007/s11999-012-2435-z.
- [3] Kadar A, Chechik O, Steinberg E, Reider E, Sternheim A. Predicting the need for blood transfusion in patients with hip fractures. *Int Orthop.* 2013;37:693-700. doi:10.1007/s00264-013-1795-7.
- [4] Aldebeyan S, Nooh A, Aoude A, Weber MH, Harvey EJ. Hypoalbuminemia-a marker of malnutrition and predictor of postoperative complications and mortality after hip fractures. *Injury.* 2017;48:436-440. doi:10.1016/j.injury.2016.12.016.
- [5] Tsuda Y, Yasunaga H, Horiguchi H, Ogawa S, Kawano H, Tanaka S. Association between dementia and postoperative complications after hip fracture surgery in the elderly: analysis of 87,654 patients using a national administrative database. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135:1511-1517. doi:10.1007/s00402-015-2321-8.
- [6] Cohn MR, Levack AE, Trivedi NN, Villa JC, Wellman DS, Lyden JP, et al. The hip fracture patient on warfarin: evaluating blood loss and time to surgery. *J Orthop Trauma.* 2017;31:407-413. doi:10.1097/BOT.0000000000000857.
- [7] Manaqibwala MI, Butler KA, Sagebien CA. Complications of hip fracture surgery on patients receiving clopidogrel therapy. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134:747-753. doi:10.1007/s00402-014-1981-0.

- [8] Hossain FS, Rambani R, Ribee H, Koch L. Is discontinuation of clopidogrel necessary for intracapsular hip fracture surgery? Analysis of 102 hemiarthroplasties. *J Orthop Traumatol*. 2013;14:171-177. doi:10.1007/s10195-013-0235-1.
- [9] Ghanem ES, Richard RD, Wingert NCH, Gotoff JR, Graham JH, Bowen TR. Preoperative use of clopidogrel does not affect outcomes for femoral neck fractures treated with hemiarthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017;32:2171-2175. doi:10.1016/j.arth.2017.01.048.
- [10] van der Sijp MPL, van Delft D, Krijnen P, Niggebrugge AHP, Schipper IB. Surgical approaches and hemiarthroplasty outcomes for femoral neck fractures: a meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2018;33:1617-1627.e9. doi:10.1016/j.arth.2017.12.029.
- [11] Parker MJ. Lateral versus posterior approach for insertion of hemiarthroplasties for hip fractures: a randomised trial of 216 patients. *Injury*. 2015;46:1023-1027. doi:10.1016/j.injury.2015.02.020.
- [12] Mukka S, Mahmood S, Kadum B, Sköldenberg O, Sayed-Noor A. Direct lateral vs. posterolateral approach to hemiarthroplasty for femoral neck fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102:1049-1054. doi:10.1016/j.otsr.2016.08.017.
- [13] Pala E, Trono M, Bitonti A, Lucidi G. Hip hemiarthroplasty for femur neck fractures: minimally invasive direct anterior approach versus posterolateral approach. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2016;26:423-427. doi:10.1007/s00590-016-1767-x.
- [14] Qiu M, Zhang X, Cai H, Xu Z, Lin H. The impact of hemocoagulase for improvement of coagulation and reduction of bleeding in fracture-related hip hemiarthroplasty geriatric patients: a prospective, single-blinded, randomized, controlled study. *Injury*. 2017;48:914-919. doi:10.1016/j.injury.2016.11.028.
- [15] Gausden EB, Qudsi R, Boone MD, O' Gara B, Ruzbarsky JJ, Lorich DG. Tranexamic acid in orthopaedic trauma surgery: a meta-analysis. *J Orthop Trauma*. 2017;31:513-519. doi:10.1097/BOT.0000000000000913.
- [16] Lee C, Freeman R, Edmondson M, Rogers BA. The efficacy of tranexamic acid in hip hemiarthroplasty surgery: an observational cohort study. *Injury*. 2015;46:1978-1982. doi:10.1016/j.injury.2015.06.039.
- [17] Emara WM, Moez KK, Elkhoully AH. Topical versus intravenous tranexamic acid as a blood conservation intervention for reduction of post-operative bleeding in hemiarthroplasty. *Anesth Essays Res*. 2014;8:48-53. doi:10.4103/0259-1162.128908.
- [18] Santini S, Rebeccato A, Bolgan I, Turi G. Hip fractures in elderly patients treated with bipolar hemiarthroplasty: comparison between cemented and cementless implants. *J Orthop Traumatol*. 2005;6:80-87. doi:10.1007/s10195-005-0086-5.
- [19] Deangelis JP, Ademi A, Staff I, Lewis CG. Cemented versus uncemented hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures: a prospective randomized trial with early follow-up. *J Orthop Trauma*. 2012;26:135-140. doi:10.1097/BOT.0b013e318238b7a5.
- [20] Talsnes O, Hjelmsstedt F, Pripp AH, Reikerås O, Dahl OE. No difference in mortality between cemented and uncemented hemiprostheses for elderly patients with cervical hip fracture. A prospective randomized study on 334 patients over 75 years. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133:805-809. doi:10.1007/s00402-013-1726-5.
- [21] Liidakis E, Antoniou J, Zukor DJ, Huk OL, Epure LM, Bergeron SG. Major Complications and transfusion rates after hemiarthroplasty and total hip arthroplasty for femoral neck fractures. *J Arthroplasty*. 2016;31:2008-2012. doi:10.1016/j.arth.2016.02.019.
- [22] Kim YT, Yoo JH, Kim MK, Kim S, Hwang J. Dual mobility hip arthroplasty provides better outcomes compared to hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures: a retrospective comparative clinical study. *Int Orthop*. 2018;42:1241-1246. doi:10.1007/s00264-018-3767-4.
- [23] Blomfeldt R, Törnkvist H, Eriksson K, Söderqvist A, Ponzer S, Tidermark J. A randomised controlled trial comparing bipolar hemiarthroplasty with total hip replacement for displaced intracapsular fractures of the femoral neck in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89:160-165. doi:10.1302/0301-620X.89B2.18576.
- [24] Fan L, Dang X, Wang K. Comparison between bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty for unstable intertrochanteric fractures in elderly osteoporotic patients. *PLoS One*. 2012;7:e39531. doi:10.1371/journal.pone.0039531.

## 1.2. PREVENCIÓN: ATENUANTES DE RIESGO

**Autores:** Yousef Abuodeh, Per Åkesson, Osama Aldahamshah

**PREGUNTA 1:** ¿Existe algún papel para la descolonización bacteriana (es decir, de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina o SARM) en casos de trauma?

**RECOMENDACIÓN:** Se desconoce si la descolonización bacteriana en pacientes traumatizados reduce la infección del sitio quirúrgico (ISQ).

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

La colonización por *S. aureus* se ha descrito desde principios de la década de 1930 y está relacionada con la ISQ postoperatoria en diferentes especialidades quirúrgicas, incluida la ortopedia. *S. aureus* reside en las superficies nasales, de la garganta y la piel en hasta el 30% de la población [1]. El establecimiento de una asociación entre el estado de portador bacteriano y la ISQ en el tratamiento del trauma ortopédico ha sido un desafío. La tasa informada de portadores de SARM oscila entre el 1,8% y el 30% de los pacientes con fractura de cadera y fémur [2-11], mientras que las tasas informadas de ISQ relacionada con el SARM en esas poblaciones de portadores oscilan entre el 8,8% y el 14,2% [6,12]. Además, los portadores de SARM mostraron una mayor incidencia de otras infecciones nosocomiales y mortalidad a un año [4]. Aunque varios estudios publicados apoyan una conexión entre el estado de portador preoperatorio (para SARM) con el desarrollo postoperatorio de ISQ [13], no se sabe si se debe solo al estado de portador o a otros factores de pacientes y enfermedades [14].

Un estudio refutó la necesidad de una detección y erradicación de SARM generalizada [15]. Por otro lado, la mayoría de la literatura ha recomendado abordar las poblaciones de alto riesgo [6,9,16-18] para

el estado de portador con antibióticos profilácticos contra SARM en lugar de la descolonización antes de la operación. Se han postulado dos razones principales. Primero, un estudio encontró que en el 86% de los casos de traumatismo en el tratamiento del manejo de la fractura de emergencia, los resultados del examen de SARM no estarían disponibles antes de que comience el procedimiento quirúrgico [2]. En segundo lugar, el proceso de descolonización exitoso retrasará los procedimientos quirúrgicos, lo que puede no ser ideal, especialmente en las fracturas de cadera y fracturas abiertas. Con respecto a la descolonización, el ISQ relacionado con SARM se redujo significativamente después del protocolo de descolonización (sin ninguna referencia al estado del portador) de 2,3% a 0,33% [19]. Sin embargo, un estudio demostró que la política de detección y tratamiento de SARM redujo las tasas de infección del 1,57% al 0,69% [5]. Además, se ha encontrado que la descolonización disminuye el número total de infecciones de la herida en lugar de las infecciones de la herida causadas por *S. aureus* [20].

Para los casos de traumatismos ortopédicos, no existe un estudio prospectivo de descolonización bacteriana. La introducción de

las políticas de detección de SARM se evaluó en dos estudios retrospectivos que incluyeron pacientes con traumatismo [5, 21]. La mupirocina se usó para pacientes con SARM positivos, y ambos estudios mostraron una reducción significativa de las infecciones posoperatorias de SARM.

En un estudio reciente en pacientes con fracturas de extremidades inferiores, se evaluó la adición de un hisopo nasal de povidona yodada además de un baño de clorhexidina-gluconato [22]. En comparación con dos años antes del inicio de la intervención con povidona yodada, la tasa de ISQ disminuyó significativamente. La literatura que respalda la descolonización en pacientes con traumatismos ortopédicos solo consiste en estudios de nivel 3 y 4 de calidad baja a moderada [19,20]. La literatura que no apoyaba la descolonización consistía en un estudio de nivel 1 de calidad moderada [23] y un estudio de nivel 4 de calidad baja [7]. Como resultado, no se pudo hacer una recomendación a favor o en contra de la descolonización bacteriana. Lo más importante es que la detección no debe demorar la intervención quirúrgica en estos pacientes, y estos deben evaluarse individualmente en un caso por caso

## REFERENCIAS

- [1] Wertheim HFL, Melles DC, Vos MC, van Leeuwen W, van Belkum A, Verbrugh HA, et al. The role of nasal carriage in *Staphylococcus aureus* infections. *Lancet Infect Dis*. 2005;5:751-762. doi:10.1016/S1473-3099(05)70295-4.
- [2] Bryson DJ, Gulihar A, Aujla RS, Taylor GJS. The hip fracture best practice tariff: early surgery and the implications for MRSA screening and antibiotic prophylaxis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2015;25:123-127. doi:10.1007/s00590-014-1448-6.
- [3] Levy BF, Rosson JW, Blake A. MRSA in patients presenting with femoral fractures. *Surgeon*. 2004;12:171-172. doi:10.1016/S1479-666X(04)80081-7.
- [4] Gessmann J, Kammler J, Schildhauer TA, Kaminski A. MRSA colonisation in patients with proximal femur fractures in a German trauma centre: incidence, infection rates and outcomes. *Langenbecks Arch Surg*. 2012;397:117-123. doi:10.1007/s00423-011-0847-y.
- [5] Nixon M, Jackson B, Varghese P, Jenkins D, Taylor G. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on orthopaedic wards: incidence, spread, mortality, cost and control. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88:812-817. doi:10.1302/0301-620X.88B6.17544.
- [6] Thyagarajan D, Sunderamoorthy D, Haridas S, Beck S, Praveen P, Johansen A. MRSA colonisation in patients admitted with hip fracture: implications for prevention of surgical site infection. *Acta Orthop Belg*. 2009;75:252-257.
- [7] Khan OA, Weston VC, Scammell BE. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* incidence and outcome in patients with neck of femur fractures. *J Hosp Infect*. 2002;51:185-188.
- [8] Merrer J, Pisisca-Donose G, Leneveu M, Pauthier FF. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* nasal carriage among patients with femoral neck fractures implication for antibiotic prophylaxis. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2004;25:515-517. doi:10.1086/502432.
- [9] Greig J, Edwards C, Wallis M, Jenks P, Cunningham R, Keenan J. Carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among patients admitted with fractured neck of femur. *J Hosp Infect*. 2007;66:186-187. doi:10.1016/j.jhin.2007.03.016.
- [10] Walley G, Orendi J, Bridgman S, Davis B, Ahmed E-N, Maffulli N, et al. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) is not always caught on the orthopaedic ward. *Acta Orthop Belg*. 2009;75:245-251.
- [11] Price CS, Williams A, Philips G, Dayton M, Smith W, Morgan S. *Staphylococcus aureus* nasal colonization in preoperative orthopaedic outpatients. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:2842-2847. doi:10.1007/s11999-008-0337-x.
- [12] Shukla S, Nixon M, Acharya M, Korim MT, Pandey R. Incidence of MRSA surgical-site infection in MRSA carriers in an orthopaedic trauma unit. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91-B:225-228. doi:10.1302/0301-620X.91B2.21715.
- [13] Pofahl WE, Ramsey KM, Nobles DL, Cochran MK, Goettler C. Importance of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* eradication in carriers to prevent postoperative methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* surgical site infection. *Am Surg*. 2011;77:27-31.
- [14] Manian FA, Meyer PL, Setzer J, Senkel D. Surgical site infections associated with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: do postoperative factors play a role? *Clin Infect Dis*. 2003;36:863-868. doi:10.1086/368195.
- [15] Tai CC, Nirvani AA, Holmes A, Hughes SPF. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in orthopaedic surgery. *Int Orthop*. 2004;28:32-35. doi:10.1007/s00264-003-0505-2.
- [16] Fascia DTM, Singanayagam A, Keating JF. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in orthopaedic trauma: identification of risk factors as a strategy for control of infection. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91-B:249-252. doi:10.1302/0301-620X.91B2.21339.
- [17] Hassan K, Paturi A, Hughes C, Giles S. The prevalence of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in orthopaedics in a non-selective screening policy. *Surgeon*. 2008;6:201-203. doi:10.1016/S1479-666X(08)80027-3.
- [18] Zulian C, Descamps P, Samyn B, Lemerle JP, Gaillot O. [Inquiry into the incidence of nosocomial infections and evaluation of the transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in an orthopedic surgical unit]. *Pathol Biol (Paris)*. 1999;47:445-448.
- [19] Wilcox MH, Hall J, Pike H, Templeton PA, Fawley WN, Parnell P, et al. Use of perioperative mupirocin to prevent methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) orthopaedic surgical site infections. *J Hosp Infect*. 2003;54:196-201. doi:10.1016/S0195-6701(03)00147-6.
- [20] van der Sluis AJG, Hoogenboom-Verdegaal AM, Edixhoven PJ, van Rooijen NHS. Prophylactic mupirocin could reduce orthopedic wound infections: 1,044 patients treated with mupirocin compared with 1,260 historical controls. *Acta Orthop Scand*. 1998;69:412-414. doi:10.3109/17453679808999058.
- [21] Kelly JC, O'Briain DE, Walls R, Lee SI, O'Rourke A, Mc Cabe JP. The role of pre-operative assessment and ringfencing of services in the control of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* infection in orthopaedic patients. *Surgeon*. 2012;10:75-79. doi:10.1016/j.surge.2011.01.008.
- [22] Urias DS, Varghese M, Simunich T, Morrissey S, Dumire R. Preoperative de-colonization to reduce infections in urgent lower extremity repairs. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018. doi:10.1007/s00068-017-0896-1.
- [23] Kalmeijer MD, Coertjens H, van Nieuwland-Bollen PM, Bogaers-Hofman D, de Baere GAJ, Stuurman A, et al. Surgical site infections in orthopedic surgery: the effect of mupirocin nasal ointment in a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Clin Infect Dis*. 2002;35:353-358. doi:10.1086/341025.



Autores: Robert O'Toole, Nathan O'Hara

## PREGUNTA 2: ¿Cuáles son las estrategias ideales para prevenir la contaminación secundaria y nosocomial de las heridas por fractura abierta que quedan abiertas?

**RECOMENDACIÓN:** Los datos respaldan los antibióticos locales y el cierre temprano de la herida para reducir la contaminación de las heridas abiertas.

**NOTA:** La recomendación anterior se cambió de la versión original, por lo que la razón a continuación no se alinea completamente con esta recomendación. Consulte la Sección 3: 2, Pregunta 2 para conocer las razones para el cierre temprano de la herida. El razonamiento a continuación con respecto a la terapia de heridas por presión negativa (NPWT) se aplica a la Sección 3: 2, Pregunta 4.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

Se incluyeron en la búsqueda previa ensayos controlados aleatorios, los ensayos no aleatorizados y estudios observacionales prospectivos y retrospectivos. Se realizaron búsquedas en Medline, Embase, CINAHL y el Registro Central de Ensayos Controlados de Cochrane (CENTRAL) hasta marzo de 2018 para estudios publicados sin restricción de idioma. Nuestra estrategia de búsqueda, incluidas las palabras clave y los encabezados MeSH, se proporcionan

en el Apéndice. Los estudios elegibles cumplieron con los siguientes criterios: (1) todos los pacientes incluidos en el estudio tuvieron una fractura abierta, (2) la infección fue una variable de resultado y (3) hubo una comparación entre los pacientes tratados con una estrategia de prevención de la infección secundaria y un grupo control o una comparación entre dos o más estrategias de prevención de infecciones secundarias.

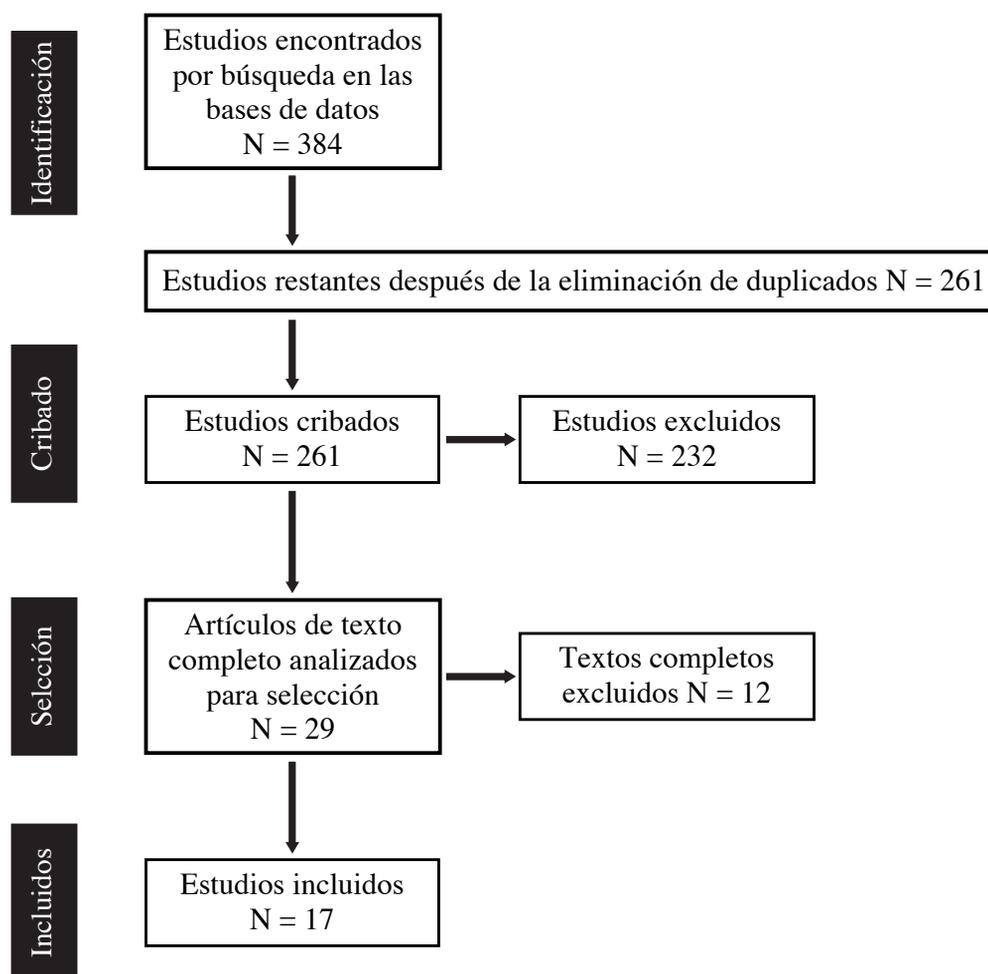


FIGURA 1. Diagrama de flujo de la selección del estudio.

## JUSTIFICACIÓN

Algunas fracturas abiertas de alto grado se dejan abiertas y regresan al quirófano para una o más cirugías de desbridamiento repetidas. Tradicionalmente, la herida se empacaba con un apósito de gasa, que se cambiaba entre las cirugías. Existe un gran interés en utilizar diferentes estrategias para disminuir la infección del sitio quirúrgico (ISQ), que a menudo se cree que es causada por patógenos nosocomiales. Las dos principales estrategias de tratamiento actuales son el uso de NPWT (NPWT de la herida) o los rosarios de cemento PMMA con antibióticos.

Una revisión sistemática de la literatura revela cuatro ensayos aleatorios con resultados contradictorios que investigan la práctica de NPWT sobre apósitos simples de gasa entre desbridamiento quirúrgico, y no hay ensayos aleatorios que examinen la eficacia de los rosarios de cemento con antibióticos.

Hasta hace poco, la literatura que investigaba el uso de NPWT tendía a mostrar una reducción en las tasas de infección con su uso. Sin embargo, esta conclusión fue contradicha recientemente por el ensayo WOLFF [1], que es un ensayo prospectivo bien dotado ( $n = 460$ ) en fracturas abiertas que requieren múltiples desbridamientos. Los pacientes fueron asignados al azar a los apósitos estándar o NPWT. No se demostró ningún efecto sobre la ISQ (7% en presión negativa vs. 8% en cura estándar,  $p = 0,64$ ) [2].

Antes de la publicación del ensayo WOLFF, la literatura había favorecido sistemáticamente a la NPWT pero en estudios más pequeños o de menor calidad, como se resume en una revisión sistemática de la literatura recientemente publicada [3]. Tres de los artículos incluidos en la revisión evaluaron el efecto de la NPWT en la reducción de ISQ en fracturas abiertas [4-6]. Se han publicado dos ensayos aleatorios adicionales más recientemente [7,8] e identificamos otros dos estudios retrospectivos sobre este tema [2,9]. Dos de los tres ensayos aleatorios previos demostraron una reducción en la infección con NPWT (28% vs. 5%,  $p = 0,02$ ,  $n = 62$  [4] y 11% vs. 5%,  $p < 0,05$ ,  $n = 93$  [7]) y el tercero ( $n = 90$ ) tuvo una tasa de eventos muy baja y no reveló ninguna diferencia [8]. Tres estudios retrospectivos más mostraron resultados similares con reducciones relativamente grandes en las tasas de infección con NPWT (55% vs. 19%,  $p = 0,04$  [8], 21% vs. 8%,  $p = 0,01$  [3], 33% vs. 10%,  $p = 0,03$  [2]), y una cuarta no identificó ninguna diferencia a pesar de un posible sesgo de selección contra NPWT debido a los casos de mayor riesgo en ese grupo [8].

A pesar del uso generalizado de esta técnica en América del Norte, hay pocos estudios que investigan el uso de esferas de antibióticos locales. Estos están compuestos de cemento de polimetilmetacrilato (PMMA) mezclado con antibióticos colocados en la herida en una "bolsa de cuentas" que sella la herida entre las cirugías de desbridamiento. Un pequeño ensayo piloto aleatorizado investigó los antibióticos intravenosos versus las "perlas" sin antibióticos intravenosos (IV) y no encontró diferencias en las tasas de infección [10]. Tres estudios retrospectivos similares por un grupo [11-13] probablemente deberían considerarse como un solo estudio, ya que todos los pacientes en un estudio parecen estar incluidos en el estudio posterior. Este trabajo demostró una reducción significativa de las tasas de infección (12% vs. 3,7%,  $p = 0,001$ ) [12].

Dicho esto, una de las medidas preventivas más importantes parece ser el uso real de los antibióticos locales. Un metanálisis reciente de Morgenstern *et al.*, no incluido en esta estrategia de investigación, sugiere una reducción del riesgo de infección del 11,9% si se administran profilácticamente antibióticos locales adicionales para las fracturas de extremidades abiertas. La mayoría de los estudios en esta revisión utilizaron perlas de PMMA como portadores locales de los antibióticos [14]. Además, el apoyo para el uso de antibióticos tópicos en heridas abiertas proviene de estudios recientes en animales en ratas [15-17] y cabras [18] por un solo grupo de investigación que utiliza modelos de fractura abierta contaminados.

## REFERENCIAS

- Costa ML, Achten J, Bruce J, Tutton E, Petrou S, Lamb SE, et al. Effect of negative pressure wound therapy vs. standard wound management on 12-month disability among adults with severe open fracture of the lower limb: the WOLFF randomized clinical trial. *JAMA*. 2018;319:2280-2288. doi:10.1001/jama.2018.6452.
- Joethy J, Sebastin SJ, Chong AKS, Peng YP, Puhaindran ME. Effect of negative-pressure wound therapy on open fractures of the lower limb. *Singapore Med J*. 2013;54:620-623.
- Schlatterer DR, Hirschfeld AG, Webb LX. Negative pressure wound therapy in grade IIIB tibial fractures: fewer infections and fewer flap procedures? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473:1802-1811. doi:10.1007/s11999-015-4140-1.
- Stannard JP, Volgas DA, Stewart R, McGwin G, Alonso JE. Negative pressure wound therapy after severe open fractures: a prospective randomized study. *J Orthop Trauma*. 2009;23:552-557. doi:10.1097/BOT.0b013e3182a2e2b6.
- Blum ML, Esser M, Richardson M, Paul E, Rosenfeldt FL. Negative pressure wound therapy reduces deep infection rate in open tibial fractures. *J Orthop Trauma*. 2012;26:499-505. doi:10.1097/BOT.0b013e31824133e3.
- Liu DSH, Sofiadellis F, Ashton M, MacGill K, Webb A. Early soft tissue coverage and negative pressure wound therapy optimises patient outcomes in lower limb trauma. *Injury* 2012;43:772-778. doi:10.1016/j.injury.2011.09.003.
- Virani SR, Dahapute AA, Bava SS, Muni SR. Impact of negative pressure wound therapy on open diaphyseal tibial fractures: a prospective randomized trial. *J Clin Orthop Trauma*. 2016;7:256-259. doi:10.1016/j.jcot.2016.05.007.
- Arti H, Khorami M, Ebrahimi-Nejad V. Comparison of negative pressure wound therapy (NPWT) & conventional wound dressings in the open fracture wounds. *Pak J Med Sci*. 2016;32:65-69. doi:10.12669/pjms.321.8568.
- Krtička M, Ira D, Nekuda V, Švancara J, Mašek M. [Effect of negative pressure wound therapy on infectious complications in grade III open fractures]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2016;83:117-122.
- Moehring HD, Gravel C, Chapman MW, Olson SA. Comparison of antibiotic beads and intravenous antibiotics in open fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;254-261.
- Ostermann PA, Henry SL, Seligson D. The role of local antibiotic therapy in the management of compound fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;102-111.
- Ostermann PA, Seligson D, Henry SL. Local antibiotic therapy for severe open fractures. A review of 1,085 consecutive cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77:93-97.
- Henry SL, Ostermann PA, Seligson D. The prophylactic use of antibiotic impregnated beads in open fractures. *J Trauma*. 1990;30:1231-1238.
- Morgenstern M, Vallejo A, McNally MA, Moriarty TF, Ferguson JY, Nijis S, Metsmakers WJ. The effect of local antibiotic prophylaxis when treating open limb fractures: A systematic review and meta-analysis. *Bone Joint Res*. 2018;7(7):447-456.
- Rand BCC, Penn-Barwell JG, Wenke JC. Combined local and systemic antibiotic delivery improves eradication of wound contamination: an animal experimental model of contaminated fracture. *Bone Joint J*. 2015;97-B:1423-1427. doi:10.1302/0301-620X.97B10.35651.
- Tennent DJ, Shiels SM, Sanchez CJ, Niece KL, Akers KS, Stinner DJ, et al. Time-dependent effectiveness of locally applied vancomycin powder in a contaminated traumatic orthopaedic wound model. *J Orthop Trauma*. 2016;30:531-537. doi:10.1097/BOT.0000000000000617.
- Penn-Barwell JG, Murray CK, Wenke JC. Local antibiotic delivery by a bioabsorbable gel is superior to PMMA bead depot in reducing infection in an open fracture model. *J Orthop Trauma*. 2014;28:370-375. doi:10.1097/BOT.0b013e3182a7739e.
- Beardmore AA, Brooks DE, Wenke JC, Thomas DB. Effectiveness of local antibiotic delivery with an osteoinductive and osteoconductive bone-graft substitute. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:107-112. doi:10.2106/JBJS.C.01670.

## APÉNDICE – ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA (SIN FECHA DE PUBLICACIÓN)

**Ovid Medline – 120** references retrieved on 03/22/2018

((open adj3 fracture\*).ab,ti. OR "Fractures, Open".sh.) AND ((infection\* or sepsis OR contamination).ab,ti. or Infection/or "Wound Infection".sh. or "Cross Infection".sh. or "Sepsis".sh.) AND ((beads OR "bead chains" OR "vacuum assisted closure" OR VAC OR "vacuum sealing" OR gel).ab,ti. OR "Negative-Pressure Wound Therapy".sh.)

**Embase – 215** references retrieved on 03/22/2018

((open NEXT/3 fracture\*).ab,ti OR 'open fracture'/de) AND (infection\*.ab,ti OR sepsis:ab,ti OR contamination:ab,ti OR 'infection'/exp OR 'wound infection'/de OR 'cross infection'/de OR 'hospital infection'/de OR 'sepsis'/exp) AND (beads:ab,ti OR "bead chains":ab,ti OR "vacuum assisted closure":-de,ab,ti OR VAC:ab,ti OR "vacuum sealing":ab,ti OR gel:ab,ti)

CINAHL – 35 references retrieved on 03/22/2018  
 ((open W3 fracture\*) OR MH Fractures, Open) AND  
 (infection\* OR sepsis OR contamination) AND  
 (beads OR bead chains OR vacuum assisted closure OR VAC OR  
 vacuum sealing OR MH “Negative Pressure Wound Therapy”)

CENTRAL – 14 references retrieved on 03/22/2018 – in Title, Abstract,  
 Keywords  
 (open NEAR/3 fracture\*) AND  
 (infection\* OR sepsis OR contamination) AND  
 (beads OR “bead chains” OR “vacuum assisted closure” OR VAC OR  
 “vacuum sealing” OR gel)

**Autores:** Mitch Harris, Soffin Kallel, Abhiram R. Bhashyam, Andre Shaffer

### PREGUNTA 3: ¿Existe una diferencia en el riesgo de infección articular periprotésica (IAP) con el uso de la fijación interna versus externa para el tratamiento de las fracturas periprotésicas?

**RECOMENDACIÓN:** Desconocida. Hay pruebas limitadas que comparan el riesgo de IAP con el uso de fijación interna versus externa para tratar la fractura periprotésica. El potencial de infección del tracto del pin, particularmente con los pines intraarticulares colocados inadvertidamente, hace que la fijación interna sea la opción de tratamiento preferible en la mayoría de los casos.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 90%; en desacuerdo: 5%; abstención: 5% (supermayoría, consenso fuerte).

#### JUSTIFICACIÓN

La mayoría de los estudios que han explorado esta pregunta describen las fracturas del fémur periprotésicas después de la artroplastia total de rodilla (ATR). Las fracturas de fémur periprotésicas después de una ATR son una complicación poco frecuente (tasa de incidencia de 0,3 a 2,5% por año), pero ocurren con mayor frecuencia debido a la tasa más alta de ATR primaria y la mayor actividad de los pacientes ancianos que tienen mayor riesgo [1-3]. Las opciones de tratamiento actualmente incluyen el manejo no operatorio (carga de peso protegida, escayola, o férulas), fijación interna de reducción abierta (RAFI) o, rara vez, fijación externa [1,4]. Dado el éxito de RAFI, hay pocos informes sobre el uso de la fijación externa [1,2,4]. Además, la fijación externa se ha evitado históricamente debido a la creencia de que los pines de fijación externa cerca de una artroplastia total aumentan el riesgo de infección superficial y profunda [2].

Existe un conocimiento limitado en este aspecto específico del tratamiento debido a la falta de grandes series de fracturas periprotésicas del fémur tratadas con fijación interna o externa. Los únicos informes de fijación externa para estas fracturas son los informes de casos. Según la literatura actual, no hay diferencias en la tasa de infección profunda después de la fijación interna (tasa = 4%) en comparación con la fijación externa (tasa = 7%,  $p = 0,8$ ). Este análisis está severamente limitado por el pequeño tamaño muestral, por lo que es difícil hacer una declaración definitiva con respecto al riesgo diferencial de IAP después de la fijación interna o externa de las fracturas periprotésicas. Se prefiere RAFI debido a sus altas tasas de unión y bajas tasas de infección (~3%) [1,2,4]. Para los pacientes que están demasiado enfermos o están contraindicados para RAFI, las opciones de tratamiento incluyen manejo no operatorio o fijación externa. Si bien la tasa de infección para el tratamiento no quirúrgico es predeciblemente baja (0 a 1%), el 31% de los pacientes tuvo complicaciones relacionadas con la unión defectuosa o la falta de unión [2,3]. Dado este mal resultado, algunos han recurrido a la fijación externa [3,5-9]. Una revisión sistemática reciente encontró que la tasa de infección profunda/IAP después de RAFI fue de 4.1% (10 de 245 pacientes informados). Entre todos los informes publicados que utilizaron fijación externa, la tasa de infección del sitio del pin superficial fue del 28,6% (4 de los 14 pacientes informados) y la tasa de infección profunda/IAP fue del 7,1% (1 de los 14 pacientes infor-

mados) [3, 5-9]. La tasa de IAP entre la fijación interna y la externa no fue estadísticamente significativa ( $p = 0,8$  mediante la prueba de ji cuadrado). Según estos datos, el riesgo de IAP no es estadísticamente significativo diferente de la fijación interna o externa de las fracturas periprotésicas del fémur, pero este análisis está muy limitado por el tamaño pequeño de la muestra. Solo hay dos series de casos que informan sobre el uso de Fijación externa para el tratamiento de las fracturas periprotésicas. Assayag *et al.* trató con éxito dos fracturas periprotésicas de tibia utilizando un marco de fijación externo circular sin infección superficial o profunda [10]. Curiosamente, Sakai *et al.* trató con éxito una fractura periprotésica femoral de artroplastia total de cadera infectada con la fijación externa de Ilizarov con resolución de la infección [11]. No existe un estudio sistemático de este tema. Por lo tanto, no es posible hacer una declaración definitiva con respecto a cualquier posible riesgo diferencial de IAP después de la fijación interna o externa de las fracturas periprotésicas. La fijación interna parece ser el método de tratamiento preferible con una tendencia hacia un menor riesgo de IAP, así como la posibilidad de una mejor alineación y función con una mejor reducción y fijación.

#### REFERENCIAS

- [1] Kim KI, Egol KA, Hozack WJ, Parvizi J. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;446:167-175. doi:10.1097/01.blo.0000214417.29335.19.
- [2] Su ET, DeWal H, Di Cesare PE. Periprosthetic femoral fractures above total knee replacements. *J Am Acad Orthop Surg.* 2004;12:12-20.
- [3] Beris AE, Lykissas MG, Sioros V, Mavrodontidis AN, Korompilias AV. Femoral periprosthetic fracture in osteoporotic bone after a total knee replacement: treatment with Ilizarov external fixation. *J Arthroplasty.* 2010;25:1168.e9-1168.e12. doi:10.1016/j.arth.2009.10.009.
- [4] McGraw P, Kumar A. Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty. *J Orthop Traumatol.* 2010;11:135-141. doi:10.1007/s10195-010-0099-6.
- [5] Simon RG, Brinker MR. Use of Ilizarov external fixation for a periprosthetic supracondylar femur fracture. *J Arthroplasty.* 1999;14:118-121.
- [6] Biswas SP, Kurer MH, Mackenney RP. External fixation for femoral shaft fracture after Stanmore total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1992;74:313-314.
- [7] Hurson C, Synnott K, McCormack D. Above-knee Ilizarov external fixation for early periprosthetic supracondylar femur fracture – a case report. *Knee.* 2005;12:145-147. doi:10.1016/j.knee.2004.06.005.

- [8] Merkel KD, Johnson EW. Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68:29-43.
- [9] Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE, Sobel M. The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1990;5:267-276.
- [10] Assayag MJ, Bor N, Rubin G, Rozbruch SR. Circular hexapod external fixation for periprosthetic tibial fracture. *Arthroplast Today.* 2018;4:192-199. doi:10.1016/j.artd.2017.03.001.
- [11] Sakai T, Ohzono K, Nakase T, Lee SB, Manaka T, Nishihara S. Treatment of periprosthetic femoral fracture after cementless total hip arthroplasty with Iliarov external fixation. *J Arthroplasty.* 2007;22:617-620. doi:10.1016/j.arth.2005.08.004.

## APÉNDICE - ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

**Bases de datos:** OVID-Medline, Google Scholar, Scopus

1. “Periprosthetic Fractures” [MeSH] AND “Infection” [MeSH] AND (“external fixation” or “internal fixation”)
2. “infection” and “periprosthetic fracture” AND (“internal fixation” vs. “external fixation”)
3. “infection” and “periprosthetic hip fracture” and (“external fixation”)- Nothing

4. “periprosthetic tibia fracture” and “external fixation” – 1
5. “periprosthetic femur fracture” and “external fixation” – 1

## ANÁLISIS COMBINADO

Estudio	N	Infección superficial	Infección profunda
Beris	3	2	2
Figgie	1	1	1
Biswas	5	0	0
Merkel	3	0	0
Simon	1	1	0
Hurson	1	0	0
<b>Resumen</b>	<b>14</b>	<b>4 (28,6%)</b>	<b>1 (7,1%)</b>

(p = 0,8; chi cuadrado comparando con resultados tras RAFI)



**Autora:** María Fernanda García

## PREGUNTA 4: ¿Se debe retrasar la fijación definitiva de la fractura en un paciente con politraumatismo y abdomen abierto hasta que el abdomen se cierre?

**RECOMENDACIÓN:** La fijación de la fractura definitiva en presencia de un abdomen abierto no debe retrasarse y podría realizarse de manera segura si el paciente es adecuado para someterse a una cirugía.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%; en desacuerdo: 5%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

## JUSTIFICACIÓN

La laparotomía es una intervención bien establecida en un paciente con politraumatismo cuyo objetivo es lograr una hemostasia rápida y limitar la contaminación generada por una fuga intestinal, biliar o urinaria [1-3]. Sin embargo, el cierre del abdomen no se puede realizar hasta que el edema se haya resuelto para permitir el cierre sin tensión [1]. Se sabe que el cierre abdominal retardado después de la laparotomía de control de daños reduce la mortalidad, las complicaciones y la duración de la estancia. No obstante, el cierre abdominal definitivo no se realiza hasta que el requisito para la reanimación ha cesado, no hay preocupación con respecto a la viabilidad intestinal y no se requiere una nueva exploración quirúrgica [4]. El cierre abdominal se ha asociado con menos complicaciones si se realiza dentro de los 4 a 7 días posteriores a la laparotomía [4]. El cuidado temprano y apropiado de la columna vertebral, el anillo pélvico, el acetábulo y las fracturas femorales inestables en pacientes con politraumatismo disminuye la estadía de la unidad de cuidados intensivos (UCI) de 9,4 a 4,5 días y el total Estancia hospitalaria de 15,3 a 9,4 días [5]. Sin embargo, la fijación de la fractura definitiva en pacientes con abdomen abierto a menudo se retrasa debido a la percepción de que existe un mayor riesgo de complicaciones, específicamente la infección del sitio quirúrgico (ISQ) [6]. Un estudio retrospectivo ha evaluado la seguridad de la fijación por fractura definitiva en presencia de un abdomen abierto [6]. Este estudio apoya el tratamiento quirúrgico definitivo de las fracturas de la columna vertebral, la pelvis, acetabulares y de hueso largo mediante técnicas mínimamente invasivas y abordajes estándar abiertos. El tiempo transcurrido des-

de la lesión hasta la cirugía de fijación promedió 4,4 días cuando se realizó en presencia de un abdomen abierto y 11,8 días cuando se aplazó hasta el cierre de la pared abdominal. La incidencia de ISQ que requirió intervención quirúrgica fue de 3,1% en el primer grupo y de 30,6% en el segundo. No se encontraron diferencias significativas en términos de mortalidad, estancia hospitalaria o número de días en ventilación mecánica.

Según la limitada bibliografía disponible, no hay razón para retrasar la fijación de la fractura definitiva en pacientes con politraumatismo con un abdomen abierto.

Los pacientes pueden beneficiarse de la fijación temprana de la fractura, no solo para disminuir el tiempo de ingreso en UCI y en planta, sino también por el riesgo de infección. Recomendamos que los pacientes se sometan a una fijación de fractura definitiva en el abdomen abierto si el paciente está médicamente estable, no tiene una infección activa y es adecuado para someterse a una cirugía.

## REFERENCIAS

- [1] Germanos S, Gourgiotis S, Villias C, Bertucci M, Dimopoulos N, Salemis N. Damage control surgery in the abdomen: an approach for the management of severe injured patients. *Int J Surg.* 2008;6:246-252. doi:10.1016/j.ijssu.2007.05.003.
- [2] Hatch QM, Osterhout LM, Ashraf A, Podbielski J, Kozar RA, Wade CE, et al. Current use of damage-control laparotomy, closure rates, and predictors of early fascial closure at the first take-back. *J Trauma.* 2011;70:1429-1436. doi:10.1097/TA.0b013e31821b245a.

- [3] Sharrock AE, Barker T, Yuen HM, Rickard R, Tai N. Management and closure of the open abdomen after damage control laparotomy for trauma. A systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2016;47:296–306. doi:10.1016/j.injury.2015.09.008.
- [4] Coccolini F, Roberts D, Ansaloni L, Ivatury R, Gamberini E, Kluger Y, et al. The open abdomen in trauma and non-trauma patients: WSES guidelines. *World J Emerg Surg*. 2018;13:1–16. doi:10.1186/s13017-018-0167-4.
- [5] Vallier HA, Dolenc AJ, Moore TA. Early appropriate care: a protocol to standardize resuscitation assessment and to expedite fracture care reduces hospital stay and enhances revenue. *J Orthop Trauma*. 2016. doi:10.1097/BOT.0000000000000524.
- [6] Glass NE, Burlew CC, Hahnhaussen J, Weckbach S, Pieracci FM, Moore EE, et al. Early definitive fracture fixation is safely performed in the presence of an open abdomen in multiply injured patients. *J Orthop Trauma*. 2017;31:624–630. doi:10.1097/BOT.0000000000000959.





Autores: Andrés Pinzón, Kenneth Egol

**PREGUNTA 1:** ¿Qué sistema de clasificación de fractura abierta (clasificación de Gustilo-Anderson o la clasificación de fractura abierta de la Asociación de Traumatología Ortopédica (OTA-OFC)), se prefiere actualmente, basado en la reproducibilidad interobservador y la previsión de resultados?

**RECOMENDACIÓN:** Se prefiere OTA-OFC. Sobre la base de los datos disponibles actualmente, OTA-OFC proporciona una descripción más sólida de la lesión con un acuerdo interobservador que es comparable o superior a la clasificación de Gustilo-Anderson. Además, la OTA-OFC, según sus subcategorías, puede predecir resultados como la probabilidad de una amputación temprana y la necesidad de tratamientos adyuvantes.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%, en desacuerdo: 0%, abstención: 5% (consenso unánime y más fuerte)

### JUSTIFICACIÓN

La clasificación de Gustilo-Anderson se introdujo en 1976 para su uso en la descripción de las fracturas abiertas de la tibia [1,2]. Originalmente compuesto de los Tipos I a III, el Tipo III se subdividió posteriormente en los subtipos A a C para permitir la clasificación de las fracturas "graves" con mayor especificidad [2,3]. Desde entonces, se ha adoptado para describir las fracturas abiertas de todos los huesos largos y sigue siendo el sistema más utilizado para clasificar las fracturas abiertas [2].

Se sabe que la clasificación de Gustilo-Anderson solo tenía un acuerdo interobservador moderado cuando fue investigado por Horn *et al.* [4] y Brumbeck *et al.* [5], con un acuerdo global del 66% y 60%, respectivamente. Clínicamente, la clasificación de Gustilo-Anderson está bien establecida como predictor de infección y amputación [1-3,6-8]. Proporciona un método para estratificar fracturas abiertas ampliamente en categorías "leves" y "graves".

El OTA-OFC se introdujo en 2010 como un sistema para describir fracturas abiertas de todas las ubicaciones [9]. En lugar de utilizar una única puntuación compuesta, la OTA-OFC está compuesta por cinco componentes discretos (piel, músculo, arteria, contaminación y pérdida ósea), cada uno de los cuales se clasifica de forma independiente leve, moderada o grave [9]. Los estudios sugieren que el acuerdo interobservador en todo el sistema OTA-OFC es "moderado" a "bueno" en general [10,11], una estadística que es comparable o superior a la que se ha informado para la clasificación de Gustilo-Anderson [4, 5,10]. Sin embargo, esto debe interpretarse con cautela, ya que la OTA-OFC no está agregada y el acuerdo interobservador no es comparable entre las cinco categorías [10].

Los estudios revisados encontramos que el acuerdo es menos sólido dentro de las categorías de lesión muscular, pérdida ósea y contaminación, lo que sugiere que estas categorías pueden beneficiarse de una revisión o clarificación posterior [10,11]. Los estudios iniciales sobre la utilidad predictiva de la OTA-OFC son prometedores. Agel *et al.* encontraron diferentes categorías útiles para predecir ciertas modalidades de tratamiento: la categoría de piel para el cierre asistido por vacío; Categoría de pérdida ósea para la colocación de perlas de antibióticos; categorías de piel y músculo para múltiples desbridamientos; y las categorías de piel, contaminación y lesión arterial para la amputación temprana [12]. Johnson *et al.* encontró que predice la amputación y la infección dentro de los 90 días [13]. Hao *et al.* descubrió que era predictivo de la amputación cuando la puntuación acumulada era  $\geq 10$  [14].

Si bien se necesitan más estudios para validar la OTA-OFC, la literatura actual sugiere que proporciona un método para describir fracturas abiertas con mayor especificidad en comparación con la clasificación de Gustilo Anderson con un acuerdo comparable entre observadores.

### REFERENCIAS

- [1] Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:453-458.
- [2] Kim PH, Leopold SS. Gustilo-Anderson classification. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470:3270-3274. doi:10.1007/s11999-012-2376-6.
- [3] Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma.* 1984;24:742-746.
- [4] Horn BD, Rettig ME. Interobserver reliability in the Gustilo and Anderson classification of open fractures. *J Orthop Trauma.* 1993;7:357-360.
- [5] Brumback RJ, Jones AL. Interobserver agreement in the classification of open fractures of the tibia. The results of a survey of two hundred and forty-five orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:1162-1166.
- [6] Hull PD, Johnson SC, Stephen DJG, Kreder HJ, Jenkinson RJ. Delayed debridement of severe open fractures is associated with a higher rate of deep infection. *Bone Joint J.* 2014;96-B:379-384. doi:10.1302/0301-620X.96B3.32380.
- [7] Matos MA, Lima LG, de Oliveira LAA. Predisposing factors for early infection in patients with open fractures and proposal for a risk score. *J Orthop Traumatol.* 2015;16:195-201. doi:10.1007/s10195-015-0345-z.
- [8] Kortram K, Bezstarosti H, Metsemakers WJ, Raschke MJ, Van Lieshout EMM, Verhofstad MHJ. Risk factors for infectious complications after open fractures; a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop.* 2017;41:1965-1982. doi:10.1007/s00264-017-3556-5.
- [9] Orthopaedic Trauma Association: Open Fracture Study Group. A new classification scheme for open fractures. *J Orthop Trauma.* 2010;24:457-464. doi:10.1097/BOT.0b013e3181c7cb6b.
- [10] Ghoshal A, Enninghorst N, Sisak K, Balogh ZJ. An interobserver reliability comparison between the Orthopaedic Trauma Association's open fracture classification and the Gustilo and Anderson classification. *Bone Joint J.* 2018;100-B:242-246. doi:10.1302/0301-620X.100B2.BJ-2017-0367.R1.
- [11] Agel J, Evans AR, Marsh JL, DeCoster TA, Lundy DW, Kellam JF, et al. The OTA open fracture classification: a study of reliability and agreement. *J Orthop Trauma.* 2013;27:379-384. doi:10.1097/BOT.0b013e3182820d31.
- [12] Agel J, Rockwood T, Barber R, Marsh JL. Potential predictive ability of the Orthopaedic Trauma Association open fracture classification *J Orthop Trauma.* 2014;28:300-306. doi:10.1097/BOT.0b013e3182a70f59.
- [13] Johnson JP, Karam M, Schisel J, Agel J. An evaluation of the OTA-OFC system in clinical practice: a multi-center study with 90 days outcomes. *J Orthop Trauma.* 2016;30:579-583. doi:10.1097/BOT.0000000000000648.
- [14] Hao J, Cuellar DO, Herbert B, Kim JW, Chadayammuri V, Casemyr N, et al. Does the OTA open fracture classification predict the need for limb amputation? A retrospective observational cohort study on 512 patients. *J Orthop Trauma.* 2016;30:194-198. doi:10.1097/BOT.0000000000000479.

## PREGUNTA 2: ¿Qué criterios diagnósticos deben cumplirse para diagnosticar una infección en el sitio quirúrgico (ISQ) o una infección relacionada con una fractura (IRF) en un traumatismo ortopédico (incluidos los fijadores externos)?

**RECOMENDACIÓN:** Los criterios de diagnóstico propuestos por el International Consensus Group sobre IRF (publicado en 2017) deben utilizarse para diagnosticar infecciones en casos de fracturas. En los casos, más de cuatro semanas desde la fractura, la confirmación histológica de > 5 neutrófilos por campo de alta potencia confirma la infección.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Consenso

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 85%, en desacuerdo: 5%, abstención: 10% (supermayoría, consenso fuerte)

### JUSTIFICACIÓN

A diferencia de las infecciones de las articulaciones periprotésicas (IAP) que tienen criterios diagnósticos claramente definidos [1], no existen criterios claros para la infección asociada con los procedimientos traumatológicos ortopédicos. El traumatismo ortopédico tiene una tasa más alta de ISQ en comparación con otras especialidades quirúrgicas, pero carece de un acuerdo de definición de infección [2-4]. Esto se debe probablemente a la gran variedad y complejidad del trauma esquelético y la variabilidad de los procedimientos quirúrgicos. De acuerdo con la definición inicial de ISQ en traumas de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC), esto podría ocurrir hasta un año después de la cirugía [5].

Sin embargo, en su última revisión, este período de tiempo se ha reducido a 90 días [6]. Esto plantea un desafío para el diagnóstico, ya que las infecciones relacionadas con traumatismos ortopédicos suelen ser subclínicas y algunas solo muestran dolor sin otros signos o síntomas [5,7]. Además, las pautas de los CDC distinguen entre infecciones incisionales superficiales, incisionales profundas e infecciones de órganos/espacio. Bonneville *et al.* ya declaró que el término "infección superficial" es, en el mejor de los casos, arbitrario [8], y plantea problemas particularmente desafiantes en la infección asociada con el traumatismo ortopédico. Finalmente, en la investigación de traumatismos ortopédicos, estos términos (por ejemplo, superficial y profundo) a menudo se usan de forma incorrecta o inapropiada, lo que hace que la comparación de la literatura sea difícil [9].

En la literatura clínica actual, se utilizan numerosos términos distintos a la ISQ con respecto a las infecciones asociadas con procedimientos de traumatismos ortopédicos (por ejemplo, osteomielitis postraumática, osteítis). A menudo, no se hace distinción entre los términos osteítis y osteomielitis. En general, estos términos no parecen ser útiles ya que el problema principal es la presencia de bacterias en el sitio de la fractura y alrededor de el implante, en lugar de la semántica de la patogénesis de la infección [9].

Los cirujanos de traumatología ortopédica se dieron cuenta de que la definición de IAP, los criterios para la osteomielitis y las pautas de los CDC no podían extrapolarse fácilmente a los casos de fracturas y, por lo tanto, se debía desarrollar una definición. Esto fue confirmado recientemente por una encuesta internacional para usuarios registrados de AOTrauma. En esta encuesta, a los cirujanos se les preguntó acerca de la necesidad de una definición de trabajo, y el 90% de los más de 2.000 cirujanos que respondieron sugirieron que se requería una definición centrada únicamente en la infección en traumatismos ortopédicos (es decir, fracturas) [10]. Por lo tanto, se realizó un esfuerzo especial, con el apoyo de organizaciones múltiples, para desarrollar (Fundación AO y Sociedad Europea de Infección Ósea y Articulaciones (EBJIS)) [9] y actualización (Fundación AO, Asociación de Trauma Ortopédica (OTA), EBJIS y PRO-Implant Foundation) [11] una definición de consenso. El grupo de consenso designó la infección relacionada con el traumatismo ortopédico (es decir, las fracturas) como IRF y estableció una definición basada en dos tipos diferentes de criterios de diagnós-

**TABLA 1. Criterios para definir la Infección relacionada con una fractura (IRF)**

Criterios confirmatorios	Criterios sugestivos
1. Fístula o complicación de la herida	1. Signos clínicos: dolor que aumenta con el tiempo, enrojecimiento local, hinchazón local, aumento de la temperatura local o fiebre.
2. Drenaje de pus o presencia de pus	2. Signos radiológicos y de gammagrafía
3. Patógenos indistinguibles identificados por 2 cultivos separados tomados de tejido profundo o el implante	3. Patógenos identificados en cultivo de un solo cultivo de tejido profundo o implante
4. Presencia de más de cinco neutrófilos polimorfonucleares por campo de alta potencia, confirmada por el examen histopatológico [12].	4. Marcadores inflamatorios elevados: VSG, WBC, PCR
	5. Drenaje persistente o en aumento a través de la herida
	6. Derrame articular "de novo" en pacientes fracturados.

IRF: infección relacionada con la fractura; VSG: tasa de sedimentación globular; PCR: proteína C reactiva; WBC: glóbulos blancos.

tico: confirmatorio (infección definitivamente presente si se cumple un criterio confirmatorio) o sugerente (características) asociados con la infección y que requieren investigación adicional) criterios (Tabla 1).

Sin lugar a dudas, esta definición de consenso debe ser validada por la recopilación de datos prospectivos con el fin de reunir evidencia de su uso en estudios clínicos y demostrar que puede convertirse en una herramienta valiosa en la investigación comparativa.

### Fijación externa

Las tasas de infección informadas con el uso de fijadores externos son más altas que con la osteosíntesis con una incidencia de infección de hasta el 71% [13]. Sin embargo, tampoco hay claridad con respecto al diagnóstico de ISQ en la fijación externa. Hay dos sistemas de clasificación, Checketts-Otterburn y Sims, ninguno de los cuales ha sido validado [13,14]. El más utilizado es el esquema de quemaduras de Checketts-Otterburn, que describe signos clínicos como enrojecimiento, secreción, dolor, edema, cambios radiológicos en la interfaz tornillo-hueso y compromiso en varios niveles [15].

En conclusión, hay una escasez de evidencia científica con respecto a los criterios diagnósticos para definir las ISQ en el trauma ortopédico. Los CDC publicaron pautas para las ISQ que distinguen entre infecciones incisionales superficiales, incisionales profundas y de órganos/espacio, no parecen adecuadas para definir/diagnosticar infecciones en pacientes con traumatismos ortopédicos. La definición de consenso internacional recientemente publicada, y posteriormente actualizada, parece la más adecuada. Esta definición introduce, en lugar de ISQ, el término IRF. Además, se definen dos niveles de certeza en torno a las características de diagnóstico. Los criterios pueden ser confirmatorios (infección definitivamente presente si se cumple con un criterio confirmatorio) o sugerentes. Esta definición debería ser validada por datos prospectivos en el futuro.

### REFERENCIAS

[1] Parvizi J, Tan TL, Goswami K, Higuera C, Della Valle C, Chen AF, et al. The 2018 definition of periprosthetic hip and knee infection: an evidence-based

- and validated criteria. *J Arthroplasty*. 2018;33:1309–1314.e2. doi:10.1016/j.arth.2018.02.078.
- [2] Thakore RV, Greenberg SE, Shi H, et al. Surgical site infection in orthopedic trauma: a case-control study evaluating risk factors and cost. *J Clin Orthop Trauma*. 2015;6:220–226. doi:10.1016/j.jcot.2015.04.004.
- [3] Morgenstern M, Moriarty TF, Kuehl R, Richards RG, McNally MA, Verhofstad MHJ, et al. International survey among orthopaedic trauma surgeons: lack of a definition of fracture-related infection. *Injury*. 2018;49:491–496. doi:10.1016/j.injury.2018.02.001.
- [4] 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;49:497–504. doi:10.1016/j.injury.2017.02.010.
- [5] Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Am J Infect Control*. 1992;20:271–274.
- [6] CDC (2016) National Healthcare Safety Network (NHSN) Overview. Centers for Disease Control and Prevention.
- [7] Surgical Site Infection | Guidelines | Infection Control | CDC n.d.
- [8] Bonneville P, Bonnomet F, Philippe R, Loubignac F, Rubens-Duval B, Talbi A, et al. Early surgical site infection in adult appendicular skeleton trauma surgery: a multicenter prospective series. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98:684–689. doi:10.1016/j.otsr.2012.08.002.
- [9] Metsemakers WJ, Morgenstern M, McNally MA, Moriarty TF, McFadyen I, Scarborough M, et al. Fracture-related infection: a consensus on definition from an international expert group. *Injury*. 2017;49(3):505–510. doi:10.1016/j.injury.2017.08.040.
- [10] Morgenstern M, Moriarty TF, Kuehl R, Richards RG, McNally MA, Verhofstad MHJ, et al. International survey among orthopaedic trauma surgeons: lack of a definition of fracture-related infection. *Injury*. 2018;49:491–496. doi:10.1016/j.injury.2018.02.001.
- [11] Govaert GA, Kühl R, Atkins BL, Trampuz A, Morgenstern M, Obremskey WT, Verhofstad MHJ, McNally MA, Metsemakers WJ (FRI Consensus Group). Diagnosing fracture-related infection: current concepts and recommendations. 2018 (Unpublished data).
- [12] Morgenstern M, Athanasou NA, Ferguson JY, Metsemakers WJ, Atkins BL, McNally MA. The value of quantitative histology in the diagnosis of fracture-related infection. *Bone Joint J*. 2018;100-B:966–972.
- [13] Sims M, Saleh M. External fixation – the incidence of pin site infection: a prospective audit. *J Orthop Nursing*. 2000;4:59–63. doi:10.1054/joon.2000.0067.
- [14] Kristakis I, Guerado E, Giannoudis PV. Pin-site care: can we reduce the incidence of infections? *Injury*. 2015;46 Suppl 3:S35–S39. doi:10.1016/S0020-1383(15)30009-7.
- [15] Shirai T, Watanabe K, Matsubara H, Nomura I, Fujiwara H, Arai Y, et al. Prevention of pin tract infection with iodine-supported titanium pins. *J Orthop Sci*. 2014;19:598–602. doi:10.1007/s00776-014-0561-z.



**Autores:** Carl Haasper, Jaime A. Leal, Willem-Jan Metsemakers

## PREGUNTA 3: ¿Qué criterios diagnósticos definen la pseudoartrosis infectada del hueso largo?

**RECOMENDACIÓN:** La falta de evidencia científica excluye el desarrollo de criterios de diagnóstico que se basen únicamente en evidencia sólida. La combinación de la definición de consenso de infección relacionada con fractura (IRF) con una falta de unión es un punto de partida razonable; sin embargo, las definiciones de pseudoartrosis varían y tanto la definición de IRF como cualquier criterio propuesto para la pseudoartrosis de huesos largos necesitarán una validación científica.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 86%, en desacuerdo: 9%, abstención: 5% (supermayoría, consenso fuerte)

### JUSTIFICACIÓN

#### Introducción

El IRF es una complicación musculoesquelética temida y una de las más difíciles en la cirugía de trauma. Actualmente, la estimación del impacto real de IRF se ha visto obstaculizada por la falta de una definición clara [1,2]. Curiosamente, este problema se planteó previamente en una publicación de suplemento científico de Arbeitsgemeinschaft Osteosynthesefragen/Asociación para el Estudio de la

Fijación Interna (AO/ASIF) de Arens *et al.* en 1996, en el que los autores declararon en un estudio clínico y experimental combinado en IRF, "es sorprendente que en todos los artículos en los que se menciona la infección, el término "infección" no esté definido" [3]. De hecho, esto fue confirmado por una revisión sistemática reciente, que mostró que solo una minoría de los ensayos controlados aleatorios (2%) en los cuidados de fractura utilizan cualquier tipo de definición estandarizada de IRF [4]. La falta de una definición clara de IRF refle-

ja la situación de la infección articular protésica (IAP) identificada hace muchos años [1–5]. La situación de IAP [6] y la infección del pie diabético, por ejemplo [7], ha mejorado con las definiciones de consenso que surgieron en los últimos años. Los cirujanos de traumatología ortopédica se dieron cuenta de que ni la definición de IAP ni los lineamientos de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) podían extrapolarse fácilmente a los casos de fracturas y que se debía desarrollar una definición de IRF.

Esto ha sido confirmado recientemente por una encuesta internacional para usuarios registrados de AOTrauma. En esta encuesta, a los cirujanos se les preguntó sobre la necesidad de una definición de trabajo de IRF y el 90% de más de 2.000 cirujanos que respondieron sugirieron que se requiere una definición de IRF [8]. Por lo tanto, se hizo un esfuerzo especial, con el apoyo de la Fundación AO, para desarrollar tal definición de consenso. El proceso que se siguió fue comparable al descrito por Cats-Baril *et al.* para la nueva definición de IAP [9]. Finalmente, en 2016, se llevó a cabo una reunión de consenso sobre este tema con un panel internacional de expertos. Esto dio lugar a la actual definición de consenso para IRF, que se publicó recientemente [10]. Esto dio lugar a la actual definición de consenso para IRF, que fue recientemente publicada y adoptada por la Fundación AO y la Sociedad Europea de Infección Ósea y Articular (EBJIS).

## Clasificaciones

En la literatura se describen clasificaciones múltiples que subdividen la IRF en grupos discretos, como infecciones agudas y crónicas, o infecciones tempranas, retardadas y tardías [2,11–13]. Los autores de la definición de consenso recientemente publicada afirmaron que solo debería haber una definición única para IRF basada en criterios diagnósticos específicos. Se propusieron dos razones principales para esta decisión. Primero, una subdivisión haría tal definición innecesariamente compleja y difícil de usar en la práctica diaria. Segundo, aunque las clasificaciones disponibles están relacionadas con el tiempo, estas ventanas de tiempo no se basan en evidencia científica. Esto apoya la opinión de que están mal definidos para IRF (por ejemplo, tiempo desde la lesión o tiempo desde el inicio de los síntomas) y algo arbitrario. Todas estas preocupaciones plantean serios problemas desde el punto de vista de la definición [4]. Los autores estuvieron de acuerdo en que las infecciones agudas y crónicas son entidades diferentes que pueden requerir diferentes estrategias de tratamiento, sin embargo, esto no debería afectar la forma en que los médicos definen la IRF [10].

## Criterios de diagnóstico

Se han realizado revisiones sistemáticas recientes, de las cuales dos están actualmente en proceso de presentación, para analizar el valor de los criterios de diagnóstico específicos para la IRF. A continuación, se resumen tres revisiones sistemáticas sobre criterios diagnósticos.

## Criterios clínicos

Los estudios que se centran específicamente en los criterios clínicos para diagnosticar IRF son actualmente escasos y los estudios de validación son inexistentes. En dos revisiones sistemáticas, se describieron los criterios clínicos utilizados para definir IRF. En un estudio de Metsemakers *et al.*, el objetivo fue identificar las definiciones utilizadas en la literatura para describir las complicaciones infecciosas después de la fijación interna de las fracturas [4]. Un total de 100 ensayos de control aleatorios (ECA) se identificaron en la búsqueda. Los signos clínicos utilizados para diagnosticar IRF en los estudios incluidos fueron: drenaje purulento (16 estudios), dehiscencia/complicación de la herida (5 estudios), rubor (enrojecimiento) (5 estudios),

calor (4 estudios), tumefacción (hinchazón) (4 estudios), signos no especificados (4 estudios) y fiebre (3 estudios). Otros parámetros que se utilizaron para diagnosticar IRF fueron cultivos positivos (15 estudios), tratamiento con antibióticos orales (6 estudios), necesidad de desbridamiento quirúrgico (5 estudios), necesidad de extracción del implante (4 estudios), signos radiológicos (2 estudios) y Niveles de proteína C reactiva (PCR) (1 estudio). La mayoría de los autores incluyeron drenaje o secreción purulenta y cultivos positivos como parámetros para el diagnóstico de IRF [4].

En una revisión sistemática en curso realizada por Bezstarosti *et al.*, los autores pretenden proporcionar una visión general de los criterios diagnósticos, clasificaciones, protocolos de tratamiento y medidas de resultado relacionados con el paciente disponibles para las IRF tratadas quirúrgicamente entre 1990 y 2017. Los signos clínicos utilizados en los 93 estudios incluidos fueron: drenaje o secreción purulenta (34 estudios), dolor (14 estudios), tumefacción (hinchazón) (9 estudios), calor (8 estudios), dehiscencia/complicación de la herida (7 estudios), rubor (enrojecimiento) (7 estudios), fiebre (5 estudios) y signos inflamatorios inespecíficos (46 estudios). Parece que la hinchazón, el dolor y el enrojecimiento a menudo se ven como signos de IRF, sin embargo, están sujetos a interpretación y son difíciles de medir. El "drenaje purulento" y la "dehiscencia/complicación de la herida", por otro lado, parecen más apropiados como puntos finales en el diagnóstico de IRF.

## Marcadores inflamatorios de suero

En una revisión sistemática en curso por van den Kieboom y Bosch *et al.*, se evaluó el valor diagnóstico de los marcadores inflamatorios del suero, la PCR, el recuento de leucocitos (WBC) y la tasa de sedimentación de eritrocitos (VSG) en la sospecha de IRF. Se identificaron un total de 8.280 artículos, de los cuales 6 [14–19] se incluyeron en esta revisión. La PCR, informada en 6 estudios, parecía ser el marcador inflamatorio sérico más útil con una sensibilidad que oscila entre el 60,0 y el 100% y una especificidad entre el 34,3 y el 85,7%, lo que concuerda con la práctica clínica actual [20]. El WBC se informó en cinco estudios. La sensibilidad osciló entre el 22,9 y el 72,6% y la especificidad entre el 73,5 y el 85,7%. Cinco estudios investigaron la VSG; la sensibilidad y la especificidad variaron de 37,1 a 100% y de 59,0 a 85,0% respectivamente. Para el metanálisis, se podrían agrupar cuatro estudios de PCR, cuatro estudios de WBC y tres estudios de VSG. El metanálisis de los resultados agrupados demostró solo un valor diagnóstico limitado de los marcadores individuales. Cuatro estudios analizaron el valor de combinar marcadores e informaron una mayor precisión diagnóstica. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con cautela, ya que se basan en datos limitados de estudios heterogéneos. De hecho, los resultados de todos los marcadores séricos varían mucho entre los estudios. Otro problema identificado al analizar estos estudios fue que se utilizaron diferentes dispositivos de medición, protocolos de laboratorio y/o umbrales entre los estudios. Por lo tanto, los autores concluyeron que los marcadores de inflamación del suero analizados (PCR, WBC y VSG) parecen no ser adecuados para descartar o diagnosticar la IRF. Cuando estos marcadores se utilizan en un gráfico de flujo de diagnóstico, deben interpretarse con precaución [10]. Se requieren protocolos de investigación futura que utilicen valores de marcadores inflamatorios continuos y protocolos de laboratorio estandarizados para evaluar su valor combinado en el diagnóstico de IRF.

## Muestras de tejido y sonicación de fluidos

En una revisión sistemática en curso, Onsea *et al.* analizaron la evidencia disponible sobre la sonicación de fluidos y las pruebas de tejidos para el diagnóstico de IRF. De los 2.624 estudios, diez [14,21–29]

cumplieron con los criterios de inclusión predefinidos. Cinco estudios [21-25] se centraron en el cultivo de fluidos por sonicación, dos en la reacción en cadena de la polimerasa (RCPL) [14,26] y dos en histopatología [27,28]. Se encontró un estudio histopatológico adicional [29] después de seleccionar las listas de referencias. La revisión demostró que existe evidencia de que el cultivo de fluidos por sonicación puede ser un complemento útil al cultivo de tejidos convencional, pero no hay pruebas sólidas de que sea superior o pueda reemplazar al cultivo de tejidos. En cuanto a las técnicas moleculares y la histopatología, la evidencia es aún menos clara. En general, los estudios tenían criterios de definición del estándar de oro variables para la comparación y métodos de cultivo mal informados. Al actualizar la revisión, se revisó un documento adicional [30] que se encuentra actualmente en prensa. Este estudio de Morgenstern *et al.*, incluye los casos de IRF no curados a más de cuatro semanas tras la fractura. Se vio un recorte bimodal de la presencia de polimorfocitos nucleares (PMN), lo que indica resultados alentadores en la reducción del número de casos en los que el diagnóstico era incierto [29]. Durante una segunda reunión de consenso reciente (es decir, AO Foundation, OTA, EBJS y PRO-Implant Foundation) se decidió que este recorte de la presencia de PMN se incluyera como un signo de confirmación para la IRF.

Finalmente, en la revisión sistemática de Onsea *et al.*, los autores concluyeron que es imperativo que los protocolos de laboratorio se estandaricen y que se apliquen criterios de diagnóstico uniformes, como se publicó recientemente en una definición de consenso.

### Modalidades de imagen

En una reciente revisión sistemática realizada por Govaert *et al.* [31], se analizó la literatura publicada entre 2000 y 2016 sobre técnicas de imagen para el diagnóstico de osteomielitis postraumática. La búsqueda bibliográfica arrojó 3,358 registros originales, de los cuales se incluyeron 10 artículos [32-41]. Esta revisión incluyó siete estudios sobre diferentes técnicas de imágenes nucleares, dos estudios sobre resonancia magnética (RM), un estudio sobre tomografía computarizada (TC) pero no se encontraron estudios identificados con radiografías simples. La sensibilidad para el recuento de glóbulos blancos (glóbulos blancos) o la gammagrafía con anticuerpos contra granulocitos (AGA) osciló entre el 50 y el 100%, la especificidad varió entre el 40 y el 97%. Para la tomografía por emisión de positrones fluorodeoxiglucosa (FDG-PET), la sensibilidad y la especificidad oscilaron entre 83 y 100% y entre 51 y 100%, respectivamente.

La gammagrafía de glóbulos blancos combinada con la técnica de imagen híbrida de tomografía computarizada por emisión de fotón único combinada con TC (SPECT/TC) fue evaluada por dos estudios. Se informó una mayor precisión diagnóstica en ambos estudios que utilizaron esta combinación. Tres estudios investigaron la combinación de FDG-PET con PET-TC, que proporcionó un aumento significativo en la precisión diagnóstica. Sin embargo, los estudios que examinaron estas combinaciones solo proporcionaron información limitada. Los autores concluyeron que, en comparación con otras técnicas de imagen, la gammagrafía con WBC o AGA combinada con SPECT/TC y FDG-PET combinada con TC demuestra la mayor precisión diagnóstica para el diagnóstico de osteomielitis postraumática en comparación con otras técnicas de imagen. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que estos resultados se basan en un pequeño número de estudios y que las técnicas de imagen y las poblaciones de pacientes fueron heterogéneas entre los estudios.

Al actualizar la revisión sistemática, se pueden encontrar dos estudios más de los últimos dos años. Un estudio realizado por Govaert *et al.* [42], tuvo como objetivo establecer la precisión de 192 gammagrafías de WBC para diagnosticar las IRF, e investigar si la

duración del intervalo de tiempo entre la cirugía y la gammagrafía de WBC influye en su precisión. Los autores concluyeron que la gammagrafía de WBC tenía una precisión diagnóstica del 92% para la detección de IRF en el esqueleto periférico. La duración del intervalo entre la cirugía y la gammagrafía de glóbulos blancos no influyó en su precisión diagnóstica. El segundo estudio, por van Vliet *et al.* [43], evaluaron la eficacia y la precisión diagnóstica de una medida semicuantitativa, el valor de captación estándar máximo (SUVmáx), para la interpretación de FDG-PET/TC en la diferenciación entre aséptica y séptica retardada de la unión de la extremidad inferior. Se incluyeron un total de 30 pacientes: 13 pacientes con uniones asépticas con retraso y 17 pacientes con uniones sépticas con retraso. La media de SUVmáx. en pacientes asépticos con unión retardada fue de 3,23 (SD  $\pm$  1,21). La media de SUVmáx en pacientes con unión séptica con retraso fue de 4,77 (SD  $\pm$  1,87). Un SUVmáx ajustado a 4.0 mostró una precisión diagnóstica del 70% para diferenciar entre la unión retardada aséptica y séptica. Los autores concluyeron que la aplicación de SUVmáx para la interpretación de la imagen de FDG-PET/TC parece ser una herramienta prometedora para la discriminación entre la unión retrasada aséptica y séptica. Sin embargo, como esto se basa en un pequeño número de pacientes, reconocen que se necesitan ensayos prospectivos más grandes para hacer una declaración adicional con respecto al papel de la FDG-PET/TC en el diagnóstico de IRF.

Debido a la falta actual de evidencia de alta calidad sobre el valor de las técnicas de imagen, que es similar a los otros criterios diagnósticos analizados anteriormente, las técnicas de imagen no parecen adecuadas para descartar o diagnosticar la IRF y solo pueden considerarse un signo sugestivo [10]. Esto también se incluyó en la definición de consenso internacional de IRF recientemente actualizada (es decir, AO Foundation, OTA, EBJS y PRO-Implant Foundation). La definición de pseudoartrosis actualmente no está estandarizada, lo que dificulta la introducción de criterios de diagnóstico para pseudoartrosis infectados. Dicho esto, en general hay poca evidencia científica sobre los criterios de diagnóstico para IRF.

Con respecto a los marcadores inflamatorios del suero, las muestras de tejido, de líquido de sonicación y las modalidades de obtención de imágenes, solo se dispone de un pequeño número de estudios. Los estudios de validación sobre parámetros clínicos son inexistentes. Esta falta de evidencia científica impide el desarrollo de criterios de diagnóstico que se basen únicamente en evidencia sólida. Además, parece que el desarrollo de criterios de diagnóstico tanto para infecciones agudas/tempranas como para infecciones crónicas/tardías (por ejemplo, pseudoartrosis infectada) es arbitrario y complica la toma de decisiones clínicas. Finalmente, aunque la evidencia científica sobre los criterios de diagnóstico para definir IRF es escasa, la definición del Consenso internacional de IRF que se actualizó recientemente parece un comienzo adecuado y ofrece a los clínicos la oportunidad de estandarizar los informes clínicos y mejorar la calidad de la literatura publicada. En nuestra opinión, esta definición debe ser validada por la posible recopilación de datos en el futuro.

### REFERENCIAS

- [1] Metsemakers W-J, Moriarty TF, Morgenstern M, Kuehl R, Borens O, Kates S, et al. Letter to the editor: new definition for periprosthetic joint infection: from the Workgroup of the Musculoskeletal Infection Society. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474:2726-2727. doi:10.1007/s11999-016-5087-6.
- [2] 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;49:511-522. doi:10.1016/j.injury.2016.09.019.
- [3] Arens S, Hansis M, Schlegel U, Eijer H, Printzen G, Ziegler WJ, et al. Infection after open reduction and internal fixation with dynamic compression plates – clinical and experimental data. *Injury.* 1996;27 Suppl 3:SC27-SC33.
- [4] 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;49:497-504. doi:10.1016/j.injury.2017.02.010.

- [5] Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE. Prosthetic-joint infections. *N Engl J Med*. 2004;351:1645-1654. doi:10.1056/NEJMra040181.
- [6] Parvizi J, Zmistowski B, Berbari EF, Bauer TW, Springer BD, Della Valle CJ, et al. New definition for periprosthetic joint infection: from the Workgroup of the Musculoskeletal Infection Society. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:2992-2994. doi:10.1007/s11999-011-2102-9.
- [7] Lipsky BA, Berendt AR, Cornia PB, Pile JC, Peters EJG, Armstrong DG, et al. 2012 Infectious Diseases Society of America clinical practice guideline for the diagnosis and treatment of diabetic foot infections. *Clin Infect Dis*. 2012;54:e132-173. doi:10.1093/cid/cis346.
- [8] Morgenstern M, Moriarty TF, Kuehl R, Richards RG, McNally MA, Verhofsstad MHJ, et al. International survey among orthopaedic trauma surgeons: lack of a definition of fracture-related infection. *Injury*. 2018;49:491-496. doi:10.1016/j.injury.2018.02.001.
- [9] Cats-Baril W, Gehrke T, Huff K, Kendoff D, Maltenfort M, Parvizi J. International consensus on periprosthetic joint infection: description of the consensus process. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471:4065-4075. doi:10.1007/s11999-013-3329-4.
- [10] Metsemakers WJ, Morgenstern M, McNally MA, Moriarty TF, McFadyen I, Scarborough M, et al. Fracture-related infection: a consensus on definition from an international expert group. *Injury*. 2018;49:505-510. doi:10.1016/j.injury.2017.08.040.
- [11] Borens O, Helmy N. [Infected osteosynthesis]. *Chirurg*. 2016;87:822-830. doi:10.1007/s00104-016-0272-4.
- [12] Kleber C, Schaser KD, Trampuz A. [Complication management of infected osteosynthesis: therapy algorithm for peri-implant infections]. *Chirurg*. 2015;86:925-934. doi:10.1007/s00104-015-0073-1.
- [13] Willenegger H, Roth B. [Treatment tactics and late results in early infection following osteosynthesis]. *Unfallchirurgie*. 1986;12:241-246.
- [14] Omar M, Suero EM, Liodakis 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;47:1421-1426. doi:10.1016/j.injury.2016.04.038.
- [15] Gittings DJ, Courtney PM, Ashley BS, Hesketh PJ, Donegan DJ, Sheth NP. Diagnosing infection in patients undergoing conversion of prior internal fixation to total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017;32:241-245. doi:10.1016/j.arth.2016.06.047.
- [16] Stucken C, Olszewski DC, Creevy WR, Murakami AM, Tornetta P. Preoperative diagnosis of infection in patients with nonunions. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95:1409-1412. doi:10.2106/JBJS.L.01034.
- [17] Wang S, Yin P, Quan C, Khan K, Wang G, Wang L, et al. Evaluating the use of serum inflammatory markers for preoperative diagnosis of infection in patients with nonunions. *Biomed Res Int*. 2017;2017:9146317. doi:10.1155/2017/9146317.
- [18] Yang F, Yang Z, Feng J, Zhang L, Ma D, Yang J. Three phase bone scintigraphy with (99m)Tc-MDP and serological indices in detecting infection after internal fixation in malunion or nonunion traumatic fractures. *Hell J Nucl Med*. 2016;19:130-134. doi:10.1967/s002449910366.
- [19] Bosch P, van den Kieboom J, Plate JDJ, Ijpma FFA, Houwert RM, Huisman A, et al. Limited predictive value of serum inflammatory markers for diagnosing fracture-related infections: results of a large retrospective multicenter cohort study. *J Bone Jt Infect*. 2018;3:130-137. doi:10.7150/jbji.26492.
- [20] Govaert G a. M, Glaudemans AWJM, Ploegmakers JJW, Viddeleer AR, Wendt KW, Reininga IHF. Diagnostic strategies for posttraumatic osteomyelitis: a survey amongst Dutch medical specialists demonstrates the need for a consensus protocol. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018;44:417-426. doi:10.1007/s00068-017-0783-9.
- [21] Yano MH, Klautau GB, da Silva CB, Nigro S, Avanzi O, Mercadante MT, et al. Improved diagnosis of infection associated with osteosynthesis by use of sonication of fracture fixation implants. *J Clin Microbiol*. 2014;52:4176-4182. doi:10.1128/JCM.02140-14.
- [22] Portillo ME, Salvadó M, Trampuz A, Siverio A, Alier A, Sorli L, et al. Improved diagnosis of orthopedic implant-associated infection by inoculation of sonication fluid into blood culture bottles. *J Clin Microbiol*. 2015;53:1622-1627. doi:10.1128/JCM.03683-14.
- [23] Puig-Verdié L, Alentorn-Geli E, González-Cuevas A, Sorli L, Salvadó M, Alier A, et al. Implant sonication increases the diagnostic accuracy of infection in patients with delayed, but not early, orthopaedic implant failure. *Bone Joint J*. 2013;95-B:244-249. doi:10.1302/0301-620X.95B2.30486.
- [24] Holinka J, Bauer L, Hirschl AM, Graninger W, Windhager R, Presterl E. Sonication cultures of explanted components as an add-on test to routinely conducted microbiological diagnostics improve pathogen detection. *J Orthop Res*. 2011;29:617-622. doi:10.1002/jor.21286.
- [25] Esteban J, Gomez-Barrena E, Cordero J, Martín-de-Hijas NZ, Kinnari TJ, Fernandez-Roblas R. Evaluation of quantitative analysis of cultures from sonicated retrieved orthopedic implants in diagnosis of orthopedic infection. *J Clin Microbiol*. 2008;46:488-492. doi:10.1128/JCM.01762-07.
- [26] Renz N, Cabric S, Morgenstern C, Schuetz MA, Trampuz A. Value of PCR in sonication fluid for the diagnosis of orthopedic hardware-associated infections: has the molecular era arrived? *Injury*. 2018;49:806-811. doi:10.1016/j.injury.2018.02.018.
- [27] Simpson AHRW, Wood MK, Athanasou NA. Histological assessment of the presence or absence of infection in fracture non-union. *Injury*. 2002;33:151-155.
- [28] Chadayammuri V, Herbert B, Hao J, Mavrogenis A, Quispe JC, Kim JW, et al. Diagnostic accuracy of various modalities relative to open bone biopsy for detection of long bone posttraumatic osteomyelitis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2017;27:871-875. doi:10.1007/s00590-017-1976-y.
- [29] Egol KA, Karunakar MA, Marrou M-C, Sims SH, Kellam JF, Bosse MJ. Detection of indolent infection at the time of revision fracture surgery. *J Trauma*. 2002;52:1198-1201.
- [30] Morgenstern M, Athanasou NA, Ferguson JY, Metsemakers WJ, Atkins BL, McNally MA. The value of quantitative histology in the diagnosis of fracture-related infection. *Bone Joint J*. 2018;100-B: 966-972.
- [31] Govaert GA, Ijpma FF, McNally M, McNally E, Reininga IH, Glaudemans AW. Accuracy of diagnostic imaging modalities for peripheral post-traumatic osteomyelitis – a systematic review of the recent literature. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;44:1393-1407. doi:10.1007/s00259-017-3683-7.
- [32] Horger M, Eschmann SM, Pfannenberger C, Storek D, Dammann F, Vonthein R, et al. The value of SPET/CT in chronic osteomyelitis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2003;30:1665-1673. doi:10.1007/s00259-003-1321-z.
- [33] Ballani NS, Al-Huda FA, Khan HA, Al-Mohannadi S, Mahmood H, Al-Enezi F. The value of quantitative uptake of (99m)Tc-MDP and (99m)Tc-HMPAO white blood cells in detecting osteomyelitis in violated peripheral bones. *J Nucl Med Technol*. 2007;35:91-95. doi:10.2967/jnmt.106.035402.
- [34] Goebel M, Rosa F, Tatsch K, Grillhoesl A, Hofmann GO, Kirschner MH. [Diagnosis of chronic osteitis of the bones in the extremities. Relative value of F-18 FDG-PET]. *Unfallchirurg*. 2007;110:859-866. doi:10.1007/s00113-007-1302-y.
- [35] Glaudemans AW, de Vries EF, Vermeulen LE, Slart RH, Dierckx RA, Signore A. A large retrospective single-centre study to define the best image acquisition protocols and interpretation criteria for white blood cell scintigraphy with 99mTc-HMPAO-labelled leucocytes in musculoskeletal infections. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2013;40:1760-1769. doi:10.1007/s00259-013-2481-0.
- [36] Hartmann A, Eid K, Dora C, Trentz O, von Schulthess GK, Stumpe KDM. Diagnostic value of 18F-FDG PET/CT in trauma patients with suspected chronic osteomyelitis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2007;34:704-714. doi:10.1007/s00259-006-0290-4.
- [37] Kaim A, Ledermann HP, Bongartz G, Messmer P, Müller-Brand J, Steinbrich W. Chronic post-traumatic osteomyelitis of the lower extremity: comparison of magnetic resonance imaging and combined bone scintigraphy/immunoscintigraphy with radiolabelled monoclonal antigranulocyte antibodies. *Skeletal Radiol*. 2000;29:378-386.
- [38] Meller J, Köster G, Liersch T, Siefker U, Lehmann K, Meyer I, et al. Chronic bacterial osteomyelitis: prospective comparison of (18)F-FDG imaging with a dual-head coincidence camera and (111) In-labelled autologous leucocyte scintigraphy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2002;29:53-60. doi:10.1007/s00259-001-0661-9.
- [39] Schiesser M, Stumpe KDM, Trentz O, Kossmann T, Von Schulthess GK. Detection of metallic implant-associated infections with FDG PET in patients with trauma: correlation with microbiologic results. *Radiology*. 2003;226:391-398. doi:10.1148/radiol.2262011939.
- [40] Shemesh S, Kosashvili Y, Groshar D, Bernstine H, Sidon E, Cohen N, et al. The value of 18-FDG PET/CT in the diagnosis and management of implant-related infections of the tibia: a case series. *Injury*. 2015;46:1377-1382. doi:10.1016/j.injury.2015.03.002.
- [41] Wenter V, Müller J-P, Albert NL, Lehner S, Fendler WP, Bartenstein P, et al. The diagnostic value of [(18)F]FDG PET for the detection of chronic osteomyelitis and implant-associated infection. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016;43:749-761. doi:10.1007/s00259-015-3221-4.
- [42] Govaert GAM, Bosch P, Ijpma FFA, Glauche J, Jutte PC, Lemans JVC, et al. High diagnostic accuracy of white blood cell scintigraphy for fracture related infections: results of a large retrospective single-center study. *Injury*. 2018;49:1085-1090. doi:10.1016/j.injury.2018.03.018.
- [43] van Vliet KE, de Jong VM, Termaat MF, Schepers T, van Eck-Smit BLF, Goslings JC, et al. FDG-PET/CT for differentiating between aseptic and septic delayed union in the lower extremity. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018;138:189-194. doi:10.1007/s00402-017-2806-8.

Autores: Peter Giannoudis, Costas Papakostidis

## PREGUNTA 4: ¿Qué diferencia entre la osteomielitis crónica (OM) aguda? ¿Es clínicamente importante distinguir uno de otro?

**RECOMENDACIÓN:** La literatura actual carece de criterios consistentes para un punto temporal distinto que diferencie las formas agudas y crónicas de infección. La diferenciación entre los tipos agudos y crónicos puede tener implicaciones prácticas en el plan de tratamiento y el pronóstico final.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%, en desacuerdo: 5%, abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte)

### JUSTIFICACIÓN

Para abordar esta cuestión, se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura. Nuestro objetivo de búsqueda fue identificar los artículos acerca de los criterios de diagnóstico para la osteomielitis aguda o crónica. Se consideró obligatoria una definición clara de OM en términos de evolución temporal. Además, con el fin de investigar el significado práctico potencial de la distinción temporal de OM en tipos agudos o crónicos, nuestro objetivo fue identificar artículos que informen sobre el resultado de la terapia antimicrobiana o el tratamiento combinado (antimicrobiano más intervención quirúrgica) de la osteomielitis aguda. Nuestros criterios de exclusión incluyeron informes de casos, opiniones de expertos, estudios experimentales, infecciones asociadas con implantes protésicos, úlceras diabéticas e infecciones óseas no ortopédicas (facial, cráneo, costillas). Buscamos en las bases de datos Medline, Embase, Ovid, Cochrane y Google Scholar utilizando el motor de búsqueda PubMed. Nuestra estrategia de búsqueda incluyó los siguientes términos de títulos de temas médicos (MeSH) y operadores booleanos: ("osteomielitis" [Términos de MeSH] O "Osteomielitis" [Todos los campos]) O "infección ósea" [Todos los campos] O "infección ósea" [Todos los campos] Y ("clasificación" [Subtítulo] O "clasificación" [Todos los campos] O "clasificación" [Términos de MeSH]). Este proceso de búsqueda arrojó 856 registros. Después de rechazar los duplicados y los artículos irrelevantes por su título o resumen, quedaron 45 artículos para los cuales se obtuvo el texto completo. Después de evaluar cuidadosamente los criterios de elegibilidad, finalmente quedaron ocho artículos elegibles. Un segundo proceso de búsqueda se realizó en paralelo, de la siguiente manera: agudo [Todos los campos] Y ("osteomielitis" [Términos MeSH] O "osteomielitis" [Todos los campos]) Y "humanos" [Términos MeSH]. Dio 3,339 resultados. Después de eliminar los duplicados y rechazar los artículos irrelevantes por su título o resumen, quedaban 56 estudios restantes, para los cuales se obtuvo un texto completo. Finalmente, después de evaluar estos manuscritos según los criterios de elegibilidad, se obtuvieron otros 11 artículos elegibles. Además, se agregaron otros 4 artículos a partir de la búsqueda manual de las bibliografías relevantes, lo que llevó a un total de 23 artículos elegibles (Figura 1). La OM es una inflamación del hueso y la médula ósea causada comúnmente por bacterias piógenas y, con poca frecuencia, por micobacterias u hongos [1,2]. Se clasifica clásicamente por la duración de su curso clínico como agudo o crónico. La osteomielitis aguda representa la etapa temprana del proceso evolutivo de la enfermedad, que generalmente se caracteriza por un cuadro clínico intenso. Su diagnóstico se basa en una combinación de hallazgos clínicos, de laboratorio e imágenes radiológicas, con un diagnóstico definitivo establecido por cultivos bacterianos positivos de muestras de aspirado, hueso o sangre [3]. Una infección de larga duración que progresa a necrosis ósea y formación de secuestro se denomina OM crónica [1,2,4]. Esta condición generalmente se caracteriza por hallazgos clí-

nicos más sutiles, en ocasiones la presencia de vías fistulas drenantes, o puede progresar intermitentemente [5]. Si bien la diferenciación clínica está marcada por la necrosis y la formación de secuestro, la definición de un umbral de tiempo específico a partir del cual una infección aguda podría considerarse crónica es difícil [1,2].

La literatura actual carece de criterios consistentes para un punto temporal distinto que diferencie las formas agudas y crónicas de infección. Sin embargo, esta distinción solo tiene un valor limitado en los adultos, ya que rara vez se ven afectados por la OM aguda y, aunque esto ocurra, a menudo se omite el diagnóstico rápido antes de la transición a la cronicidad. Por el contrario, en los niños, que con frecuencia se ven afectados por la OM hematogena aguda, la diferenciación entre los tipos agudos y crónicos tiene implicaciones prácticas con respecto al plan de tratamiento y al pronóstico final. Esto se debe principalmente al hecho de que los pacientes más jóvenes tienen la capacidad de reabsorber, al menos en cierto grado, el tejido óseo desvitalizado, eliminando así los focos del "tipo de biopelícula" del crecimiento bacteriano y potenciando la efectividad del tratamiento antimicrobiano instituido temprano [6]. Además, la duración de este tratamiento antimicrobiano varía entre la OM aguda y crónica, ya que la forma aguda se trata con tres a seis semanas de antimicrobianos específicos dirigidos a patógenos identificados después de las formulaciones empíricas iniciales, y la forma crónica se trata hasta seis meses con terapia antimicrobiana dirigida sin terapia empírica inicial [7]. Esto se debe al hecho de que ciertos cambios fisiopatológicos que ocurren durante la evolución del proceso inflamatorio (como la formación de pus, la reacción reparadora, la formación de involucro y el secuestro óseo), que dictan el plan de tratamiento y el pronóstico, dependen del tiempo [8]. En consecuencia, la diferenciación entre una forma aguda y crónica, especialmente en niños, tiene implicaciones importantes en el plan de tratamiento. Algunos autores no utilizan criterios temporales estrictos para definir OM. En 1970, Waldvogel *et al.* hizo hincapié en la dificultad de distinguir entre la OM aguda y crónica en términos de curso clínico (tipo y duración de los síntomas) o hallazgos histológicos [9,10]. Clasificaron todos los casos como "episodios iniciales" o "recurrencias". Cualquier episodio inicial fue considerado en este estudio como un tipo agudo del espectro de la enfermedad, mientras que las recurrencias se consideraron casos crónicos. Los autores documentaron significativamente mayores fracasos en el tratamiento en las "recurrencias" en comparación con los "episodios iniciales" hematogénos ( $p = 0,003$ ) y aquellos secundarios a un foco contiguo de infección ( $p = 0,0005$ ). La misma definición de OM aguda como "episodio inicial" fue adoptada por Lieu *et al.* en un estudio retrospectivo de 95 pacientes menores de 17 años [11]. El cincuenta y cinco por ciento de ellos habían sido tratados de forma conservadora, mientras que el 45% restante había recibido tratamiento combinado

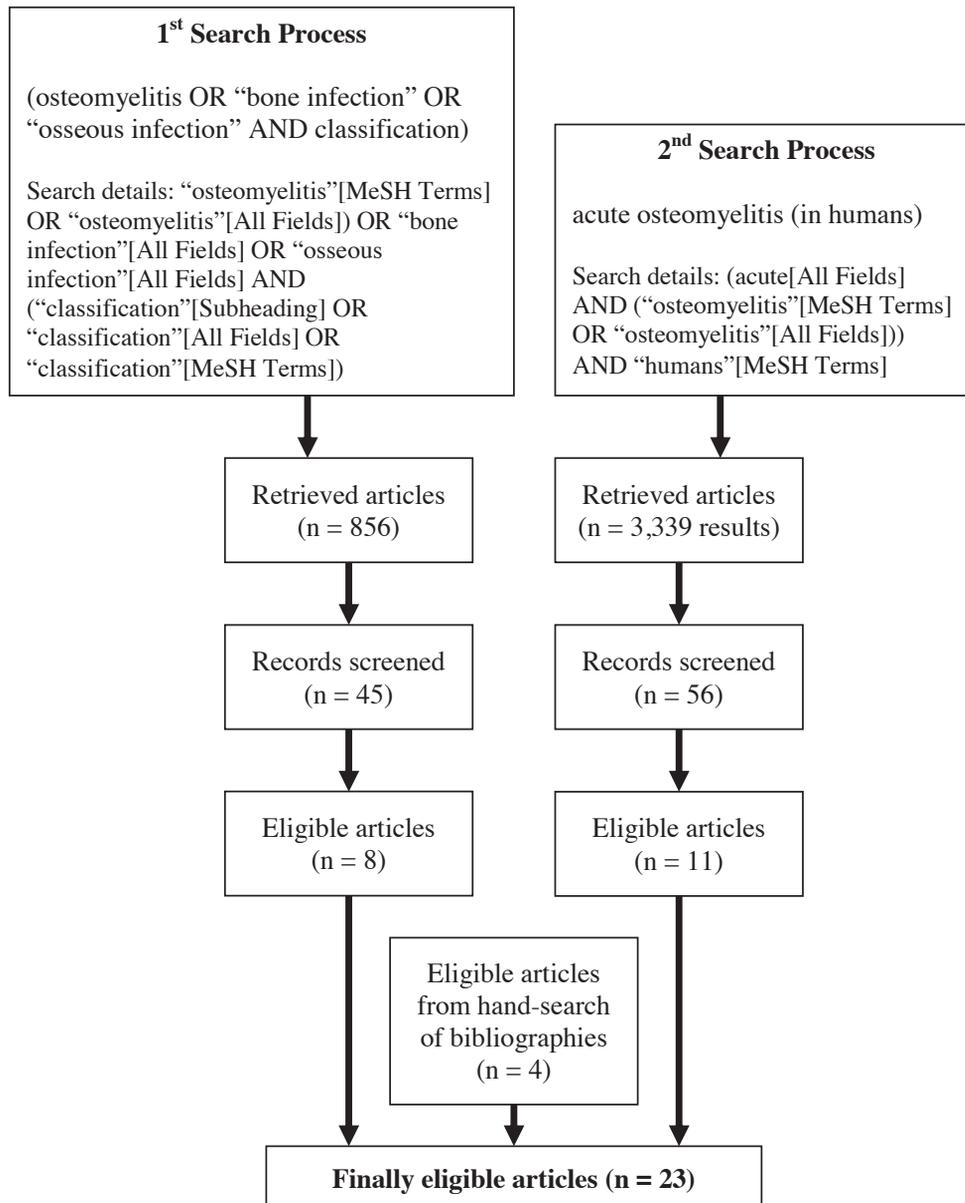


FIGURA 1. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica.

(terapia antimicrobiana más cirugía). Se documentó una tasa de recurrencia de sólo el 8,5%. Otros autores utilizaron una lista de criterios clínicos, de laboratorio y de imagen para definir la OM aguda en niños y adolescentes [12-14]. Se han utilizado varios umbrales temporales para definir la OM aguda (Figura 1). El umbral de tiempo más corto fue de una semana, y se documentó en tres estudios que informaron sobre poblaciones pediátricas (584 niños) [15-18]. El porcentaje de intervención quirúrgica en los tres estudios varió de 5,3% a 56%, y la tasa de recurrencia de la infección varió de 0 a 12% (estimación combinada del tamaño del efecto para la tasa de recurrencia [modelo de efectos aleatorios]: 3,5%, Intervalo de confianza (IC) del 95%: 0,1 a 11,5%, con heterogeneidad estadística significativa:  $I_2 = 87\%$ ). En un estudio, se propuso una subclasificación de OM hematogena aguda en OM precoz (diagnosticada dentro de las 48 horas del inicio en niños mayores de un año de edad), OM tardía aguda (diagnosticada a los 5 días o más en niños mayores de 1 año de edad) y tipo neonato-infantil

[16]. La justificación de esta clasificación se basó en los hallazgos del estudio de que la tasa de éxito del tratamiento antimicrobiano fue del 92% para el tipo agudo temprano versus el 25% para el OM agudo tardío. Otro umbral comúnmente utilizado fue de dos semanas y fue utilizado por estudios que informaron sobre poblaciones pediátricas [19-21], adultas [22] o mixtas [23]. Dos de los tres estudios que trataron con la población pediátrica informaron sobre la recurrencia de la infección aguda, que osciló entre 0 y 7% (estimación combinada del tamaño del efecto [modelo de efectos aleatorios]: 3,6%, IC 95%: 0,02 a 13%,  $I_2 = 79\%$ ), con una tasa de intervención quirúrgica que oscila entre 8 y 44% [19,20]. Finalmente, en un estudio que informó sobre heridas abiertas e infectadas de tibia y peroné distales, se consideró una infección aguda cuando la duración del drenaje de la herida abierta fue inferior a seis semanas [24]. La definición de OM crónica es mucho más variable en la literatura. Existen varios límites inferiores de duración de los síntomas, por encima de los cuales se considera una

infección ósea crónica (Figuras 2 y 3). Estos van desde al menos una semana en un estudio [17] hasta al menos seis meses en tres estudios [25-27]. En el medio, hay estudios que utilizan los límites inferiores de dos semanas [23], seis semanas [24], un mes [22] y dos meses [28]. Sin embargo, en todos los estudios, el signo más consistente de la cronicidad

de la infección fue el secuestro óseo. En una revisión sistemática reciente de la literatura sobre la clasificación de la OM de hueso largo, los autores concluyeron que los términos de OM aguda/crónica no son confiables y no influyen en el diagnóstico o en los principios del tratamiento médico o quirúrgico [29]. Dada la gran variabilidad

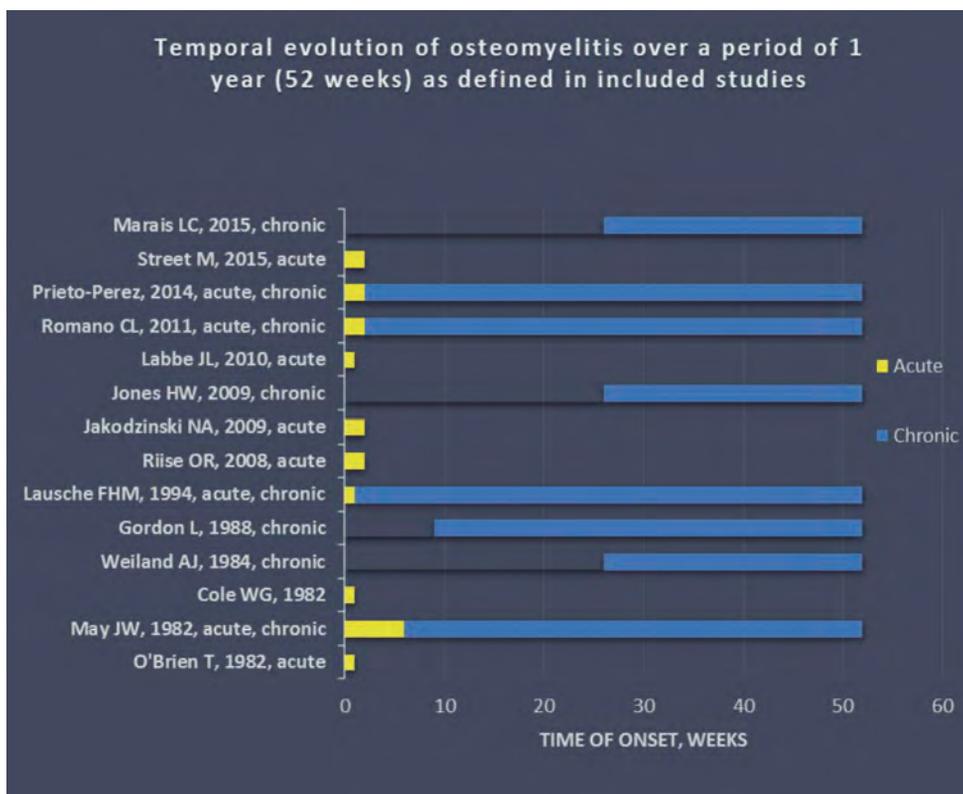


FIGURA 2. Evolución temporal de la osteomielitis sobre un periodo de un año como esta definida en los diferentes estudios.

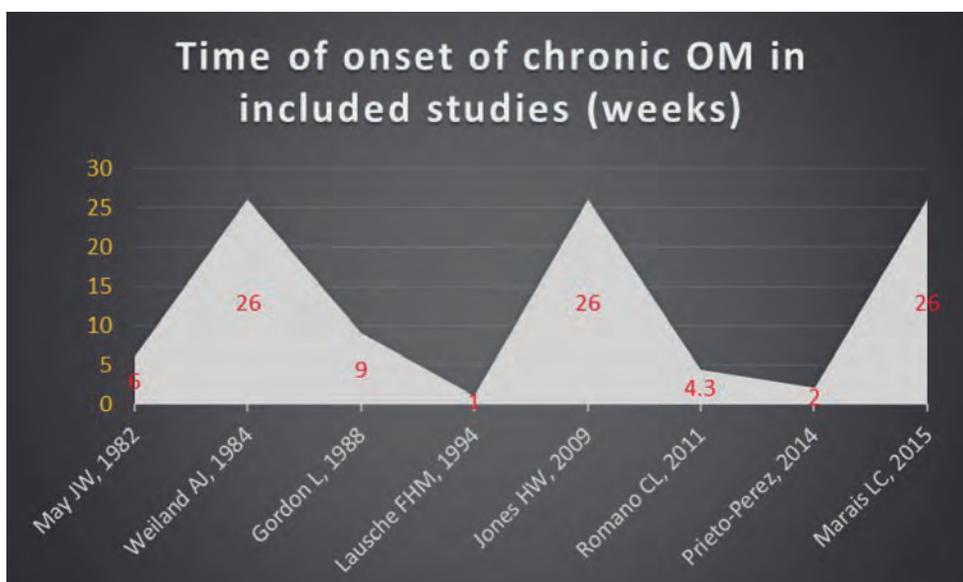


FIGURA 3. Tiempo de aparición (semanas) de la osteomielitis crónica, como esta definida en los estudios incluidos.

de las definiciones de OM agudas y crónicas existentes en la literatura, concluimos que estos términos no son prácticos en la mayoría de los casos, ya que carecen de precisión para describir la enfermedad subyacente y no pueden dictar el plan de tratamiento o predecir el pronóstico. Una excepción a la conclusión anterior son los casos pediátricos de OM aguda debido a la mayor capacidad de los pacientes más jóvenes para absorber el hueso necrótico y, por lo tanto, para potenciar los efectos del tratamiento médico. La variación adicional en el plan de tratamiento entre las formas agudas y crónicas de OM es la duración del tratamiento antimicrobiano. Lima *et al.* concluyó que, en casos agudos, a los pacientes se les debe administrar un tratamiento antimicrobiano empírico inicial seguido de un tratamiento dirigido durante tres a seis semanas, mientras que los casos crónicos requieren hasta seis meses de tratamiento dirigido [7].

## REFERENCIAS

- [1] Patzakis MJ, Zalavras CG. Chronic posttraumatic osteomyelitis and infected nonunion of the tibia: current management concepts. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13:417-427.
- [2] Mouzopoulos G, Kanakaris NK, Kontakis G, Obakponovwe O, Townsend R, Giannoudis PV. Management of bone infections in adults: the surgeon's and microbiologist's perspectives. *Injury.* 2011;42 Suppl 5:S18-S23. doi:10.1016/S0020-1383(11)70128-0.
- [3] Conterno LO, Turchi MD. Antibiotics for treating chronic osteomyelitis in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013. doi:10.1002/14651858.CD004439.pub3.
- [4] Carek PJ, Dickerson LM, Sack JL. Diagnosis and management of osteomyelitis in adults. *Am Fam Physician.* 2001;63:2413-2420.
- [5] Lew DP, Waldvogel FA. Osteomyelitis. *N Engl J Med.* 1997;336:999-1007. doi:10.1056/NEJM199704033361406.
- [6] Calhoun JH, Manring MM, Shirliff M. Osteomyelitis of the long bones. *Semin Plast Surg.* 2009;23:59-72. doi:10.1055/s-0029-1214158.
- [7] Lima ALL, Oliveira PR, Carvalho VC, Cimerman S, Savio E, Diretrizes Panamericanas para el Tratamiento de las Osteomielitis e Infecciones de Tejidos Blandos Group. Recommendations for the treatment of osteomyelitis. *Braz J Infect Dis.* 2014;18:526-534. doi:10.1016/j.bjid.2013.12.005.
- [8] Lew DP, Waldvogel FA. Osteomyelitis. *Lancet Lond Engl.* 2004;364:369-379. doi:10.1016/S0140-6736(04)16727-5.
- [9] Waldvogel FA, Medoff G, Swartz MN. Osteomyelitis: a review of clinical features, therapeutic considerations and unusual aspects. *N Engl J Med.* 1970;282:198-206. doi:10.1056/NEJM197001222820406.
- [10] Waldvogel FA, Medoff G, Swartz MN. Osteomyelitis: a review of clinical features, therapeutic considerations and unusual aspects (second of three parts). *N Engl J Med.* 1970;282:260-266. doi:10.1056/NEJM197001292820507.
- [11] Liu RW, Abaza H, Mehta P, Bauer J, Cooperman DR, Gilmore A. Intravenous versus oral outpatient antibiotic therapy for pediatric acute osteomyelitis. *Iowa Orthop J.* 2013;33:208-212.
- [12] Scott RJ, Christofersen MR, Robertson WW, Davidson RS, Rankin L, Drummond DS. Acute osteomyelitis in children: a review of 116 cases. *J Pediatr Orthop.* 1990;10:649-652.
- [13] Goergens ED, McEvoy A, Watson M, Barrett IR. Acute osteomyelitis and septic arthritis in children. *J Paediatr Child Health.* 2005;41:59-62. doi:10.1111/j.1440-1754.2005.00538.x.
- [14] Mahmoudi S, Pourakbari B, Borhani K, Khodabandeh M, Valian SK, Aziz-Ahari A, et al. Acute osteomyelitis and septic arthritis in children: a referral hospital-based study in Iran. *Wien Med Wochenschr.* 2017;167:259-263. doi:10.1007/s10354-017-0583-1.
- [15] O'Brien T, McManus F, MacAuley PH, Ennis JT. Acute haematogenous osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Br.* 1982;64:450-453.
- [16] Cole WG, Dalziel RE, Leitel S. Treatment of acute osteomyelitis in childhood. *J Bone Joint Surg Br.* 1982;64:218-223.
- [17] Lauschke FH, Frey CT. Hematogenous osteomyelitis in infants and children in the northwestern region of Namibia. Management and two-year results. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:502-510.
- [18] Labbé J-L, Peres O, Leclair O, Goulon R, Scemama P, Jourdel F, et al. Acute osteomyelitis in children: the pathogenesis revisited? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96:268-275. doi:10.1016/j.otsr.2009.12.012.
- [19] Riise ØR, Kirkhus E, Handeland KS, Flatbø B, Reisetter T, Cvancarova M, et al. Childhood osteomyelitis-incidence and differentiation from other acute onset musculoskeletal features in a population-based study. *BMC Pediatr.* 2008;8:45. doi:10.1186/1471-2431-8-45.
- [20] Jagodzinski NA, Kanwar R, Graham K, Bache CE. Prospective evaluation of a shortened regimen of treatment for acute osteomyelitis and septic arthritis in children. *J Pediatr Orthop.* 2009;29:518-525. doi:10.1097/BPO.0b013e3181ab472d.
- [21] Street M, Puna R, Huang M, Crawford H. Pediatric acute hematogenous osteomyelitis. *J Pediatr Orthop.* 2015;35:634-639. doi:10.1097/BPO.0000000000000332.
- [22] Romanò CL, Romanò D, Logoluso N, Drago L. Bone and joint infections in adults: a comprehensive classification proposal. *Eur Orthop Traumatol.* 2011;1:207-217. doi:10.1007/s12570-011-0056-8.
- [23] Prieto-Pérez L, Pérez-Tanoira R, Petkova-Saiz E, Pérez-Jorge C, Lopez-Rodriguez C, Alvarez-Alvarez B, et al. Osteomyelitis: a descriptive study. *Clin Orthop Surg.* 2014;6:20-25. doi:10.4055/cios.2014.6.1.20.
- [24] May JW, Gallico GG, Lukash FN. Microvascular transfer of free tissue for closure of bone wounds of the distal lower extremity. *N Engl J Med.* 1982;306:253-257. doi:10.1056/NEJM198202043060501.
- [25] Weiland AJ, Moore JR, Daniel RK. The efficacy of free tissue transfer in the treatment of osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:181-193.
- [26] Jones HW, Harrison JW, Bates J, Evans GA, Lubega N. Radiologic classification of chronic hematogenous osteomyelitis in children. *J Pediatr Orthop.* 2009;29:822-827. doi:10.1097/BPO.0b013e3181b76933.
- [27] Marais LC, Ferreira N, Aldous C, Le Roux TLB. The outcome of treatment of chronic osteomyelitis according to an integrated approach. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2016;11:135-142. doi:10.1007/s11751-016-0259-1.
- [28] Gordon L, Chiu EJ. Treatment of infected non-unions and segmental defects of the tibia with staged microvascular muscle transplantation and bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:377-386.
- [29] Hotchen AJ, McNally MA, Sendi P. The classification of long bone osteomyelitis: a systemic review of the literature. *J Bone Jt Infect.* 2017;2:167-174. doi:10.7150/jbji.21050.

**Autores:** Mitch Harris, Abhiram R. Bhashyam, Andre Shaffer

**PREGUNTA 5:** ¿El fluido sinovial o el hematoma de fractura siempre son asépticos? Si no es así, ¿podría esto desempeñar un papel en la infección aguda o la infección articular periprotésica (IAP) después de la reducción abierta y la fijación interna (RAFI)?

**RECOMENDACIÓN:** El hematoma por fractura no siempre es aséptico. Se desconoce si el líquido sinovial es siempre aséptico. Además, no está claro si esto desempeña un papel en la infección aguda o en la infección relacionada con la fractura (IRF) después de RAFI.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%, en desacuerdo: 5%, abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte)

## JUSTIFICACIÓN

La asociación entre el estado de los tejidos blandos y la infección ha sido bien conocida desde la década de 1970, cuando Gustilo y Anderson describieron cómo el principal factor de riesgo para una infec-

ción postraumática después de una fractura abierta era la calidad de la envoltura del tejido blando [1]. Pruebas más recientes han demostrado cómo el tejido del huésped traumatizado puede producir

una vascularización alterada, una perfusión disminuida, una mayor permeabilidad endotelial y una menor oxigenación; todo lo cual puede comprometer la capacidad innata del cuerpo para resistir una infección local [1,2]. La teoría predominante de la infección es que es secundaria a la inoculación de microorganismos patológicos en tejidos traumatizados; sin embargo, no está claro cómo se produce la infección en un trauma cerrado si no hay contaminación bacteriana a través de una herida abierta [2].

Algunos han cuestionado la creencia común de que el hematoma sinovial y el líquido sinovial es siempre aséptico, según las pruebas de otros campos quirúrgicos que demostraron cómo el equilibrio bacteriano dentro de los tejidos blandos supuestamente limpios afecta la probabilidad de curación de los tejidos blandos frente a la infección [3]. Dos estudios recientes exploraron si el hematoma o callo por fractura era aséptico. En contraste con la opinión predominante de que estos tejidos están siempre limpios, ambos estudios encontraron que entre el 14 y el 40% de los tejidos profundos crecían bacterias cuando se cultivaban, pero ningún estudio ha replicado estos resultados con líquido sinovial. Szczesny *et al.* usaron métodos de detección bacterianos convencionales y moleculares para determinar si las bacterias colonizaron los tejidos blandos de las extremidades inferiores y el hueso después de fracturas cerradas en 71 pacientes. Los cultivos de callo de fractura fueron positivos en el 26,7% de los pacientes y el ARNr bacteriano se aisló en el 41% de los pacientes [4]. Del mismo modo, Font-Vizcarra *et al.* evaluaron la presencia de cultivos positivos de hematoma en 109 pacientes con fracturas del cuello femoral. Encontraron que el hematoma por fractura fue positivo en el 31,2% de todos los pacientes [2]. En ambos estudios, el organismo cultivado más común fue *S. epidermidis*. Según los recien-

tes datos científicos básicos, el supuesto mecanismo de infección de los tejidos profundos fue que las condiciones de alto estrés provocaron una disminución de la capacidad de contener la piel y la mucosa, lo que llevó a la siembra de tejidos blandos/hematoma traumatizados por diseminación linfática o bacteriemia transitoria [1,2,4].

Aunque existe buena evidencia de que el hematoma por fractura no siempre es aséptico, no está claro si las bacterias dentro de los tejidos profundos desempeñan un papel en la infección aguda o IAP después de la RAFI. Font-Vizcarra *et al.* no encontró que la positividad del cultivo fuera un factor de riesgo para la infección postraumática temprana a menos que la muestra creciera bacterias gramnegativas [2]. De manera similar, los cultivos positivos del callo de fractura no se asociaron con la pseudoartrosis después de una tibia cerrada o fracturas de fémur [4]. En base a estos datos, se desconoce qué carga bacteriana es necesaria para provocar la infección y abrumar la respuesta del huésped [3].

## REFERENCIAS

- [1] Källicke T, Schlegel U, Printzen G, Schneider E, Muhr G, Arens S. Influence of a standardized closed soft tissue trauma on resistance to local infection. An experimental study in rats. *J Orthop Res.* 2003;21:373-378. doi:10.1016/S0736-0266(02)00149-3.
- [2] Font-Vizcarra L, Zumbado A, García S, Bosch J, Mensa J, Soriano A. Relationship between haematoma in femoral neck fractures contamination and early postoperative prosthetic joint infection. *Injury.* 2011;42:200-203. doi:10.1016/j.injury.2010.09.006.
- [3] Robson MC, Mannari RJ, Smith PD, Payne WG. Maintenance of wound bacterial balance. *Am J Surg.* 1999;178:399-402.
- [4] Szczesny G, Interewicz B, Swoboda-Kopeć E, Olszewski WL, Górecki A, Wasilewski P. Bacteriology of callus of closed fractures of tibia and femur: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* 2008;65:837-842. doi:10.1097/TA.0b013e3181469d44.



**Autores:** Pedro Caba, Mitchell R. Klement

## PREGUNTA 6: ¿Cuál es la relación entre el metal implantado y la colonización bajo un cierre asistido por vacío (NPWT) en fracturas abiertas?

**RECOMENDACIÓN:** Se ha informado el uso de la terapia de heridas por presión negativa (NPWT o VAC) sobre implantes ortopédicos expuestos, pero su función sigue siendo desconocida. Además, no existe evidencia con respecto al efecto de NPWT en la colonización de implantes metálicos en fracturas abiertas. Se requieren investigaciones adicionales para proporcionar una mejor comprensión de esta pregunta.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Consenso

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%, en desacuerdo: 0%, abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte)

## JUSTIFICACIÓN

NPWT se ha convertido en una modalidad prometedora para el tratamiento de heridas por fractura abierta entre desbridamientos quirúrgicos y en casos de retraso en el cierre o cobertura de la herida [1,2]. El tratamiento tradicional de las fracturas con defectos de tejidos blandos incluía vendajes húmedos a secos con riesgo de contaminación de la herida y tasas de infección que alcanzaban el 50% [3]. Además de proporcionar un apósito semioclusivo, los mecanismos de acción de NPWT incluyen la estabilización del entorno de la herida, la reducción del edema de la herida, la mejora de la perfusión tisular y la estimulación de las células en la superficie de la herida [1]. Si bien los ensayos controlados aleatorios iniciales (ECA) favorecieron a la NPWT para reducir la infección en las fracturas abiertas [4], una revisión reciente de la base de datos Cochrane encontró una pequeña diferencia en comparación con los apósitos estándar [5].

La capacidad de eliminar con éxito la infección puede estar relacionada con el efecto del NPWT sobre la carga biológica de la herida [6]. Una revisión sistemática reciente identificó 24 estudios que investigaron el tema del crecimiento bacteriano y la NPWT, pero ninguno contenía implantes expuestos [6]. Los autores identificaron 10 estudios experimentales, 4 ECA, 6 estudios clínicos y 4 utilizando un sistema NPWT de instilación [6]. De los ECA, solo uno cuantificó la proliferación bacteriana y realizó el análisis de especies. Moues *et al.* encontraron que NPWT redujo selectivamente los bacilos gramnegativos no fermentativos (NFGNB) pero aumentó la proliferación de *S. aureus* [7]. Los otros tres ECA no encontraron diferencias con el NPWT con respecto al crecimiento bacteriano reducido o el número de cultivos positivos [6]. Los autores de esta revisión concluyeron que había una falta de consenso en la literatura si el NPWT aumenta, disminuye o no tiene efecto en la carga biológica de la herida.

Quizás aún se sepa menos sobre la relación entre el metal implantado y la colonización bajo un dispositivo NPWT en fracturas abiertas, ya que ningún estudio ha investigado este tema. La razón principal es que el tratamiento contemporáneo de fractura abierta siguiendo la estrategia de “*fix&flap*” no aboga por el uso de dispositivos NPWT sobre metales expuestos. Existen algunos casos en los que este tratamiento podría ser una opción, como los siguientes (a) en una fractura abierta tratada inicialmente con implante en la que se produce dehiscencia de la herida, (b) cuando tras el desbridamiento inicial tras la infección no es factible retirar el implante debido a la falta de estabilidad (c) en aquellos pacientes que nos son candidatos por motivos médicos a una cobertura adicional de tejidos blandos [8]. En tales casos, la recomendación es realizar una cobertura secundaria temprana con colgajos locales o libres vascularizados, pero el NPWT no es una opción para el tratamiento definitivo. Si bien algunos informes de casos y series pequeñas han descrito el uso de un NPWT de herida sobre el implante ortopédico expuesto [8–13], ningún estudio ha incluido el análisis de la proliferación o la especiación bacteriana.

En conclusión, aunque existe evidencia que respalda la seguridad y eficacia de la NPWT sobre el metal expuesto durante un período de tiempo corto sin complicaciones infecciosas, no hay estudios publicados que investiguen esto en relación con las fracturas abiertas. Si bien el uso de NPWT en fracturas abiertas con metal expuesto es una opción viable, no forma parte del tratamiento contemporáneo de las fracturas abiertas. Se requerirá investigación adicional y un estudio sobre la colonización de implantes bajo un NPWT antes de que se pueda recomendar rutinariamente tal práctica

## REFERENCIAS

- [1] Streubel PN, Stinner DJ, Obremsky WT. Use of negative-pressure wound therapy in orthopaedic trauma. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012;20:564–574. doi:10.5435/JAAOS-20-09-564.
- [2] Krug E, Berg L, Lee C, Hudson D, Birke-Sorensen H, Depoorter M, et al. Evidence-based recommendations for the use of negative pressure wound therapy in traumatic wounds and reconstructive surgery: steps towards an international consensus. *Injury*. 2011;42 Suppl 1:S1–S12. doi:10.1016/S0020-1383(11)00041-6.
- [3] Dedmond BT, Kortesis B, Punger K, Simpson J, Argenta J, Kulp B, et al. The use of negative-pressure wound therapy (NPWT) in the temporary treatment of soft-tissue injuries associated with high-energy open tibial shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2007;21:11–17. doi:10.1097/BOT.0b013e-31802cbc54.
- [4] Stannard JP, Volgas DA, Stewart R, McGwin G, Alonso JE. Negative pressure wound therapy after severe open fractures: a prospective randomized study. *J Orthop Trauma*. 2009;23:552–557. doi:10.1097/BOT.0b013e3181a2e2b6.
- [5] Iheozor-Ejiogor Z, Newton K, Dumville JC, Costa ML, Norman G, Bruce J. Negative pressure wound therapy for open traumatic wounds. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;7:CD012522. doi:10.1002/14651858.CD012522.pub2.
- [6] Glass GE, Murphy GRF, Nanchahal J. Does negative-pressure wound therapy influence subjacent bacterial growth? A systematic review. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg*. 2017;70:1028–1037. doi:10.1016/j.bjps.2017.05.027.
- [7] Mouës CM, Vos MC, van den Bemd G-JCM, Stijnen T, Hovius SER. Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomized trial. *Wound Repair Regen*. 2004;12:11–17. doi:10.1111/j.1067-1927.2004.12105.x.
- [8] Pelham FR, Kubiak EN, Sathappan SS, Di Cesare PE. Topical negative pressure in the treatment of infected wounds with exposed orthopaedic implants. *J Wound Care*. 2006;15:111–116. doi:10.12968/jowc.2006.15.3.26881.
- [9] Canavese F, Marengo L, Corradin M, Mansour M, Samba A, Andreacchio A, et al. Deep postoperative spine infection treated by negative pressure therapy in patients with progressive spinal deformities. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018;138:463–469. doi:10.1007/s00402-017-2860-2.
- [10] Ene R, Panti Z, Albu E, Ene P, Cirstoiu MM, Cirstoiu FC. Negative pressure, a “solution” in the treatment of infected knee prosthesis? *Maedica*. 2015;10:5–9.
- [11] Lehner B, Fleischmann W, Becker R, Jukema GN. First experiences with negative pressure wound therapy and instillation in the treatment of infected orthopaedic implants: a clinical observational study. *Int Orthop*. 2011;35:1415–1420. doi:10.1007/s00264-011-1274-y.
- [12] Thiels CA, Aho JM, Naik ND, Zielinski MD, Schiller HJ, Morris DS, et al. Infected hardware after surgical stabilization of rib fractures: outcomes and management experience. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;80:819–823. doi:10.1097/TA.0000000000001005.
- [13] Lee SY, Niikura T, Miwa M, Sakai Y, Oe K, Fukazawa T, et al. Negative pressure wound therapy for the treatment of infected wounds with exposed knee joint after patellar fracture. *Orthopedics*. 2011;34:211. doi:10.3928/01477447-20110427-27.



### 3.1. TRATAMIENTO: ANTIBIÓTICOS Y MANEJO NO OPERATORIO

**Autores:** Willem-Jan Metsemakers, Charalampos Zalavras

#### PREGUNTA 1: ¿Cuál es la cobertura de antibióticos profilácticos óptima y la duración del tratamiento para las fracturas abiertas de huesos largos?

**RECOMENDACIÓN:** El uso de antibióticos profilácticos para fracturas abiertas de huesos largos tiene un efecto protector contra la infección precoz. Los antibióticos deben administrarse lo antes posible después de la lesión. El antibiótico de elección debe apuntar a organismos grampositivos. Se debe considerar una cobertura adicional para los organismos gramnegativos en pacientes con fracturas abiertas de alta energía. Los antibióticos no deben continuarse durante más de 72 horas después del cierre de la herida.

#### NIVEL DE EVIDENCIA:

- Eficacia de los antibióticos profilácticos - Fuerte
- Inicio de terapia antibiótica profiláctica - Moderado
- Elección de antibióticos - Limitada
- Duración del tratamiento - Moderada

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

#### JUSTIFICACIÓN

La administración de antibióticos ha demostrado disminuir la tasa de infección en fracturas abiertas en ensayos controlados aleatorios [1,2], así como revisiones sistemáticas [3,4]. Patzakis *et al.* demostró por primera vez el beneficio de los antibióticos en un estudio prospectivo y aleatorizado [1], en el que las tasas de infección por cefalotina versus penicilina con estreptomina versus ningún antibiótico fueron 2,3%, 9,7% y 13,9%, respectivamente. En una revisión Cochrane, se analizaron los datos de 1.106 participantes en ocho estudios. El uso de antibióticos tuvo un efecto protector contra la infección temprana en comparación con ningún antibiótico o placebo (relación de riesgo (RR) 0,43, intervalo de confianza (IC) del 95%: 0,29 a 0,65, reducción del riesgo absoluto de 0,07 [IC del 95% de 0,03 a 0,10]) [3]. Otra revisión sistemática más reciente también sugirió una reducción grande y constante en el riesgo de infección con el uso de antibióticos (RR 0,37, IC del 95%, 0,21 a 0,66) [4].

#### Inicio de terapia antibiótica profiláctica

En un estudio retrospectivo de fracturas de tibia abierta tipo III por Lack *et al.*, la administración de antibióticos sistémicos más de 66 minutos después de la lesión se asoció de manera significativa e independiente con infección profunda (odds ratio (OR), 3,78, IC 95%, 1,16 a 12,31) [5]. Sobre la base de la calidad y cantidad de la evidencia disponible, la fuerza inicial de la recomendación para la administración temprana de antibióticos sería limitada. Sin embargo, podemos actualizar esta recomendación a una de intensidad moderada según los siguientes factores: (a) hay pruebas sólidas de que se deben administrar antibióticos y (b) el retraso de la administración necesaria de antibióticos no conlleva ningún beneficio que pueda equilibrar el riesgo potencial de aumento de la tasa de infección con la administración retrasada.

#### Elección de antibióticos

Los organismos diana para la administración profiláctica deben ser contaminantes en la herida. Los estudios que evalúan la microbio-

logía de las heridas por fractura abierta han demostrado sistemáticamente que la mayoría de los contaminantes son organismos grampositivos [6,7]. Un estudio de 616 fracturas abiertas tipo I y II de la tibia concluyó que la contaminación bacteriana en el sitio de la fractura consistió en una distribución similar de las especies grampositivas (75 a 78%) y gramnegativas (22 a 26%) al llegar a el servicio de urgencias, al inicio de la operación y al cierre de la herida [6]. El *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM) estuvo ausente entre las cepas aisladas en estas etapas [6]. Se acepta por la comunidad científica la importancia de los antibióticos para cubrir los organismos grampositivos (generalmente una cefalosporina de primera generación). Sin embargo, la necesidad de cobertura contra organismos gramnegativos o contra anaerobios sigue siendo controvertida. Ningún estudio en la bibliografía ha comparado directamente la cobertura grampositiva con la cobertura combinada grampositivos y gramnegativos. Patzakis *et al.* recomendó la adición de aminoglucósidos en todas las fracturas abiertas, encontrando en su estudio una reducción en la tasa de infección en tibias abiertas tratadas con una cefalosporina de 14,6% (de 1976 a 1977) a 4,5% en tibias abiertas cuando fueron tratadas con una cefalosporina y un aminoglucósido (1979 a 1980). Sin embargo, esta no fue una comparación directa, sino una comparación de pacientes tratados en diferentes períodos de tiempo en dos estudios prospectivos [8]. Gustilo *et al.* observaron que el 77% de los cultivos aislados de fracturas abiertas infectadas eran de bacterias gramnegativas y recomendaron la adición de aminoglucósidos para las fracturas abiertas de tipo III [9]. Del mismo modo, Vaseinius *et al.* en un ensayo controlado aleatorio en este tipo de fracturas abiertas graves de tibia tratadas con clindamicina versus cloxacilina, encontraron unas tasas elevadas de infección en el sitio quirúrgico (ISQ), recomendándose la adición de un aminoglucósido [10].

La contaminación de las heridas por fractura abierta con microorganismos gramnegativos, aunque es menos frecuente, todavía ocurre [6,7] y una fractura abierta grave puede ser clasificada erróneamente debido a las limitaciones del error interobservador de la

clasificación de Gustilo-Anderson [11]. Sin embargo, las tasas de ISQ de las fracturas de Gustilo tipo I y II han sido consistentemente bajas, según la bibliografía, incluso con antibióticos de espectro estrecho dirigidos principalmente a las especies grampositivas [9]. Por lo tanto, se recomienda la administración de una cefalosporina de primera generación para las fracturas de Gustilo I y II [12-14] y la administración adicional de un antibiótico con buena cobertura gramnegativa en Gustilo tipo III (p. ej., Aminoglucósidos o cefalosporinas de tercera generación) [13,14,15,16]. Los aminoglucósidos pueden causar nefrotoxicidad, especialmente en el establecimiento de una enfermedad o disfunción renal; por lo tanto, debe considerarse previamente la situación clínica de la función renal. Pannell *et al.* comunicaron que el uso de gentamicina durante el tratamiento de las fracturas abiertas no conduce a un aumento de las tasas de disfunción renal cuando se utiliza en pacientes con función renal basal normal [17]. Desafortunadamente, la función renal a menudo no se conoce en el momento de la admisión inicial con administración de antibióticos. Se recomienda la cobertura anaeróbica (por ejemplo, penicilina, clindamicina o metronidazol) en presencia de una posible contaminación por *Clostridium* (por ejemplo, contaminación fecal o lesiones sufridas en una granja) [13,14].

Sin embargo, ningún estudio ha comparado la cobertura anaeróbica en tales lesiones. Un grupo de trabajo que desarrolló directrices para lesiones de combate graves y contaminadas, no recomendó cobertura anaeróbica, sino que enfatizó el desbridamiento temprano y completo. La aparición de resistencia en las bacterias frente a los antimicrobianos ha creado preocupaciones sobre la idoneidad de los protocolos de antibióticos actuales, especialmente contra SARM.

Sin embargo, un ensayo controlado aleatorio que comparó vancomicina y cefazolina versus solo cefazolina en 101 pacientes con fracturas abiertas no encontró ninguna diferencia en las tasas de infección entre los grupos: 19% en el grupo que recibió vancomicina y cefazolina versus 15% en el grupo de cefazolina solo [18]. Como resultado, según los datos disponibles, no puede recomendarse el uso rutinario de vancomicina en fracturas abiertas.

## Duración

Dos ensayos controlados aleatorios compararon el tratamiento de las fracturas abiertas con una duración de uno a cinco días de antibióticos [6,19]. Ambos estudios concluyeron que las tasas de infección fueron similares en los grupos de uno y de cinco días, abogando contra la administración profiláctica de antibióticos más larga, durante cinco días. Sin embargo, ningún estudio controlado aleatorio ha comparado la profilaxis con antibióticos de uno, dos o tres días. En un estudio retrospectivo de casos y controles sobre 1.492 fracturas abiertas llevado a cabo por Dunkel *et al.*, tras realizar análisis multivariable, demostró que no había una diferencia significativa en el riesgo de infección entre la profilaxis de un día en comparación con la de regímenes más prolongados [20]. Si bien, la *odds ratio* (OR) para la infección en el grupo de dos/tres días en comparación con el grupo de un día fue 0,6 (IC del 95%, 0,2 a 2,0) en todas las fracturas y 0,3 (IC del 95%, 0,1 a 3,3) en las fracturas de tipo III. Estas OR inferiores no fueron significativas. No se recomienda la administración profiláctica prolongada de antibióticos durante más de 72 horas. En ausencia de datos adicionales para las fracturas abiertas de tipo I y II recomendaríamos la administración de antibióticos durante al menos 24 horas después del cierre de la herida, pero sin exceder las 72 horas. En las fracturas tipo III, de acuerdo con las directrices existentes, recomendamos 72 horas de administración antibiótica ó 24 horas después del cierre de la herida o la cobertura de sus tejidos blandos, [13,15,16,21].

## REFERENCIAS

- [1] Patzakis MJ, Harvey JP, Ivler D. The role of antibiotics in the management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56:532-541.
- [2] Braun R, Enzler MA, Rittmann WW. A double-blind clinical trial of prophylactic cloxacillin in open fractures. *J Orthop Trauma.* 1987;1:12-17.
- [3] Gosselin RA, Roberts I, Gillespie WJ. Antibiotics for preventing infection in open limb fractures. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;CD003764. doi:10.1002/14651858.CD003764.pub2.
- [4] Chang Y, Kennedy SA, Bhandari M, Lopes LC, Bergamaschi C de C, Carolina de Oliveira E Silva M, et al. Effects of antibiotic prophylaxis in patients with open fracture of the extremities: a systematic review of randomized controlled trials. *JBJS Rev.* 2015;3. doi:10.2106/JBJS.RVW.N.00088.
- [5] Lack WD, Karunakar MA, Angerame MR, Seymour RB, Sims S, Kellam JF, et al. Type III open tibia fractures: immediate antibiotic prophylaxis minimizes infection. *J Orthop Trauma.* 2015;29:1-6. doi:10.1097/BOT.0000000000000262.
- [6] Carsenti-Etse H, Doyon F, Desplaces N, Gagey O, Tancrede C, Pradier C, et al. Epidemiology of bacterial infection during management of open leg fractures. *Eur J Clin Microbiol Infect.* 1999;18:315-323.
- [7] Robinson D, On E, Hadas N, Halperin N, Hofman S, Boldur I. Microbiologic flora contaminating open fractures: its significance in the choice of primary antibiotic agents and the likelihood of deep wound infection. *J Orthop Trauma.* 1989;3:283-286.
- [8] Patzakis MJ, Wilkins J, Moore TM. Use of antibiotics in open tibial fractures. *Clin Orthop.* 1983;31-35.
- [9] Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma.* 1984;24:742-746.
- [10] Vasenius J, Tulikoura I, Vainionpää S, Rokkanen P. Clindamycin versus cloxacillin in the treatment of 240 open fractures. A randomized prospective study. *Ann Chir Gynaecol.* 1998;87:224-228.
- [11] Brumback RJ, Jones AL. Interobserver agreement in the classification of open fractures of the tibia. The results of a survey of two hundred and forty-five orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:1162-1166.
- [12] Hauser CJ, Adams CA, Eachempati SR, Council of the Surgical Infection Society. Surgical Infection Society guideline: prophylactic antibiotic use in open fractures: an evidence-based guideline. *Surg Infect.* 2006;7:379-405. doi:10.1089/sur.2006.7.379.
- [13] Hoff WS, Bonadies JA, Cachecho R, Dorlac WC. East Practice Management Guidelines Work Group: update to practice management guidelines for prophylactic antibiotic use in open fractures. *J Trauma.* 2011;70:751-754. doi:10.1097/TA.0b013e31820930e5.
- [14] Luchette FA, Barrie PS, Oswanski MF, Spain DA, Mullins CD, Palumbo F, et al. Practice management guidelines for prophylactic antibiotic use in tube thoracostomy for traumatic hemopneumothorax: the EAST Practice Management Guidelines Work Group. Eastern Association for Trauma. *J Trauma.* 2000;48:753-757.
- [15] Obremskey W, Molina C, Collinge C, Nana A, Tornetta P 3rd, Sagi C, Schmidt A, Probe R, Ahn J, Browner BD. Evidence-Based Quality Value and Safety Committee Orthopaedic Trauma Association, Writing Committee. Current practice in the management of open fractures among orthopaedic trauma surgeons. Part A: initial management. A survey of orthopaedic trauma surgeons. *J Orthop Trauma.* 2014 Aug;28(8):e198-e202. doi: 10.1097/BOT.0000000000000033.
- [16] Murray CK, Obremskey WT, Hsu JR, Andersen RC, Calhoun JH, Clasper JC, Whitman TJ, Curry TK, Fleming ME, Wenke JC, Ficke JR; Prevention of combat-related infections guidelines panel prevention of infections associated with combat-related extremity injuries. *J Trauma.* 2011 Aug;71(2 Suppl 2):S235-S257. doi: 10.1097/TA.0b013e318227ac5f.
- [17] Pannell WC, Banks K, Hahn J, Inaba K, Marecek GS. Antibiotic related acute kidney injury in patients treated for open fractures. *Injury.* 2016;47:653-657. doi:10.1016/j.injury.2016.01.018.
- [18] Saveli CC, Morgan SJ, Belknap RW, Ross E, Stahel PF, Chaus GW, et al. Prophylactic antibiotics in open fractures: a pilot randomized clinical safety study. *J Orthop Trauma.* 2013;27:552-557. doi:10.1097/BOT.0b013e31828d92ee.
- [19] Dellinger EP, Miller SD, Wertz MJ, Grypma M, Droppert B, Anderson PA. Risk of infection after open fracture of the arm or leg. *Arch Surg Chic Ill.* 1960 1988;123:1320-1327.
- [20] Dunkel N, Pittet D, Tovmirzaeva L, Suvà D, Bernard L, Lew D, et al. Short duration of antibiotic prophylaxis in open fractures does not enhance risk of subsequent infection. *Bone Joint J.* 2013;95-B:831-837. doi:10.1302/0301-620X.95B6.30114.
- [21] Nanchahal J, et al., British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons. Standards for the management of open fractures of the lower limb. London: Royal Society of Medicine Press Ltd.; 2009.

Autores: Rodrigo Pesantez, Cristina Suárez

## PREGUNTA 2: ¿Qué antibiótico(s) se debe usar para las fracturas abiertas de baja energía? ¿Qué antibiótico(s) se debe usar para las fracturas abiertas y altamente contaminadas de alta energía?

### RECOMENDACIÓN:

1. Se recomienda el tratamiento con antibióticos dirigidos a los organismos grampositivos tan pronto como sea posible para todas las fracturas abiertas; baja y alta energía.
2. En las fracturas abiertas de alta energía o muy contaminadas, se deben considerar antibióticos adicionales para la cobertura gramnegativa.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** 1. Fuerte; 2. Limitado.

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%; en desacuerdo: 0%; abstención: 5% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

Las fracturas abiertas son aquellas que se asocian con ruptura de la piel y los tejidos blandos que las recubren, lo que resulta en una comunicación entre el sitio de la fractura y el entorno externo [1]. La cantidad de energía impartida a una extremidad durante el trauma da como resultado un mayor o menor grado de compromiso de los huesos y tejidos blandos. Muchos autores han intentado utilizar diferentes clasificaciones para correlacionar el grado o la cantidad de energía y el compromiso del tejido. El más utilizado es el descrito por Anderson *et al.* [2], modificado posteriormente por Gustilo *et al.* [3]. Para los fines de este documento, esta definición se utilizará y se correlacionará con el grado de energía asociado.

De acuerdo con esta clasificación, las fracturas de tipo I se caracterizan por una herida de < 1 cm con contaminación mínima, conminución y daños en tejidos blandos (son de baja energía). El tipo II presenta laceraciones de > 1 cm y lesión moderada de tejidos blandos, pero la cobertura de la herida es adecuada y la lesión perióstica no es extensa (energía moderada). Las fracturas de tipo III se dividen en tres subtipos y todas se consideran de alta energía. El tipo IIIA se caracteriza por estar producidas por traumatismos de alta energía, ocasionándose daños extensos en los tejidos blandos y contaminación sustancial; pero la cobertura de la herida sigue siendo adecuada después de que se haya completado el desbridamiento. El tipo IIIB muestra una cobertura inadecuada de la herida después del desbridamiento y se requieren procedimientos de cobertura. El tipo IIIC es una fractura abierta asociada con una lesión arterial que requiere reparación.

Uno de los propósitos principales de esta clasificación, además de la descripción, es la correlación con las tasas de infección que se han demostrado que aumentan de manera correspondiente [4]. Se ha publicado que las tasas de infección varían del 0% al 2% para el tipo I, del 2% al 5% para el tipo II, del 5% al 10% para el tipo IIIA, del 10% al 50% para el tipo IIIB y del 25% al 60% para el tipo IIIC<sub>3</sub> [2,3,5]. Los antibióticos profilácticos se han convertido en un estándar para las fracturas abiertas desde 1974, cuando Patzakis *et al.* [6] demostró en su estudio prospectivo que la cefalotina había reducido significativamente la tasa de infección a 2,3% en comparación con 13,9% en el grupo de control. Este hallazgo fue confirmado posteriormente por una revisión sistemática que demostró que el uso de antibióticos tenía un efecto protector contra la infección temprana en comparación con la ausencia de administración de antibióticos o de placebos [7].

La eficacia de las cefalosporinas de primera generación para las fracturas abiertas se ha confirmado en estudios de nivel I y II [7,8]. Como se publicó inicialmente por Gustilo *et al.* [3], las fracturas de tipo III tuvieron una alta tasa de infecciones gramnegativas, lo que apoya la adición de un aminoglucósido o una cefalosporina de tercera genera-

ción. Un estudio aleatorio, diferente, prospectivo, de fracturas abiertas graves de tibia (tipo II y III) que comparan la cefalosporina de primera generación y la cefalosporina de tercera generación no mostraron diferencias estadísticas en la tasa de infección [9]. La Guía de la Sociedad de Infección Quirúrgica: Uso de antibióticos profilácticos en fracturas abiertas: una Guía basada en la evidencia, recomienda la administración de cefalosporina de primera generación durante 24-48 horas antes de la operación, como una opción segura y efectiva de profilaxis en pacientes con fracturas abiertas de tipo I [10]. El Grupo de Trabajo de Guías clínicas del Este: Actualización a las Guías clínicas para el Uso de Antibióticos Profilácticos en Fracturas Abiertas recomienda que la profilaxis antibiótica preoperatoria para la cobertura de organismos grampositivos comience en los pacientes con fracturas abiertas tan pronto como sea posible, después de la lesión [11].

Para las fracturas de tipo III, se puede proporcionar cobertura adicional para los organismos gramnegativos ya que estas fracturas se consideran altamente contaminadas, aunque este aspecto aún no está claramente respaldado por estudios de alto nivel [12].

### REFERENCIAS

- [1] Sop JL, Sop A. Fracture, Open. 2018; Statpearls Publishing.
- [2] Gustilo R, Anderson J. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58-A:453-458. doi:10.2106/00004623-197658040-00004.
- [3] Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures—a new classification of type III open fractures. *J Trauma.* 1984;24(8):742-746
- [4] Kim PH, Leopold SS. In brief: Gustilo-Anderson classification. [corrected]. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470:3270-3274. doi:10.1007/s11999-012-2376-6.
- [5] Patzakis MJ, Wilkins J. Factors influencing infection rate in open fracture wounds. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;36-40.
- [6] Patzakis J, Harvey JP, Ivler D. The role of antibiotics in the management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56:532-541.
- [7] Gosselin RA, Roberts I, Gillespie WJ. Antibiotics for preventing infection in open limb fractures. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009. doi:10.1002/14651858.CD003764.pub2.
- [8] Halawi MJ, Morwood MP. Acute management of open fractures: an evidence-based review. *Orthopedics.* 2015;38:e1025-e1033. doi:10.3928/01477447-20151020-12.
- [9] Johnson K, Bone L, Scheinberg R. Severe open tibial fractures: a study protocol. *J Orthop Trauma.* 1988;2(3):175-180.
- [10] Hauser C, Adams C, Eachempati S. Surgical Infection Society Guideline: prophylactic antibiotic use in open fractures: an evidence-based guideline. *Surg Infect (Larchmt).* 2006;7:379. doi:10.1089/sur.2006.7.379.
- [11] Hoff WS, Bonadies JA, Cachecho R, Dorlac WC. East Practice Management Guidelines Work Group: update to practice management guidelines for prophylactic antibiotic use in open fractures. *J Trauma.* 2011;70:751-754. doi:10.1097/TA.0b013e31820930e5.
- [12] Barie PS. Breaking with tradition: evidence-based antibiotic prophylaxis of open fractures. *Surg Infect (Larchmt).* 2006;7:327-329. doi:10.1089/sur.2006.7.327.

### PREGUNTA 3: ¿Cuál es el mecanismo óptimo para administrar antibióticos locales en heridas contaminadas o infectadas?

**RECOMENDACIÓN:** Existe evidencia moderada para respaldar el uso de antibióticos locales en heridas contaminadas o infectadas. La futura recopilación de datos parece importante para mejorar nuestro conocimiento sobre este tema.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 75%; en desacuerdo: 15%; abstención: 10% (supermayoría, consenso fuerte).

#### JUSTIFICACIÓN

La evidencia sobre el mecanismo óptimo para la administración de antibióticos locales en heridas contaminadas o infectadas es moderada. Las fracturas abiertas de extremidades a menudo se asocian con un daño óseo considerable, como la lesión de periostio, un traumatismo extenso de tejidos blandos y una contaminación grave [1,2]. Esto permite que las bacterias establezcan una infección relacionada con la fractura (IRF) al romper la barrera de la piel dañada y adherirse a superficies no vivas, como implantes o fragmentos de huesos muertos [3]. La IRF, que ocurre hasta en un 30% de los casos después de fracturas abiertas complejas, es una de las complicaciones postoperatorias más significativas y está asociada con un alto impacto socioeconómico [4,5]. Por lo tanto, uno de los objetivos principales en el tratamiento de las fracturas abiertas es la prevención de infecciones [6]. En general, la evidencia actual sobre la aplicación local de antibióticos en la prevención de IRF es limitada. Por otra parte, no existen estudios comparativos sobre antibióticos locales y los materiales con los transportan.

Con esto en mente, se realizó en PubMed, Web-of-Science y Embase una búsqueda exhaustiva de la literatura médica reciente [7]. Se incluyeron estudios de cohorte que investigaron el efecto de la profilaxis local con antibióticos adicionales en comparación con la profilaxis sistémica sola en el tratamiento de las fracturas abiertas, agrupándose para un metaanálisis. Tras la selección y confirmación de la elegibilidad, hubo 18 artículos disponibles para el análisis. Una revisión adicional de estos estudios reveló la ausencia de un grupo control en 10 series de casos. Finalmente, ocho estudios [8-15] con un total de 2.738 pacientes fueron elegibles para la síntesis cuantitativa. El efecto de las esferas de polimetilmetacrilato (PMMA) cargadas con antibióticos fue estudiado por seis [8-13] de estos estudios y dos [14,15] evaluaron el efecto de los antibióticos locales aplicados sin material transportador. El metaanálisis mostró una tasa de infección significativamente más baja cuando se aplicaron antibióticos locales que en el grupo de control que recibió profilaxis sistémica con antibióticos estándares solamente. Este efecto estuvo presente en los tres tipos principales de Gustilo-Anderson. Sin embargo, cuando se evaluó mediante el enfoque de "Grado de Recomendación de las Evaluaciones (GRADE)", pareció que estos resultados deberían interpretarse con cautela debido a la baja calificación de la recomendación.

Esta baja calificación implica el impacto incierto de la heterogeneidad y el sesgo en los resultados de los datos agrupados [16]. La mayoría de los estudios utilizaron PMMA como portador para la aplicación de antibióticos locales. Los estudios de Henry *et al.* [8] y Ostermann *et al.* [9,10] encontraron un efecto beneficioso con las esferas de PMMA con tobramicina aplicadas localmente. Este hallazgo fue apoyado por Keating *et al.* que informaron una tendencia hacia la reducción del riesgo de IRF con la adición de esferas de PMMA cargadas con tobramicina local [11]. Ziran *et al.* también investigó el efecto de las esferas de PMMA cargadas con tobramicina y reportó

una reducción del riesgo de dos veces la tasa de infección (31,3% vs. 16,7%) [12]. Sin embargo, debido al pequeño tamaño de la muestra, el estudio se asocia con un riesgo considerable de sesgo y sus resultados deben interpretarse con cautela. A la inversa, el único ensayo de control aleatorio (ECA) en este metaanálisis no encontró ningún efecto beneficioso en la prevención de la IRF con el uso de esferas de PMMA cargadas con tobramicina e incluso se concluyó en un mayor riesgo de IRF (8,3% frente a 5,3%). Sin embargo, este estudio, realizado por Moehring *et al.*, se asocia con un riesgo considerable de sesgo debido a que no se informan los factores pronósticos del paciente, la comparación inadecuada de casos con respecto al tipo Gustilo-Anderson y la ausencia de un resultado primario claramente definido [13].

Dos estudios investigaron el efecto de los antibióticos locales sin un material transportador [14,15]. En las fracturas articulares tibiales abiertas, Singh *et al.* no encontró ningún efecto beneficioso de la vancomicina tópica, aunque este estudio se asocia con un riesgo considerable de sesgo debido a un pequeño tamaño de muestra, un informe inadecuado de la afectación de los tejidos blandos y la duración del seguimiento [14]. Las ventajas de la vancomicina tópica incluyen la disponibilidad generalizada, los bajos costes, la eficacia frente a los patógenos más comunes y las consideraciones con respecto a la inhibición de la curación ósea o la citotoxicidad osteogénica [17]. Sin embargo, existe la preocupación de que en la era de la resistencia antimicrobiana generalizada, el uso de vancomicina debe reservarse para fines terapéuticos, en lugar de profilácticos [15].

Lawing *et al.* investigaron el efecto de los aminoglucósidos acuosos inyectados localmente en fracturas abiertas en un ensayo observacional bien diseñado metodológicamente. Encontraron una tasa de infección significativamente reducida (9,5%) en comparación con el grupo control (19,7%). No hubo pruebas evidentes de que los aminoglucósidos locales inhibieran la curación ósea, ya que no se asociaron con una mayor tasa de pseudoartrosis [15]. O'Toole *et al.* reconoció la falta de evidencia científica de la efectividad de la vancomicina tópica en las fracturas de las extremidades y recientemente publicó un resumen del estudio de un ECA multicéntrico que investiga su efecto en el IRF [17]. Se realizó un análisis cualitativo de los diez estudios [18-27] que se excluyeron del metaanálisis por falta de grupo control. Cinco de estos estudios investigaron el efecto de PMMA que contenía tobramicina [19,20,27] o la combinación de tobramicina y vancomicina [21,23] e informaron una tasa de infección del 0% al 20,0%. Chaudhary *et al.* evaluaron la eficacia de una matriz de colágeno impregnada con gentamicina en el tratamiento de fracturas abiertas en una serie de casos de 31 pacientes e informaron una tasa de infección del 16,1% [25]. Cai *et al.* no observaron infección en 26 fracturas abiertas de hueso largo tratadas con gránulos locales de sulfato de calcio cargados con vancomicina [24]. Tres series no encontraron infección profunda después de tratar un total de 22 fracturas

abiertas de tibia con un clavo tibial recubierto con poli (D, L-lactida) (PDLLA)/gentamicina [18,22,26].

En general, podemos afirmar que la mayoría de las pruebas con respecto a los portadores de antibióticos locales se limitan a los estudios que utilizan esferas de PMMA locales. De hecho, las esferas de PMMA impregnadas con antibióticos no deben descuidarse en el tratamiento agudo de las fracturas abiertas. El PMMA no es biodegradable y, por lo tanto, requiere una extracción quirúrgica, lo que limita su aplicación a los casos que requieren una operación de revisión planificada. Además, después de la liberación inicial de un nivel alto de antibióticos de PMMA, hay una liberación prolongada de antibióticos de bajo nivel que puede estar por debajo de la concentración inhibitoria mínima (CIM) para el potencial patógeno de los microorganismos. Esto podría iniciar una presión de selección que favorezca la aparición de cepas resistentes, así como una reacción de cuerpo extraño [28]. Como se mencionó anteriormente, también hubo estudios incluidos en esta revisión que administraron antibióticos sin un transportador. La principal desventaja de los antibióticos administrados localmente sin un transportador es que no hay un suministro controlado de antibióticos directamente en los tejidos diana ni una liberación sostenida durante un intervalo de tiempo suficiente [28].

Los transportistas biodegradables superan este problema y no tienen las limitaciones de PMMA. Los nuevos biocompuestos absorbibles, como el sulfato de calcio/hidroxiapatita cargado con gentamicina, han demostrado ser altamente efectivos en el tratamiento de la osteomielitis crónica [29]. Malizos *et al.* demostró en un ECA multicéntrico recientemente publicado, que un hidrogel cargado con antibióticos de rápida reabsorción redujo significativamente las tasas de infección después de la osteosíntesis interna de las fracturas cerradas [30]. Sin embargo, la evidencia en la literatura clínica sobre la efectividad de portadores degradables en fracturas abiertas, es limitada. Nuestra búsqueda en la literatura médica identificó solo cinco series de casos que analizan el efecto de los transportadores de antibióticos biodegradables en fracturas abiertas. Aunque estos estudios se asocian con un riesgo considerable de sesgo, los resultados generales son prometedores: no se encontraron infecciones en 26 fracturas abiertas tratadas con gránulos de sulfato de calcio cargados con vancomicina [24] ni en 22 fracturas abiertas de la tibia estabilizadas con un clavo tibial recubierto de gentamicina [18,22,26].

El estudio de Chaudhary *et al.* informó de algunas infecciones con el uso de antibióticos impregnados de colágeno [25]. En conclusión, esta revisión sistemática proporciona una descripción general de la bibliografía más reciente sobre la profilaxis local con antibióticos en las fracturas abiertas de los huesos largos, incluidos varios nuevos transportadores absorbibles [28,30,31]. El efecto benéfico de los antibióticos locales en las fracturas abiertas de las extremidades se demostró mediante la combinación de datos exclusivamente de estudios de cohortes que compararon el efecto de los antibióticos locales adicionales con la profilaxis sistémica con antibióticos estándar. Con respecto al tipo de transportador que se debe usar, la mayoría de las pruebas disponibles se centran en las esferas de PMMA cargadas con antibióticos. Como la PMMA tiene posibles desventajas, recientemente se han desarrollado múltiples portadores biodegradables y algunos de los nuevos transportadores parecen prometedores (por ejemplo, recubrimiento de poli [D, L-lactida] [PDLLA]/gentamicina, hidrogel cargado de antibióticos de rápida reabsorción). La principal limitación de esta revisión y del metanálisis es la baja calidad de las pruebas disponibles en la literatura. Se requieren ECA con suficiente poder estadístico y metodologías de limitación de sesgo para corroborar los hallazgos de este metanálisis. De importancia crítica es el informe de los ensayos en relación con un conjunto mínimo de datos acordados y, en particular, el uso de una definición estandarizada para el IRF [32].

## REFERENCIAS

- [1] Cook GE, Markel DC, Ren W, Webb LX, McKee MD, Schemitsch EH. Infection in orthopaedics. *J Orthop Trauma*. 2015; 29: S19-S23.
- [2] Papakostidis C, Kanakaris NK, Pretel J, Faour O, Morell DJ, Giannoudis PV. Prevalence of complications of open tibial shaft fractures stratified as per the Gustilo-Anderson classification. *Injury*. 2011;42:1408-1415.
- [3] Metsemakers WJ, Kuehl R, Moriarty TF, Richards RG, Verhofstad MH, Borens O, et al. Infection after fracture fixation: current surgical and microbiological concepts. *Injury*. 2016;49(3):511-522.
- [4] Metsemakers WJ, Smeets B, Nijs S, Hoekstra H. Infection after fracture fixation of the tibia: analysis of healthcare utilization and related costs. *Injury*. 2017;48:1204-1210.
- [5] Craig J, Fuchs T, Jenks M, Fleetwood K, Franz D, Iff J, et al. Systematic review and meta-analysis of the additional benefit of local prophylactic antibiotic therapy for infection rates in open tibia fractures treated with intramedullary nailing. *Int Orthop*. 2014;38:1025-1030.
- [6] Zalavras CG. Prevention of infection in open fractures. *Infect Dis Clin North Am*. 2017; 31:339-352.
- [7] Morgenstern M, Vallejo A, McNally MA, Moriarty TF, Ferguson F, Nijs S, et al. The effect of local antibiotic prophylaxis in open limb fractures: a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint Res*. 2018;7(7):447-456.
- [8] Henry SL, Ostermann PA, Seligson D. The prophylactic use of antibiotic impregnated beads in open fractures. *J Trauma*. 1990;30:1231-1238.
- [9] Ostermann PA, Henry SL, Seligson D. The role of local antibiotic therapy in the management of compound fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;102-111.
- [10] Ostermann PA, Seligson D, Henry SL. Local antibiotic therapy for severe open fractures. A review of 1085 consecutive cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77:93-97.
- [11] Keating JF, Blachut PA, O'Brien PJ, Meek RN, Broekhuysse H. Reamed nailing of open tibial fractures: does the antibiotic bead pouch reduce the deep infection rate? *J Orthop Trauma*. 1996;10:298-303.
- [12] Ziran BH, Darowish M, Klatt BA, Agudelo JF, Smith WR. Intramedullary nailing in open tibia fractures: a comparison of two techniques. *Int Orthop*. 2004;28:235-238.
- [13] Moehring HD, Gravel C, Chapman MW, Olson SA. Comparison of antibiotic beads and intravenous antibiotics in open fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;254-261.
- [14] Singh K, Bauer JM, LaChaud GY, Bible JE, Mir HR. Surgical site infection in high-energy peri-articular tibia fractures with intra-wound vancomycin powder: a retrospective pilot study. *J Orthop Traumatol*. 2015;16:287-291.
- [15] Lawing CR, Lin FC, Dahners LE. Local injection of aminoglycosides for prophylaxis against infection in open fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97:1844-1851.
- [16] Bhandari M, Joensson A. *Clinical Research for Surgeons*. New York, NY: Thieme; 2009.
- [17] O'Toole RV, Joshi M, Carlini AR, Murray CK, Allen LE, Scharfstein DO, et al. Local antibiotic therapy to reduce infection after operative treatment of fractures at high risk of infection: a multicenter, randomized, controlled trial (VANCO Study). *J Orthop Trauma*. 2017;31 Suppl 1:S18-S24.
- [18] Fuchs T, Stange R, Schmidmaier G, Raschke MJ. The use of gentamicin-coated nails in the tibia: preliminary results of a prospective study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131:1419-1425.
- [19] Henry SL, Ostermann PA, Seligson D. The antibiotic bead pouch technique. The management of severe compound fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;54-62.
- [20] Wright BA, Roberts CS, Seligson D, Malkani AL, McCabe SJ. Cost of antibiotic beads is justified: a study of open fracture wounds and chronic osteomyelitis. *J Long Term Eff Med Implants*. 2007;17:181-185.
- [21] Gardner MJ, Mehta S, Barei DP, Nork SE. Treatment protocol for open AO/OTA type C3 pilon fractures with segmental bone loss. *J Orthop Trauma*. 2008;22:451-457.
- [22] Raschke M, Vordemvenne T, Fuchs T. Limb salvage or amputation? The use of a gentamicin coated nail in a severe, grade IIIC tibia fracture. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2010;36:605-608.
- [23] Hutson JJ, Jr., Dayicioglu D, Oeltjen JC, Panthaki ZJ, Armstrong MB. The treatment of Gustilo grade IIIB tibia fractures with application of antibiotic spacer, flap, and sequential distraction osteogenesis. *Ann Plast Surg*. 2010;64:541-552.
- [24] Cai X, Han K, Cong X, Cai J, Tong D, Han D, et al. The use of calcium sulfate impregnated with vancomycin in the treatment of open fractures of long bones: a preliminary study. *Orthopedics*. 2010;33(3).
- [25] Chaudhary S, Sen RK, Saini UC, Soni A, Gahlot N, Singh D. Use of gentamicin-loaded collagen sponge in internal fixation of open fractures. *Chin J Traumatol*. 2011;14:209-214.
- [26] Metsemakers WJ, Reul M, Nijs S. The use of gentamicin-coated nails in complex open tibia fracture and revision cases: a retrospective analysis of a single centre case series and review of the literature. *Injury*. 2015;46:2433-2437.
- [27] Eckman JB, Jr., Henry SL, Mangino PD, Seligson D. Wound and serum levels of tobramycin with the prophylactic use of tobramycin-impregnated polymethylmethacrylate beads in compound fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;213-215.
- [28] ter Boo GJ, Grijpma DW, Moriarty TF, Richards RG, Eglin D. Antimicrobial delivery systems for local infection prophylaxis in orthopedic- and trauma surgery. *Biomaterials*. 2015;52:113-125.

- [29] McNally MA, Ferguson JY, Lau AC, Diefenbeck M, Scarborough M, Ramsden AJ, et al. Single-stage treatment of chronic osteomyelitis with a new absorbable, gentamicin-loaded, calcium sulphate/hydroxyapatite biocomposite: a prospective series of 100 cases. *Bone Joint J.* 2016; 98-b:1289-1296.
- [30] Malizos K, Blauth M, Danita A, Capuano N, Mezzoprete R, Logoluso N, et al. Fast-resorbable antibiotic-loaded hydrogel coating to reduce post-surgical infection after internal osteosynthesis: a multicenter randomized controlled trial. *J Orthop Traumatol.* 2017;18:159-169.
- [31] Penn-Barwell JG, Murray CK, Wenke JC. Local antibiotic delivery by a bioabsorbable gel is superior to PMMA bead depot in reducing infection in an open fracture model. *J Orthop Trauma.* 2014;28:370-375.
- [32] Metsemakers WJ, Morgenstern M, McNally MA, Moriarty TF, McFadyen I, Scarborough M, et al. Fracture-related infection: a consensus on definition from an international expert group. *Injury.* 2018;49(3):505-510.

Autores: Warren Haggard, Arvind Nana

## PREGUNTA 4: ¿Es útil la combinación de sistemas locales y sistémicos de administración de antibióticos para tratar fracturas abiertas con heridas superpuestas contaminadas?

**RECOMENDACIÓN:** La administración de antibióticos sistémicos y un dispositivo local de administración de antibióticos (sistema) es una estrategia de tratamiento eficaz para las fracturas de huesos abiertos con heridas contaminadas.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 87%; en desacuerdo: 4%; abstención: 9% (supermayoría, consenso fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

El uso de antisépticos o antibióticos locales en el tratamiento de las fracturas abiertas para la prevención de infecciones tiene una historia de más de 100 años, y este enfoque continúa en la actualidad [1,2]. El uso de antibióticos sistémicos para el tratamiento de las fracturas abiertas se apoya en estudios clínicos históricos realizados por Patzakis, Harvey e Ivler, así como por Gustilo y Anderson [3,4]. Sus primeros estudios indicaron que el tratamiento antibiótico sistémico era terapéutico y profiláctico en la prevención de infecciones de heridas en fracturas abiertas. Con el desarrollo de la adición de antibióticos, primero en cemento óseo y luego en otros biomateriales, el suministro local de antibióticos para el tratamiento de las fracturas abiertas se convirtió en una opción terapéutica para la prevención de infecciones [1,4-8]. Si bien varias revisiones recientes de Isaac *et al.*, Warrender *et al.* y Gosselin *et al.* apoyan el papel de la administración sistémica de antibióticos en el tratamiento de las fracturas abiertas [9-11], la revisión sistemática de 2014 de Craig *et al.* aborda directamente el papel del suministro de antibióticos sistémicos y locales en las fracturas abiertas de tibia [12]. La conclusión de su estudio fue: "Los hallazgos respaldan la consideración de aumentar el régimen de profilaxis antibiótica para incluir antibióticos administrados localmente. Los pacientes con fracturas graves obtendrán el mayor beneficio de las infecciones evitadas" [12]. Otro comentario clave es el de Craig *et al.* Las conclusiones del estudio son: "Ningún ensayo comparó directamente los dos tratamientos para las fracturas abiertas de tibia, lo que limita la capacidad de modificar las diferencias en las tasas de infección observadas directamente a los tratamientos en sí. **Es necesario un gran estudio comparativo para mejorar la evidencia**" [12].

Un metaanálisis más reciente de Morgenstern *et al.* concluyó que existe una reducción del riesgo con respecto a la infección del 11,9% si se administran profilácticamente antibióticos locales adicionales para las fracturas abiertas de extremidades. Aunque los autores declararon que debido a la calidad limitada, la heterogeneidad y el considerable riesgo de sesgo, la combinación de datos de los estudios primarios debe interpretarse con cautela [13]. A pesar de la falta del mencionado estudio de comparación directa y muchas otras preguntas técnicas que van desde la duración de la terapia con antibióticos hasta la selección de antibióticos, varios estudios retrospectivos apoyan la combinación del suministro sistémico y local de antibióticos para la prevención de infecciones durante el tratamiento de fracturas de huesos abiertos.

### Limitaciones

- Usa solo artículos de revistas en inglés para revisar.

### REFERENCIAS

- [1] Cancienne JM, Burrus MT, Weiss DB, Yarboro SR. Applications of local antibiotics in orthopedic trauma. *Orthop Clin North Am.* 2015;46:495-510. doi:10.1016/j.ocl.2015.06.010.
- [2] Singh K, Bauer JM, LaChaud GY, Bible JE, Mir HR. Surgical site infection in high-energy peri-articular tibia fractures with intra-wound vancomycin powder: a retrospective pilot study. *J Orthop Traumatol.* 2015;16:287-291. doi:10.1007/s10195-015-0352-0.
- [3] Patzakis MJ, Harvey JP, Ivler D. The role of antibiotics in the management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56:532-541.
- [4] Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:453-458.
- [5] Carver DC, Kuehn SB, Weinlein JC. Role of systemic and local antibiotics in the treatment of open fractures. *Orthop Clin North Am.* 2017;48:137-153. doi:10.1016/j.ocl.2016.12.005.
- [6] ter Boo G-JA, Grijpma DW, Moriarty TF, Richards RG, Eglin D. Antimicrobial delivery systems for local infection prophylaxis in orthopedic- and trauma surgery. *Biomaterials.* 2015;52:113-125. doi:10.1016/j.biomaterials.2015.02.020.
- [7] Metsemakers W-J, Moriarty TF, Nijs S, Pape HC, Richards RG. Influence of implant properties and local delivery systems on the outcome in operative fracture care. *Injury.* 2016;47:595-604. doi:10.1016/j.injury.2016.01.019.
- [8] Ostermann PA, Seligson D, Henry SL. Local antibiotic therapy for severe open fractures. A review of 1085 consecutive cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77:93-97.
- [9] Isaac SM, Woods A, Danial IN, Mourkus H. Antibiotic prophylaxis in adults with open tibial fractures: what is the evidence for duration of administration? A systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55:146-150. doi:10.1053/j.jfas.2015.07.012.
- [10] Warrender WJ, Lucasti CJ, Chapman TR, Ilyas AM. Antibiotic management and operative debridement in open fractures of the hand and upper extremity: a systematic review. *Hand Clin.* 2018;34:9-16. doi:10.1016/j.hcl.2017.09.001.
- [11] Gosselin RA, Roberts I, Gillespie WJ. Antibiotics for preventing infection in open limb fractures. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;CD003764. doi:10.1002/14651858.CD003764.pub2.
- [12] Craig J, Fuchs T, Jenks M, Fleetwood K, Franz D, Iff J, et al. Systematic review and meta-analysis of the additional benefit of local prophylactic antibiotic therapy for infection rates in open tibia fractures treated with intramedullary nailing. *Int Orthop.* 2014;38:1025-1030. doi:10.1007/s00264-014-2293-2.
- [13] Morgenstern M, Vallejo A, McNally MA, Moriarty TF, Ferguson F, Nijs S, et al. The effect of local antibiotic prophylaxis in open limb fractures: a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint Res.* 2018 Aug 4;7(7):447-456.

Autores: Stephen Kates, Edward Hendershot

**PREGUNTA 5:** ¿Cuál es el tratamiento antibiótico óptimo para la osteomielitis crónica?

**RECOMENDACIÓN:** La selección de antibióticos debe ser específica del cultivo, si es posible. No existe evidencia clara que sugiera que una duración más prolongada del tratamiento (12 a 16 semanas) sea superior a una duración más corta (4 a 6 semanas). Además, no hay pruebas que apoyen la proposición de que el tratamiento con antibióticos intravenosos (IV) es superior al tratamiento oral.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 96%; en desacuerdo: 4%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

**JUSTIFICACIÓN**

La osteomielitis crónica sigue siendo un problema difícil en 2018. La recurrencia de la infección es común, con una incidencia publicada de 20 a 30% [1,2]. La enfermedad incluye un amplio espectro de escenarios clínicos como la osteomielitis mandibular que surge como resultado de complicaciones dentales, osteomielitis vertebral crónica, osteomielitis postoperatoria y postraumática de huesos largos, osteomielitis crónica relacionada con úlceras de presión de la pelvis, calcáneo y otros sitios como infecciones del pie diabético. También se podrían incluir otros procesos de enfermedad en este grupo. Para complicar el panorama, está el hecho de que estas infecciones son causadas por una multitud de patógenos y pueden ser polimicrobianas. El tratamiento de la osteomielitis crónica generalmente requiere desbridamiento quirúrgico más tratamiento con antibióticos [3]. Debido a las variaciones en los enfoques quirúrgicos y al uso reciente de dispositivos locales de administración de antibióticos, la literatura reciente contiene múltiples variables que son difíciles, si no imposibles de controlar, para determinar qué influencia tiene el antibiótico sistémico en el resultado del paciente.

**Elección de antibióticos**

La literatura más antigua que incluye ensayos controlados aleatorios (ECA) a menudo utilizaba una quinolona oral con un agente parenteral de comparación [4-7]. Gentry y Rodríguez compararon prospectivamente la ciprofloxacina con cefalosporina o nafcilina más aminoglucósidos en 31 pacientes con osteomielitis comprobada por biopsia. Estas dos poblaciones tuvieron tasas de éxito similares de 77% y 79% respectivamente [4]. Mader *et al.* evaluó a 26 pacientes con osteomielitis crónica con ciprofloxacina oral versus "terapia parenteral estándar" que consiste en nafcilina, clindamicina y gentamicina, de forma individual o en combinación. Ambos grupos tuvieron tasas de éxito similares cuando se evaluaron dos o tres años después del tratamiento [7]. Gentry y Rodríguez compararon 19 pacientes con ofloxacina oral durante 8 semanas con 14 pacientes con antibióticos parenterales durante 4 semanas y encontraron tasas de éxito del 74% y 86%, respectivamente [5]. Gomis *et al.* evaluaron a 32 pacientes que tenían osteomielitis crónica susceptible con ofloxacina oral versus Imipenem-cilastatina y encontraron tasas de curación del 69% y 50%, respectivamente, que no fueron estadísticamente significativas [6]. Euba *et al.* estudiaron 50 pacientes con osteomielitis estafilocócica que comparaban rifampicina y clotrimoxazol combinadas frente a cloxacilina intravenosa durante 6 semanas con cloxacilina oral durante 2 semanas. Los resultados del tratamiento en estos dos grupos fueron similares y no fueron estadísticamente significativos [8]. Norden *et al.* compararon 19 pacientes con osteomielitis crónica postraumática crónica con nafcilina por vía intravenosa o cefalotina con nafcilina por vía intravenosa más rifampicina y encontraron que las tasas de curación eran mayores en el grupo de la nafcilina por vía intravenosa

más rifampicina, pero esto no era estadísticamente diferente [9]. En el último ECA, Sheftel *et al.* estudiaron ceftazidima versus ticarcilina más tobramicina para la osteomielitis gramnegativa crónica en 18 pacientes y encontraron tasas de curación del 67% y 89%, respectivamente [10].

Finalmente, Spellberg y Lipsky publicaron en 2012 en la revista "*Clinical Infectious Disease*" una revisión de la terapia antibiótica sistémica para la osteomielitis crónica [11]. En ese resumen se incluyeron 49 ensayos no controlados aleatorizados que incluyeron de 9 a 115 pacientes en cada estudio y la mayoría de los estudios tenían de 20 a 40 pacientes cada uno. Las poblaciones de estudio fueron diversas e incluyeron pacientes con y sin prótesis infectadas [11]. La intervención quirúrgica no fue universal en los estudios y el seguimiento fue variable. A pesar de estas limitaciones, se pueden aprender algunas lecciones. En los estudios no aleatorizados que incluyeron de cuatro a seis semanas de  $\beta$ -lactamasa parenteral, las tasas de curación fueron del 60-90% [1]. Las tasas de curación fueron más bajas en pacientes con osteomielitis crónica con *Pseudomonas* [11]. Las tasas de curación también fueron más bajas en los estudios donde se comparó la vancomicina con los agentes betalactámicos para la osteomielitis causada por *S. aureus* [11]. Las fluoroquinolonas fueron el grupo antibiótico mejor estudiado para la osteomielitis crónica. La mayoría de los estudios informaron tasas de curación del 60-80% [11]. La rifampicina también mejoró los resultados en varios estudios cuando se combinó con fluoroquinolonas y otros agentes activos para la osteomielitis crónica por *S. aureus* [11]. Sin embargo, debido a las numerosas interacciones farmacológicas con la rifampicina, hay ocasiones en las que no es recomendable usar la rifampicina. Además, la rifampicina nunca debe usarse sin otro agente activo conocido debido al rápido desarrollo de resistencia a este antibiótico, que a menudo ocurre a los pocos días. En cualquier caso, los autores de esta revisión no pudieron recomendar el mejor agente para el tratamiento [11].

**Duración de la administración**

Tradicionalmente, se prescribieron seis semanas de tratamiento antibiótico parenteral para la osteomielitis crónica combinada con desbridamiento quirúrgico [12,13]. Sin embargo, no hay una ventaja clara publicada en la literatura médica de que las duraciones más largas den como resultado un mejor tratamiento que las duraciones más cortas. En una revisión sistemática reciente, la mayor parte del tratamiento antibiótico incluido que se administró fue a dosis altas durante 12 a 16 semanas [11]. Sin embargo, los datos disponibles en estos estudios no son concluyentes para saber si las dosis más altas o la terapia prolongada mejoraron los resultados [11]. En este momento, la bibliografía no ofrece pruebas adecuadas para determinar la duración óptima de la terapia con antibióticos para la osteomielitis crónica [2,11,14,15].

### Vía de administración

La evidencia reciente ha demostrado que el tratamiento con antibióticos por vía oral puede ser tan eficaz como el tratamiento con antibióticos parenterales [2,11,15]. Conterno *et al.* realizaron una revisión sistemática Cochrane sobre antibióticos para el tratamiento de la osteomielitis crónica en adultos [2]. Esta revisión incluyó ECA o estudios cuasi experimentales (EC no aleatorizados) con respecto al tratamiento con antibióticos utilizado después del desbridamiento quirúrgico de la osteomielitis crónica en adultos. No se encontraron diferencias entre la terapia antibiótica oral y parenteral. Esta revisión fue una actualización de una revisión Cochrane anterior, de 2009 [16]. Los autores llegaron a la conclusión de que la calidad de la evidencia disponible estaba muy limitada como para llegar a una conclusión definitiva con respecto al tratamiento de la osteomielitis con antibióticos [2]. En la revisión mencionada anteriormente, Spellberg y Lipsky sugirieron que la osteomielitis crónica puede tratarse eficazmente en función de la susceptibilidad a los antibióticos de los patógenos y la farmacocinética tanto con antibióticos orales como con terapia parenteral. Los autores llegaron a la conclusión de que la terapia con antibióticos por vía oral con el agente adecuado era una alternativa efectiva a los antibióticos parenterales [11].

### Conclusión

Si bien los estudios hasta la fecha no brindan una opción clara, con respecto a la duración o vía de administración de antibióticos para el tratamiento de la osteomielitis crónica, algunas observaciones, a partir de los datos disponibles, tienen consistencia. En primer lugar, conocer el agente patógeno, su sensibilidad, la penetración de los antibióticos en los huesos y su toxicidad ayuda al médico a elegir la mejor opción para un paciente específico y un escenario clínico concreto. Es importante, siempre que sea posible, establecer un diagnóstico microbiológico (o al menos obtener el tejido óseo adecuado para el cultivo en el laboratorio) antes de iniciar los antibióticos. Como la recomendación actual para la duración del tratamiento suele ser de 4 a 12 semanas, la exposición a los antibióticos y la toxicidad pueden ser importantes. En segundo lugar, en ciertas situaciones, la terapia oral es tan efectiva como la terapia parenteral, habiendo más estudios que apoyan la terapia oral que la parenteral. Hay datos suficientes para apoyar el uso de una fluoroquinolona oral activa para la osteomielitis causada por organismos gramnegativos, el uso de una fluoroquinolona activa con rifampicina para la osteomielitis por *S. aureus*, y la consideración de usar trimetoprim-sulfametoxazol con rifampicina para la osteomielitis por *S. aureus* si ambos agentes están activos. Debe evitarse el uso de una fluoroquinolona activa sola para la osteomielitis por *S. aureus* debido al desarrollo de resistencia durante la monoterapia y la mayor tasa de recaída después de que se complete la terapia. En tercer lugar, agregar rifampicina a una variedad de antibióticos parece mejorar las tasas de curación cuando se combina con otro agente activo conocido cuando se trata la osteomielitis por *S. aureus*. En cuarto lugar, el desbridamiento quirúrgico y la eliminación de implantes en un campo infectado, cuando es posible, generalmente mejora los resultados del tratamiento. En quinto lugar, la clindamicina oral, que se utiliza habitualmente para el tratamiento de la osteomielitis aguda por *S. aureus* en niños [17-20], no se ha estudiado bien para el tratamiento de la osteomielitis crónica en adultos. Finalmente, también es importante tener en cuenta que los antibióticos solo son efectivos cuando llegan al lugar

de la infección. La cobertura adecuada, del hueso infectado, de tejido blando vascularizado, el desbridamiento de cualquier tejido necrótico significativo y el secuestro, y la adecuación del flujo de sangre al sitio afectado, son, probablemente, factores críticos para mejorar los resultados.

Claramente, se necesitan ECA adicionales para responder la pregunta sobre el agente óptimo, la ruta y la duración de la terapia para tratar la osteomielitis crónica en adultos.

### REFERENCIAS

- Walter G, Kemmerer M, Kappler C, Hoffmann R. Treatment algorithms for chronic osteomyelitis. *Dtsch Arzteblatt Int.* 2012;109:257-264. doi:10.3238/arztebl.2012.0257.
- Conterno IO, Turchi MD. Antibiotics for treating chronic osteomyelitis in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;CD004439. doi:10.1002/14651858.CD004439.pub3.
- Lew DP, Waldvogel FA. Osteomyelitis. *Lancet Lond Engl.* 2004;364:369-379. doi:10.1016/S0140-6736(04)16727-5.
- Gentry LO, Rodriguez GG. Oral ciprofloxacin compared with parenteral antibiotics in the treatment of osteomyelitis. *Antimicrob Agents Chemother.* 1990;34:40-43.
- Gentry LO, Rodriguez-Gomez G. Ofloxacin versus parenteral therapy for chronic osteomyelitis. *Antimicrob Agents Chemother.* 1991;35:538-541.
- Gomis M, Barberán J, Sánchez B, Khorrami S, Borja J, García-Barbal J. Oral ofloxacin versus parenteral imipenem-cilastatin in the treatment of osteomyelitis. *Rev Esp Quimioter.* 1999;12:244-249.
- Mader JT, Cantrell JS, Calhoun J. Oral ciprofloxacin compared with standard parenteral antibiotic therapy for chronic osteomyelitis in adults. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:104-110.
- Euba G, Murillo O, Fernández-Sabé N, Mascaró J, Cabo J, Pérez A, et al. Long-term follow-up trial of oral rifampin-cotrimoxazole combination versus intravenous cloxacillin in treatment of chronic staphylococcal osteomyelitis. *Antimicrob Agents Chemother.* 2009;53:2672-2676. doi:10.1128/AAC.01504-08.
- Norden CW, Bryant R, Palmer D, Montgomerie JZ, Wheat J. Chronic osteomyelitis caused by *Staphylococcus aureus*: controlled clinical trial of nafcillin therapy and nafcillin-rifampin therapy. *South Med J.* 1986;79:947-951.
- Sheftel TG, Mader JT. Randomized evaluation of ceftazidime or ticarcillin and tobramycin for the treatment of osteomyelitis caused by gram-negative bacilli. *Antimicrob Agents Chemother.* 1986;29:112-115.
- Spellberg B, Lipsky BA. Systemic antibiotic therapy for chronic osteomyelitis in adults. *Clin Infect Dis.* 2012;54:393-407. doi:10.1093/cid/cir842.
- Shuford JA, Steckelberg JM. Role of oral antimicrobial therapy in the management of osteomyelitis. *Curr Opin Infect Dis.* 2003;16:515-519. doi:10.1097/01.qco.0000104289.87920.77.
- Haidar R, Der Boghossian A, Atiyeh B. Duration of post-surgical antibiotics in chronic osteomyelitis: empiric or evidence-based? *Int J Infect Dis.* 2010;14:e752-e758. doi:10.1016/j.ijid.2010.01.005.
- Lazzarini L, Lipsky BA, Mader JT. Antibiotic treatment of osteomyelitis: what have we learned from 30 years of clinical trials? *Int J Infect Dis.* 2005;9:127-138. doi:10.1016/j.ijid.2004.09.009.
- Rod-Fleury T, Dunkel N, Assal M, Rohner P, Tahintzi P, Bernard L, et al. Duration of post-surgical antibiotic therapy for adult chronic osteomyelitis: a single-centre experience. *Int Orthop.* 2011;35:1725-1731. doi:10.1007/s00264011-1221-y.
- Conterno IO, da Silva Filho CR. Antibiotics for treating chronic osteomyelitis in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;CD004439. doi:10.1002/14651858.CD004439.pub2.
- Feigin RD, Pickering LK, Anderson D, Keeney RE, Shackelford PG. Clindamycin treatment of osteomyelitis and septic arthritis in children. *Pediatrics.* 1975;55:213-223.
- Kaplan SL, Mason EO, Feigin RD. Clindamycin versus nafcillin or methicillin in the treatment of *Staphylococcus aureus* osteomyelitis in children. *South Med J.* 1982;75:138-142.
- McNeil JC, Kaplan SL, Valjejo JG. The influence of the route of antibiotic administration, methicillin susceptibility, vancomycin duration and serum trough concentration on outcomes of pediatric *Staphylococcus aureus* bacteremic osteoarticular infection. *Pediatr Infect Dis J.* 2017;36:572-577. doi:10.1097/INF.0000000000001503.
- Rodriguez W, Ross S, Khan W, McKay D, Moskowitz P. Clindamycin in the treatment of osteomyelitis in children: a report of 29 cases. *Am J Dis Child.* 1977;131:1088-1093.

**Autores:** Michael Patzakis, Kevin Tetsworth, Mauro José Costa Salles, Rajendra Shetty

## **PREGUNTA 6:** ¿Cuál es el tratamiento antibiótico supresivo recomendado para el tratamiento de la osteomielitis crónica después de la fijación de la fractura cuando no se puede extraer el implante?

**RECOMENDACIÓN:** El tratamiento supresivo con antibióticos específicos para el cultivo tiene como objetivo permitir la curación de fracturas antes de la extracción del implante, así como el tratamiento definitivo de la infección.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### **JUSTIFICACIÓN**

La infección después del tratamiento quirúrgico de las fracturas es una complicación con una morbilidad significativa y, en casos raros, incluso la mortalidad. Las infecciones a menudo se han clasificado de acuerdo con el intervalo de tiempo entre la cirugía y la aparición, aunque se ha cuestionado recientemente la distinción entre infecciones agudas y crónicas. Las infecciones tempranas son causadas principalmente por microorganismos virulentos, como *Staphylococcus aureus*, y se diagnostican dentro de las primeras tres semanas de cirugía. Las infecciones tardías generalmente se deben a bacterias menos virulentas, como los estafilococos coagulasa negativos, y se desarrollan entre 3 y 10 semanas. Finalmente, las infecciones tardías ocurren después de 10 semanas y son causadas por siembra hematológica o por la recurrencia de una infección temprana tratada de manera inadecuada [1].

Las infecciones que se producen después de fijación interna con reducción abierta (RAFI) suelen estar causadas por bacterias que forman un biofilm que se adhiere a los implantes [2]. Aproximadamente en una semana, ya se está formando una biopelícula madura, lo que hace que sea menos probable que solamente los antibióticos erradiquen las bacterias [3]. El tratamiento común para la infección relacionada con el implante obedece a tres principios establecidos: desbridamiento quirúrgico, terapia con antibióticos y eventual extracción del implante o su cambio en tiempos. Sin embargo, en la RAFI con infección relacionada con fractura (IRF), la extracción del implante no es adecuada debido a la inestabilidad de la fractura resultante que a menudo conduce a una infección prolongada [4, 5]. Esto tiene consecuencias para los otros aspectos del tratamiento: si se retiene el implante permanece el biofilm. El desbridamiento quirúrgico puede eliminar la mayor parte de la carga bacteriana, pero la terapia con antibióticos adyuvantes debe dirigirse hacia la biopelícula presente. Si se retienen los implantes, el tratamiento consiste en un desbridamiento quirúrgico completo, cultivos de tejidos y terapia supresora de antibióticos a largo plazo con terapia combinada de antibióticos basada en rifampicina. Hasta la fecha, solo dos clases de medicamentos han mostrado las propiedades que son necesarias para el control de las bacterias formadoras de biopelículas. La rifampicina y otras rifampicinas actúan sobre los estafilococos activos en el biofilm [6-11], y las fluoroquinolonas sobre los bacilos gramnegativos [12,13].

En caso de que se retenga el material después del desbridamiento de una infección aguda tras la RAFI, la terapia recomendada consistente en combinación de antibióticos debe comenzar inmediatamente después de la primera intervención quirúrgica y consiste en 10 días de vancomicina y rifampicina intravenosas (IV). La vancomicina fue el agente de elección para la terapia empírica debido a su actividad contra un amplio espectro de microorganismos, la alta incidencia de infecciones grampositivas y el efecto sinérgico con la rifampicina [14-16]. La terapia con vancomicina se inició dos veces al día (1,000 mg IV) y se ajustó para mantener los niveles séricos entre

15 y 20 mcg/ml. La rifampicina se administró dos veces al día (450 mg IV). Una vez que los cultivos de tejidos identifican los patógenos bacterianos responsables y los datos de susceptibilidad están disponibles, la terapia con vancomicina puede cambiarse a otro antibiótico de espectro estrecho, según se indique. La rifampicina se continúa a menos que se encuentren bacterias resistentes a la rifampicina.

Zimmerli *et al.* [2,6] evaluaron la efectividad de este protocolo en un ensayo controlado aleatorio, y después del período de administración IV, la terapia de antibióticos de combinación oral con rifampicina se continuó durante diez semanas adicionales. Los autores concluyeron en un 100% de éxito en los casos en que se administraron ambos antibióticos en comparación con el 58% de éxito cuando solo se recibió ciprofloxacino. Barberan *et al.* [17] y Drancourt *et al.* [18] también estudiaron la infección después de RAFI y evaluaron el efecto de la terapia de combinación de antibióticos con rifampicina, que consiguió buenos resultados. Drancourt *et al.* [18] analizaron tanto la infección articular periprotésica (IAP) como la IRF tratadas con retención inicial y tratamiento antibiótico combinado, y comunicaron una tasa de éxito del 48% después de un seguimiento promedio de 23,5 meses. El estudio de Barberan *et al.* [17] solo incluyó pacientes con infecciones después de RAFI y demostró una tasa de éxito del 72%. En un estudio prospectivo de cohorte observacional, Tschudin-Sutter *et al.* [19] analizaron 233 pacientes con infecciones ortopédicas relacionadas con implantes de los cuales 52,4% (122/233) fueron infecciones relacionadas con RAFI, para las cuales la tasa de éxito fue de 90,2% (110/122) con el uso de un régimen de combinación con rifampicina como terapia supresora. Esto se observó en pacientes con retención de implantes después de dos años de seguimiento. Los pacientes se identificaron para su inclusión utilizando criterios de selección estrictos (la duración de los síntomas clínicos no fue superior a tres semanas): implante estable, tejidos blandos intactos, ausencia de abscesos o trayecto fistuloso y patógeno causante susceptible a los antibióticos con actividad contra la adherencia a la superficie de los microorganismos (es decir, rifampicina para *S. aureus* o estafilococos coagulasa negativos y ciprofloxacina para patógenos gramnegativos) [19]. Hasta el momento, este es el estudio más grande que evalúa a pacientes con infecciones asociadas a implantes que se tratan mediante retención y tratamiento antibiótico supresor a largo plazo.

Es importante resaltar el aspecto crítico de la estabilidad del implante, ya que los que están sueltos no pueden retenerse incluso si la infección se manifiesta en etapas muy tempranas. Worlock *et al.* [4] demostraron en un modelo experimental con conejos que las fracturas tibiales inestables estaban asociadas con tasas de osteomielitis significativamente más altas que las que eran estables. Estos implantes a menudo pueden retenerse cuando se desarrolla una infección aguda después de la fijación de la fractura. La extracción de implantes generalmente no es deseable en los casos de infección aguda, ya que la RAFI cumple dos objetivos diferentes. Primero, la

estabilidad alcanzada por la fijación es crítica para la curación de las fracturas. Cuando se crean condiciones en las que es posible el micromovimiento entre fragmentos de hueso, se producirá reabsorción y necrosis del hueso afectado [5]. En segundo lugar, el objetivo del tratamiento quirúrgico de la fractura y la movilización temprana es prevenir la pérdida de la función debido a la cicatrización de los tejidos blandos circundantes o la estabilidad articular. Se debe prestar especial atención a las infecciones después de fijación intramedular, con la creencia popular de que la erradicación de la infección no es factible sin el intercambio de implantes [20]. Chen *et al.* [21] estudiaron 23 infecciones después de clavo intramedular (EEM) del fémur debido a fracturas. Los pacientes se dividieron en dos grupos en los que a un grupo con EEM se les extrajeron los clavos y se colocó un fijador externo. Todas las fracturas de fémur con EEM bloqueados (12/12) no presentaron infección en el seguimiento de un promedio de 25 meses. Solo 7 de 11 pacientes (64%) en el grupo de fijadores externos se curaron. Mientras que la remoción o intercambio del implante brinda la oportunidad de extirpar el biofilm y así reducir la carga bacteriana, en los casos de retención de implantes, el desbridamiento quirúrgico y la terapia antibiótica adyuvante juegan un papel más importante.

En conclusión, en la situación de IRF donde se elige el desbridamiento y la retención del implante como estrategia de tratamiento, la rifampicina puede ser un agente adyuvante efectivo para suprimir los organismos grampositivos, mientras que el ciprofloxacino (fluoroquinolonas) puede ser efectiva para suprimir los organismos gramnegativos.

## REFERENCIAS

- [1] Ochsner PE, Sirkin M, Trampuz A. Acute Infections. In: Ruedi T, Buckely R, Moran C, editors. *AO Principles of Fracture Management (Volume I)*, Stuttgart and New York, NY: Thieme; 2016. p. 520–540.
- [2] Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE. Prosthetic-joint infections. *New Engl J Med.* 2004;351:1645–1654. doi:10.1056/NEJMra040181.
- [3] Stojic S, Shen Y, Haapasalo M. Effect of the source of biofilm bacteria, level of biofilm maturation, and type of disinfecting agent on the susceptibility of biofilm bacteria to antibacterial agents. *J Endod.* 2013;39(4):473–477. doi:10.1016/j.joen.2012.11.024.
- [4] Worlock P, Slack R, Harvey L, Mawhinney R. The prevention of infection in open fractures: an experimental study of the effect of fracture stability. *Injury.* 1994;25(1):31–8. doi:10.1016/0020-1383(94)90181-3.
- [5] Perren SM. Physical and biological aspects of fracture healing with special reference to internal fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;138:175–196.
- [6] 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. *JAMA.* 1998;279(19): 1537–1541. doi:10.1001/jama.279.19.1537.
- [7] Trampuz A, Murphy CK, Rothstein DM, Widmer AF, Landmann R, Zimmerli W. Efficacy of a novel rifamycin derivative, ABI-0043, against *Staphylococcus aureus* in an experimental model of foreign-body infection. *Antimicrob Agents Chemother.* 2007;51(7):2540–2545. doi:10.1128/AAC.00120-07.
- [8] Widmer AF, Gaechter A, Ochsner PE, Zimmerli W. Antimicrobial treatment of orthopedic implant-related infections with rifampin combinations. *Clin Infect Dis.* 1992;14(6). doi:10.1093/clinids/14.6.1251.
- [9] El Helou OC, Barbari EF, Lahr BD, Eckel-Passow JE, Razonable RR, Sia IG, et al. Efficacy and safety of rifampin containing regimen for staphylococcal prosthetic joint infections treated with debridement and retention. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 2010;29(8). doi:10.1007/s10096-010-0952-9.
- [10] Wehrli W. Rifampin: mechanisms of action and resistance. *Rev Infect Dis.* 1983;5:407–541. doi:10.1136/bmj.e7677 PM - 23186909 M4 - Citavi.
- [11] Kiedrowski MR, Horswill AR. New approaches for treating staphylococcal biofilm infections. *Ann N Y Acad Sci.* 2011;1241:104–121. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06281.x.
- [12] Hsieh P, Lee MS, Hsu K, Chang Y, Shih H, Ueng SW. Gram-negative prosthetic joint infections: risk factors and outcome of treatment. *Clin Infect Dis.* 2009;49(7):1036–1043. doi:10.1086/605593.
- [13] Widmer AF, Wiestner A, Frei R, Zimmerli W. Killing of nongrowing and adherent *Escherichia coli* determines drug efficacy in device-related infections. *Antimicrob Agents Chemother.* 1991;35(4):741–746. doi:10.1128/AAC.35.4.741.
- [14] Niska JA, Shahbazian JH, Ramos RI, Francis KP, Bernthal NM, Miller LS. Vancomycin-rifampin combination therapy has enhanced efficacy against an experimental *Staphylococcus aureus* prosthetic joint infection. *Antimicrob Agents Chemother.* 2013;57(10):5080–5086. doi:10.1128/AAC.00702-13.
- [15] Peck KR, Kim SW, Jung SI, Kim YS, Oh WS, Lee JY, et al. Antimicrobials as potential adjunctive agents in the treatment of biofilm infection with *Staphylococcus epidermidis*. *Chemotherapy.* 2003;49(4):189–193. doi:10.1159/000071143.
- [16] Saginur R, St. Denis M, Ferris W, Aaron SD, Chan F, Lee C, et al. Multiple combination bactericidal testing of staphylococcal biofilms from implant-associated infections. *Antimicrob Agents Chemother.* 2006;50(1):55–61. doi:10.1128/AAC.50.1.55-61.2006.
- [17] Barberán J, Aguilar L, Giménez MJ, Carroquino G, Granizo JJ, Prieto J. Levofloxacin plus rifampicin conservative treatment of 25 early staphylococcal infections of osteosynthetic devices for rigid internal fixation. *Int J Antimicrob Agents.* 2008;32(2):154–157. doi:10.1016/j.ijantimicag.2008.03.003.
- [18] Drancourt M, Stein A, Argenson JN, Roiron R, Groulier P, Raoult D. Oral treatment of *Staphylococcus* spp. infected orthopaedic implants with fusidic acid or ofloxacin in combination with rifampicin. *J Antimicrob Chemother.* 1997;39(2):235–240. doi:10.1093/jac/39.2.235.
- [19] Tschudin-Sutter S, Frei R, Dangel M, Jakob M, Balmelli C, Schaefer DJ, et al. Validation of a treatment algorithm for orthopaedic implant-related infections with device-retention-results from a prospective observational cohort study. *Clin Microbiol Infect.* 2016;22(5):457. doi:10.1016/j.cmi.2016.01.004.
- [20] Trampuz A, Zimmerli W. Diagnosis and treatment of infections associated with fracture-fixation devices. *Injury.* 2006;37 Suppl 2:S59–S66. doi:10.1016/j.injury.2006.04.010.
- [21] Chen CE, Ko JY, Wang JW, Wang CJ. Infection after intramedullary nailing of the femur. *J Trauma.* 2003;55(2):338–344. doi:10.1097/01.TA.0000035093.56096.3C.



**Autor:** Leonard Marais

## PREGUNTA 7: ¿Existe un papel para la terapia de oxígeno hiperbárico (TOHB) y otros métodos no antibióticos para el tratamiento de osteomielitis crónica/infecciones de implantes?

**RECOMENDACIÓN:** Existe evidencia limitada de la eficacia del oxígeno hiperbárico (OHB) en el tratamiento de infecciones óseas postraumáticas.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 86%; en desacuerdo: 5%; abstención: 9% (gran mayoría, consenso).

## JUSTIFICACIÓN

La TOHB se ha propuesto como una terapia complementaria en el tratamiento de la osteomielitis refractaria, definida como osteomielitis crónica que persiste o recurre después de que se hayan realizado las intervenciones apropiadas o cuando la osteomielitis aguda no haya

respondido a las técnicas de tratamiento aceptadas universalmente [1]. El procedimiento consiste en la inhalación intermitente de oxígeno al 100% en cámaras presurizadas por encima de una atmósfera absoluta (generalmente de 2 a 2,5 atmósferas absolutas (ATA)). Se basa

en la premisa de que el aumento de los niveles de oxígeno en los tejidos mejorará la curación. Aunque los eventos adversos suelen ser autolimitados, las posibles complicaciones más graves incluyen la otitis baro-traumática, el neumotórax, la miopía y las convulsiones [2].

Si bien inicialmente hubo cierto entusiasmo sobre el uso de TOHB en la osteomielitis refractaria, parece haber disminuido con solo una serie de casos publicada desde 2004 [3]. Antes de esto, se publicaron una pequeña cantidad de estudios descriptivos que concluyeron en resultados alentadores [4,5]. Una revisión sistemática realizada por Goldman en 2009 examinó la evidencia de TOHB en la curación de heridas y el rescate de extremidades. Cinco estudios se clasificaron como evidencia de fuerza "moderada" (los 10 restantes son "bajos" o "muy bajos") [6]. En el primero de ellos, Morrey *et al.* publicaron los resultados de TOHB en 40 pacientes con infección recurrente durante más de 6 meses después de, al menos, 1 procedimiento quirúrgico [7]. Tras la cirugía, los antibióticos y el TOHB, el 85% de los pacientes estaban libres de enfermedad al año. Davis *et al.* realizaron un estudio retrospectivo en 38 pacientes con drenaje activo de heridas y al menos 1 procedimiento quirúrgico previo fallido [8]. Se logró una curación completa, de nuevo en combinación con Cirugía y antibióticos, en el 89% de los casos. De 1998 a 2004, Chen *et al.*, publicaron tres series de casos superpuestas que involucraban a pacientes que presentaban recurrencia de la infección después de un tratamiento quirúrgico previo [9-11]. La tasa de éxito del tratamiento estándar, que involucra desbridamiento agresivo, antibióticos y TOHB, fue del 79% al 92% (téngase en cuenta que en el estudio de 2003 no se incluyó en la revisión sistemática de Goldstein).

Sin embargo, los hallazgos de todos estos estudios no comparativos son difíciles de interpretar y confusos por el hecho de que el OHB se utilizó como parte de una estrategia de tratamiento multimodal. Además, no está claro si los procedimientos quirúrgicos iniciales fallidos fueron realizados por cirujanos expertos en infecciones musculoesqueléticas. Solo se incluyó un estudio comparativo en la revisión sistemática de Goldman. Esterhai *et al.* realizó un ensayo clínico controlado no aleatorizado y encontró que el TOHB no tenía ningún efecto sobre la duración de la hospitalización, el resultado clínico inicial o la recurrencia tardía de la infección [12]. El único estudio clínico publicado desde la revisión sistemática en 2009, describió la experiencia de un solo centro con TOHB en general y no proporcionó una descripción detallada específica de los pacientes con osteomielitis crónica refractaria [3]. Recientemente, el efecto de la TOHB sobre

la infección asociada con implantes fue aún más cuestionado. Büren *et al.* en un modelo murino estandarizado, mostraron que la TOHB no tuvo un efecto beneficioso sobre la infección local o la respuesta inmune a la infección en comparación con la terapia estándar sola [13]. Curiosamente, también observaron retraso en la curación ósea y una mayor tasa de pseudoartrosis a los 28 días en el grupo de TOHB. En última instancia, actualmente solo hay evidencia limitada sobre el apoyo al uso de TOHB en infecciones postraumáticas y el único estudio con un brazo de control no encontró beneficios.

## REFERENCIAS

- [1] Hatzenbuehler J, Pulling TJ. Diagnosis and management of osteomyelitis. *Am Fam Physician*. 2011;84:1027-1033.
- [2] Wang C, Schweitzberg S, Berliner E, Zarin DA, Lau J. Hyperbaric oxygen for treating wounds: a systematic review of the literature. *Arch Surg*. 2003;138:272-279; discussion 280.
- [3] Skeik N, Porten BR, Isaacson E, Seong J, Klosterman DL, Garberich RF, et al. Hyperbaric oxygen treatment outcome for different indications from a single center. *Ann Vasc Surg*. 2015;29:206-214. doi:10.1016/j.avsg.2014.07.034.
- [4] Bingham EL, Hart GB. Hyperbaric oxygen treatment of refractory osteomyelitis. *Postgrad Med*. 1977;61:70-76.
- [5] Maynor ML, Moon RE, Camporesi EM, Fawcett TA, Fracica PJ, Norvell HC, et al. Chronic osteomyelitis of the tibia: treatment with hyperbaric oxygen and autogenous microsurgical muscle transplantation. *J South Orthop Assoc*. 1998;7:43-57.
- [6] Goldman RJ. Hyperbaric oxygen therapy for wound healing and limb salvage: a systematic review. *PM R*. 2009;1:471-489. doi:10.1016/j.pmrj.2009.03.012.
- [7] Morrey BF, Dunn JM, Heimbach RD, Davis J. Hyperbaric oxygen and chronic osteomyelitis. *Clin Orthop Relat Res*. 1979;121-127.
- [8] Davis JC, Heckman JD, DeLee JC, Buckwold FJ. Chronic non-hematogenous osteomyelitis treated with adjuvant hyperbaric oxygen. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:1210-1217.
- [9] Chen CY, Lee SS, Chan YS, Yen CY, Chao EK, Ueng SW. Chronic refractory tibia osteomyelitis treated with adjuvant hyperbaric oxygen: a preliminary report. *Changgong Yi Xue Za Zhi*. 1998;21:165-171.
- [10] Chen C-E, Shih ST, Fu TH, Wang JW, Wang CJ. Hyperbaric oxygen therapy in the treatment of chronic refractory osteomyelitis: a preliminary report. *Chang Gung Med J* 2003;26:114-21.
- [11] Chen CE, Ko JY, Fu TH, Wang CJ. Results of chronic osteomyelitis of the femur treated with hyperbaric oxygen: a preliminary report. *Chang Gung Med J*. 2004;27:91-97.
- [12] Esterhai JL, Pisarello J, Brighton CT, Heppenstall RB, Gellman H, Goldstein G. Adjuvant hyperbaric oxygen therapy in the treatment of chronic refractory osteomyelitis. *J Trauma*. 1987;27:763-768.
- [13] Büren C, Lögters T, Oezel L, Rommelfanger G, Scholz AO, Windolf J, et al. Effect of hyperbaric oxygen therapy (HBO) on implant-associated osteitis in a femur fracture model in mice. *PLoS ONE*. 2018;13:e0191594. doi:10.1371/journal.pone.0191594.

## 3.2. TRATAMIENTO: EQUIPO QUIRÚRGICO

**Autores:** Konstantinos Malizos, Georgios Komnos

### PREGUNTA 1: ¿Deben tratarse todas las pseudoartrosis infectadas en centros sépticos especializados?

**RECOMENDACIÓN:** La literatura actual, aunque es rica en series de casos y estudios observacionales, no respalda la recomendación de que los "centros especializados en cirugía séptica" deben atender a las no-uniones infectadas. Sin embargo, debido a la complejidad de las pseudoartrosis infectadas, la atención en centros especializados puede producir el mejor resultado posible.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 70%; en desacuerdo: 21%; abstención: 9% (gran mayoría, consenso débil).

### JUSTIFICACIÓN

La pseudoartrosis infectada es la persistencia de una infección en la fractura y el tejido circundante junto con el fracaso de la curación

ósea transcurridos ocho meses (Administración de Drogas y Alimentos de los EE. UU.). Podría considerarse como una osteomielitis en

una fractura inestable antes del desbridamiento y que permanece inestable a partir de entonces. Comúnmente se acompaña de problemas de tejidos blandos, rigidez articular adyacente, disfunción motora y sensorial de la extremidad, dolor crónico, depresión y problemas médicos no relacionados que llevan a un impacto físico, social, financiero y mental considerable en la vida del paciente y el sistema de salud e incluso pueden convertirse en una complicación que amenaza las extremidades.

La curación ósea y la erradicación de la infección es el objetivo principal, pero no el único, ya que una extremidad no funcional y deformada con dolor y la rigidez de las articulaciones adyacentes será un resultado insatisfactorio, incluso si en algún momento el hueso cicatriza lo suficiente. El tratamiento está dirigido a devolver la extremidad y, al paciente, a la función más completa posible durante y después del proceso de tratamiento. Este proceso generalmente es de larga duración y debe planearse de manera acorde para que, en caso de fracaso, queden disponibles alternativas de tratamiento adicionales. Debido a la combinación de diversos tipos de pseudoartrosis y la multitud de posibles problemas relacionados con la salud y la comorbilidad del paciente, así como los tratamientos anteriores y los defectos de los tejidos blandos y los huesos, no es posible utilizar algoritmos simples de tratamiento.

La estrategia recomendada, con una variedad de alternativas de tratamiento, es: (a) la "eliminación de la infección por primera vez" por desbridamiento radical local de todo el tejido patológico, seguida de (b) reconstrucción de tejidos y huesos y (c) quimioterapia dirigida con antibióticos locales y sistémicos. Un equipo especializado de cirujanos ortopédicos con experiencia en un amplio espectro de técnicas debe evaluar exhaustivamente al paciente y considerar cuidadosamente toda la información disponible sobre el estado general de salud y las condiciones del tejido local. Deben tenerse en cuenta los tratamientos fallidos anteriores, así como la optimización de todos los modificadores de tratamiento. Cuando las exposiciones quirúrgicas extensas han fracasado, se tienen en cuenta las técnicas menos invasivas que respetan los tejidos blandos circundantes. Los factores cruciales para el éxito son la fijación estable, la vascularización adecuada, el contacto entre los extremos óseos y el injerto óseo o la regeneración ósea fuerte. Se debe tener en cuenta la posible necesidad de un tratamiento futuro al realizar una intervención en particular.

La atención de los pacientes con pseudoartrosis infectada se puede realizar mejor en centros especializados en cirugía séptica con un equipo de expertos, para lograr, así, los objetivos finales de la consolidación y restauración de la alineación y función, al tiempo que limita el alcance de la discapacidad residual. Un centro médico que atiende las pseudoartrosis infectadas debe proporcionar todos los recursos apropiados y un equipo de apoyo de consultores especialistas para contribuir con todos los aspectos de la atención, tanto en la evaluación inicial como a lo largo del tratamiento. El papel de los anestesiólogos es obvio, así como de los internistas para pacientes con afecciones médicas graves. Los cirujanos plásticos son a menudo necesarios para reconstruir los tejidos blandos después del desbridamiento en serie y los cirujanos vasculares pueden ser necesarios si se trata de la vascularización de la extremidad. Se debe utilizar un equipo de tratamiento multidisciplinario para brindar atención integral, incluido un especialista en manejo del dolor, un psiquiatra para ayudar a los pacientes con depresión clínica, un neurólogo para evaluar la pérdida motora o sensorial, un dietista para optimizar el estado nutricional y terapeutas físicos y ocupacionales para facilitar la rehabilitación. Los laboratorios de microbiología e histopatología con la disponibilidad de modernas instalaciones de diagnóstico, un farmacólogo clínico experimentado y un especialista en enfermedades infecciosas también forman parte integral de la unidad multidisciplinaria.

## APÉNDICE - ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

No hay ningún estudio en la literatura médica que haya evaluado este tema en particular. Hemos realizado una amplia búsqueda bibliográfica que trata de identificar artículos o parámetros que podrían llevarnos a centros especializados en infecciones musculoesqueléticas, aunque el número de centros auténticos y dedicados con unidades multidisciplinarias en este momento sigue siendo muy bajo. Se realizaron búsquedas en las bases de datos Medline, Cochrane y Embase, empleando los términos "pseudoartrosis infectadas", "pseudoartrosis sépticas", "centros sépticos de especialistas", "pseudoartrosis infectada y hospitalización" y "pseudoartrosis infectada y centro séptico". Al no coincidir con nuestros criterios, obtuvimos 69 artículos, que fueron todas series de casos observacionales para pseudoartrosis infectadas. De esos, identificamos 28 artículos (todos nivel IV) que podrían usarse para nuestro análisis. Los hospitales con centros de traumatismo de nivel I que tenían un mínimo de dos publicaciones sobre pseudoartrosis infectada se clasificaron como "centros especializados" (grupo A) [1-15]. Los departamentos ortopédicos con una sola publicación se clasificaron como "centros sépticos no especializados" (grupo B) [16-28]. En total, hubo 15 publicaciones de 10 centros en el grupo A y 13 publicaciones de un número igual de centros en el grupo B. En cuanto a los diferentes métodos de tratamiento, en el grupo A, el 60% informó que usó un fijador externo para estabilizar la falta de unión. El 20% utilizó reducción abierta y fijación interna (RAFI), el 6% clavo intramedular (EEM) y el resto utilizó más de una técnica. En el 67% de los pacientes del grupo A se utilizó un injerto óseo, mientras que en el grupo B solo el 38% menciona el uso de injertos óseos. Para la fijación del hueso en el grupo B, en el 54% se aplicó fijación externa, el 15% usó EEM, el 7,7% RAFI, mientras que el resto utilizó más de una técnica (fijadores externos y placas). La mayoría de los estudios no informan la duración de la estancia en el hospital y el tiempo de regreso al trabajo. Además, no todos brindan datos sobre el acortamiento y la alineación de las extremidades. El número promedio de pacientes en los estudios fue relativamente pequeño. Dada también la heterogeneidad de las ubicaciones anatómicas de las pseudoartrosis entre los diferentes estudios, no son posibles comparaciones válidas. El número de operaciones anteriores fue comparable: 2,9 en el grupo A y 3,1 en el grupo B. En el 54% de los centros del grupo A, las pseudoartrosis infectadas se trataron en un tiempo y el 46% en dos tiempos. En el grupo B, el 73% de los pacientes fueron tratados en un tiempo y el 27% en dos tiempos. Trece estudios analizaron los resultados del tratamiento con el método de Ilizarov, nueve estudios analizaron el tratamiento con un abordaje de un solo tiempo o en dos, junto con el uso de injertos de hueso esponjosos, tres estudios incluyeron injertos de hueso vascularizado y un estudio incluyó un aloinjerto a la demanda. El seguimiento fue mayor en el grupo A (46,4 meses) en comparación con el grupo B (37,3 meses). Ambos grupos demostraron resultados similares con respecto a la eliminación de la infección. Sin embargo, parámetros como la duración de la estancia hospitalaria, el tiempo hasta la curación ósea, el tiempo hasta el regreso al trabajo, los resultados funcionales y las medidas de resultado informadas por el paciente no están disponibles, lo que limita considerablemente la fuerza de la recomendación.

## REFERENCIAS

- [1] Wu CC. Single-stage surgical treatment of infected nonunion of the distal tibia. *J Orthop Trauma*. 2011;25:156-161. doi:10.1097/BOT.0b013e3181eaa35.
- [2] Wu CC, Chen WJ. One-stage revision surgery to treat hip infected nonunion after stabilization with a sliding compression screw. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2003;123:383-387. doi:10.1007/s00402-003-0563-3.
- [3] Ueng SW, Wei FC, Shih CH. Management of femoral diaphyseal infected nonunion with antibiotic beads local therapy, external skeletal fixation, and staged bone grafting. *J Trauma*. 1999;46:97-103.

- [4] Chen CY, Ueng SW, Shih CH. Staged management of infected humeral nonunion. *J Trauma* 1997;43:793-798.
- [5] Chen CE, Ko JY, Pan CC. Results of vancomycin-impregnated cancellous bone grafting for infected tibial nonunion. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125:369-375. doi:10.1007/s00402-005-0794-6.
- [6] Prasarn ML, Ouellette EA, Miller DR. Infected nonunions of diaphyseal fractures of the forearm. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130:867-873. doi:10.1007/s00402-009-1016-4.
- [7] Prasad R. Management of multi-drug resistant tuberculosis: practitioner's view point. *Indian J Tuberc*. 2007;54:3-11.
- [8] Davis JA, Choo A, O'Connor DP, Brinker MR. Treatment of infected forearm nonunions with large complete segmental defects using bulk allograft and intramedullary fixation. *J Hand Surg Am*. 2016;41:881-887. doi:10.1016/j.jhsa.2016.05.021.
- [9] Brinker MR, O'Connor DP, Crouch CC, Mehlhoff TL, Bennett JB. Ilizarov treatment of infected nonunions of the distal humerus after failure of internal fixation: an outcomes study. *J Orthop Trauma*. 2007;21:178-184. doi:10.1097/BOT.0b013e318032c4d8.
- [10] Calhoun JH, Henry SL, Anger DM, Cobos JA, Mader JT. The treatment of infected nonunions with gentamicin-polymethylmethacrylate antibiotic beads. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;23-27.
- [11] Stasikelis PJ, Calhoun JH, Ledbetter BR, Anger DM, Mader JT. Treatment of infected pilon nonunions with small pin fixators. *Foot Ankle*. 1993;14:373-379.
- [12] Yin P, Zhang L, Li T, Zhang L, Wang G, Li J, et al. Infected nonunion of tibia and femur treated by bone transport. *J Orthop Surg Res*. 2015;10:49. doi:10.1186/s13018-015-0189-5.
- [13] Zhang Q, Yin P, Hao M, Li J, Lv H, Li T, et al. Bone transport for the treatment of infected forearm nonunion. *Injury*. 2014;45:1880-1884. doi:10.1016/j.injury.2014.07.029.
- [14] Bose D, Kugan R, Stubbs D, McNally M. Management of infected nonunion of the long bones by a multidisciplinary team. *Bone Joint J*. 2015;97-B:814-817. doi:10.1302/0301-620X.97B6.33276.
- [15] Emara KM, Allam MF. Ilizarov external fixation and then nailing in management of infected nonunions of the tibial shaft. *J Trauma*. 2008;65:685-691. doi:10.1097/TA.0b013e3181569ecc.
- [16] Conway J, Mansour J, Kotze K, Specht S, Shabtai L. Antibiotic cement-coated rods: an effective treatment for infected long bones and prosthetic joint nonunions. *Bone Joint J*. 2014;96-B:1349-1354. doi:10.1302/0301-620X.96B10.33799.
- [17] Selhi HS, Mahindra P, Yamin M, Jain D, De Long WG, Singh J. Outcome in patients with an infected nonunion of the long bones treated with a reinforced antibiotic bone cement rod. *J Orthop Trauma*. 2012;26:184-188. doi:10.1097/BOT.0b013e318225f77c.
- [18] Megas P, Saridis A, Kouzelis A, Kallivokas A, Mylonas S, Tyllianakis M. The treatment of infected nonunion of the tibia following intramedullary nailing by the Ilizarov method. *Injury*. 2010;41:294-299. doi:10.1016/j.injury.2009.09.013.
- [19] Schöttle PB, Werner CML, Dumont CE. Two-stage reconstruction with free vascularized soft tissue transfer and conventional bone graft for infected nonunions of the tibia: 6 patients followed for 1.5 to 5 years. *Acta Orthop*. 2005;76:878-883. doi:10.1080/17453770510045534.
- [20] Haidukewych GJ, Sperling JW. Results of treatment of infected humeral nonunions: the Mayo Clinic experience. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;25-30. doi:10.1097/01.blo.0000084399.53464.4e.
- [21] Ring D, Jupiter JB, Gan BS, Israeli R, Yaremchuk MJ. Infected nonunion of the tibia. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;302-311.
- [22] Patzakis MJ, Scilaris TA, Chon J, Holtom P, Sherman R. Results of bone grafting for infected tibial nonunion. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;192-198.
- [23] Cattaneo R, Catagni M, Johnson EE. The treatment of infected nonunions and segmental defects of the tibia by the methods of Ilizarov. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;143-152.
- [24] Green SA, Dlabal TA. The open bone graft for septic nonunion. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;117-124.
- [25] Xiao C, Tang F, Zhou Y, Zhang W, Luo Y, Duan H, et al. A locking compression plate as an external fixator for treating infected nonunion of the humeral diaphysis. *BMC Surg*. 2016;16:53. doi:10.1186/s12893-016-0167-9.
- [26] Liu T, Liu Z, Ling L, Zhang X. Infected forearm nonunion treated by bone transport after debridement. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013;14:273. doi:10.1186/1471-2474-14-273.
- [27] McKee MD, Li-Bland EA, Wild LM, Schemitsch EH. A prospective, randomized clinical trial comparing an antibiotic-impregnated bioabsorbable bone substitute with standard antibiotic-impregnated cement beads in the treatment of chronic osteomyelitis and infected nonunion. *J Orthop Trauma*. 2010;24:483-490. doi:10.1097/BOT.0b013e3181df91d9.
- [28] Rohilla R, Wadhvani J, Devgan A, Singh R, Khanna M. Prospective randomised comparison of ring versus rail fixator in infected gap nonunion of tibia treated with distraction osteogenesis. *Bone Joint J*. 2016;98-B:1399-1405. doi:10.1302/0301-620X.98B10.37946.



**Autores:** Vicky Gutiérrez, Gerard Chang

## PREGUNTA 2: ¿Hay un número mínimo de procedimientos complejos de osteomielitis que un cirujano deba realizar anualmente para asegurar resultados adecuados?

**RECOMENDACIÓN:** No existe bibliografía que respalde un número mínimo de procedimientos complejos de osteomielitis que un cirujano debe realizar anualmente para garantizar resultados adecuados. Los centros de referencia de mayor volumen, los centros de excelencia y los equipos multidisciplinares para el tratamiento de la osteomielitis compleja pueden mejorar los resultados.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Consenso

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 76%; en desacuerdo: 14%; abstención: 10% (supermayoría, consenso fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

En la bibliografía revisada, no hay evidencia para responder la pregunta. La osteomielitis es una patología compleja, que requiere años de seguimiento para poder demostrar la remisión sostenida de la enfermedad. La osteomielitis tiene múltiples etiologías: 19% hematogena, 47% secundaria a un foco contiguo y 34% debida a insuficiencia vascular [1]. No hay pruebas para establecer la duración óptima del tratamiento y muchos estudios no presentan datos de buena calidad e incluyen un pequeño número de pacientes [1,2]. Por lo tanto, la mayoría de las recomendaciones para el tratamiento de la osteomielitis se basan en opiniones de expertos. En artroplastias, se ha demostrado que los centros de alto volumen, los equipos multidisciplinarios y los centros de excelencia mejoran los resultados de los pacientes con respecto al tratamiento de las infecciones protésicas articulares [3]. En traumatismos, se han realizado pocos estudios que analicen los

beneficios de los centros de alto volumen para el tratamiento de la osteomielitis compleja y las pseudoartrosis sépticas. Bauer *et al.* evaluaron retrospectivamente los resultados de un centro de referencia francés para infecciones óseas complejas. Tuvieron 55 pacientes en el transcurso de 10 años que fueron tratados por no-uniones infectadas de la tibia o el fémur. Mostraron que el 89% de los pacientes con una unión tibial o femoral infectada tratada por un equipo especializado en infecciones complejas de huesos y articulaciones que utilizan un protocolo quirúrgico estandarizado, obtenían una unión ósea y curación de la infección en un promedio de nueve meses [4]. En un estudio similar, Bose *et al.* comunicó sobre 67 no-uniones no infectadas en huesos largos durante 6 años tratadas por un equipo multidisciplinario. Encontraron que 59/67 (88%) consolidaron y erradicaron su infección [5]. Por último, Salvana *et al.* trataron a 82 pacientes ma-

yores de 7 años con osteomielitis crónica con un enfoque de equipo integrado, encontrando éxito en la unión y salvamento de extremidades en 77 (94%) casos [6]. En estos tres estudios, los centros trataron en promedio de 6 a 12 casos de osteomielitis compleja por año. En este momento no hay datos que respalden un número mínimo de casos de osteomielitis compleja que un cirujano deba realizar anualmente para garantizar buenos resultados, pero el tener una mayor experiencia en conjunto en una institución o en una unidad especializada probablemente daría como resultado la mayor probabilidad de un resultado exitoso en esta difícil cohorte de pacientes.

## REFERENCIAS

- [1] Lew DP, Waldvogel FA. Osteomyelitis. *Lancet*. 2004;364:369-379. doi:10.1016/S0140-6736(04)16727-5.
- [2] Conterno IO, Turchi MD. Antibiotics for treating chronic osteomyelitis in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;CD004439. doi:10.1002/14651858.CD004439.pub3.
- [3] Dietz MJ, Springer BD, Barnes PDM, Falciglia MMM, Friedrich AD, Berendt ARB, et al. Best practices for centers of excellence in addressing periprosthetic joint infection. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015;S12-S17. doi:10.5435/JAAOS-D-14-00380.
- [4] Bauer T, Klouche S, Grimaud O, Lortat-Jacob A, Hardy P. Treatment of infected non-unions of the femur and tibia in a French referral center for complex bone and joint infections: outcomes of 55 patients after 2 to 11 years. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104:137-145. doi:10.1016/j.otsr.2017.10.014.
- [5] Bose D, Kugan R, Stubbs D, McNally M. Management of infected nonunion of the long bones by a multidisciplinary team. *Bone Joint J*. 2015;97-B:814-817. doi:10.1302/0301-620X.97B6.33276.
- [6] Salvana J, Rodner C, Browner BD, Livingston K, Schreiber J, Pesanti E. Chronic osteomyelitis: results obtained by an integrated team approach to management. *Conn Med*. 2005;69:195-202.



**Autores:** Willem-Jan Metsemakers, Jaime A. Leal

## PREGUNTA 3: ¿Quiénes son los miembros esenciales del equipo multidisciplinario requerido para tratar las fracturas infectadas y las no consolidadas?

**RECOMENDACIÓN:** No existe bibliografía que respalde un número mínimo de procedimientos complejos de osteomielitis que un cirujano debe realizar anualmente para garantizar resultados adecuados. Los centros de referencia de mayor volumen, los centros de excelencia y los equipos multidisciplinarios para el tratamiento de la osteomielitis compleja pueden mejorar los resultados.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Consenso

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

## JUSTIFICACIÓN

Hay cada vez más pruebas de que el trabajo en equipo y la colaboración entre los trabajadores de la salud son esenciales para mejorar los resultados del paciente [1,2]. Por lo tanto, es importante implementar un enfoque multidisciplinario en algoritmos de tratamiento de infecciones relacionadas con fracturas (IRF). El uso de un programa de administración de antibióticos ya es un concepto bien conocido para el tratamiento de diferentes entidades relacionadas con la infección. Estos se definen como intervenciones coordinadas diseñadas para mejorar y medir el uso apropiado de los agentes antibióticos al promover la selección del régimen óptimo, incluida la dosis, la duración del tratamiento y la vía de administración [3]. Con un enfoque multidisciplinario, un programa de administración de antibióticos mejora la seguridad y los resultados del paciente, y cuando se combina con tasas de reingreso reducidas, reduce los costes de atención médica sin comprometer la calidad de la atención [4-6]. Rodríguez *et al.* evaluó un protocolo basado en la evidencia para la profilaxis antibiótica en fracturas abiertas [7]. Demostraron que un curso corto de antibióticos de espectro reducido (evitando el uso de aminoglucósidos y glucopéptidos de amplio espectro) no aumenta el riesgo de infecciones de tejidos blandos y de la piel después de una fractura abierta. Siguiendo las guías de práctica clínica de la Sociedad de Enfermedades Infecciosas de América, los médicos de enfermedades infecciosas (ID) y los farmacéuticos clínicos son los miembros principales de los programas de administración de antibióticos, pero los microbiólogos y la implementación de tecnología administrativa y de información también pueden ser de gran importancia [8].

Sin embargo, según lo declarado recientemente por Pulcini *et al.* [9], la composición de estos equipos es flexible y debe basarse en las recomendaciones internacionales existentes, adaptándose al

contexto local en función de los recursos disponibles. En lo que respecta al enfoque multidisciplinario para IRF, el tratamiento se basa en dos pilares: tratamiento quirúrgico y tratamiento clínico. Cuando el tratamiento quirúrgico juega un papel importante, parece imperativo que los cirujanos (incluidos los cirujanos de traumatismo musculoesquelético y los cirujanos plásticos) actúen como miembros centrales. Sin embargo, los estudios en este campo son escasos. Se ha descrito un enfoque multidisciplinario, que consiste en la colaboración entre cirujanos de traumatismo musculoesquelético, el departamento de control de infecciones del hospital, enfermeras y anestesiólogos, como miembros principales del equipo, para guiar las estrategias de prevención de IRF [8]. Con respecto al tratamiento de IRF, una revisión sistemática reciente de Bezstarosti *et al.* (datos no publicados) mostró que de los 93 estudios incluidos realizados entre 1990 y 2017, solo 12 de ellos (13%) analizaron a los miembros que participaron en su equipo multidisciplinario, con una amplia variedad de miembros disponibles: cirujanos de traumatismo musculoesquelético (10 estudios), cirujanos plásticos (5 estudios), médicos documentalistas (5 estudios), farmacéuticos (1 estudio), radiólogos (1 estudio) y otros miembros no especificados (3 estudios) [10-21]. Un estudio realizado por Bose *et al.* [12] obtuvo buenos resultados con un equipo multidisciplinario compuesto por cirujanos ortopédicos, cirujanos plásticos, radiólogos y médicos documentalistas para tratar pacientes con pseudoartrosis infectadas de huesos largos [12]. Es importante tener en cuenta que la mayoría de los estudios de tratamiento mencionados anteriormente se centraron en pacientes con IRF crónica/tardía. Un estudio de Dudareva *et al.* [22] concluyó en que el enfoque multidisciplinario permitió un tratamiento exitoso en la mayoría de los casos con osteomielitis de huesos pélvicos. Los miembros del equipo en este

estudio estaban compuestos por cirujanos ortopédicos, cirujanos plásticos y médicos documentalistas. El equipo se completó con la contribución de enfermeras especializadas, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y radiólogos musculoesqueléticos.

En conclusión, aunque los datos que se centran específicamente en el IRF son escasos, es muy probable que una colaboración de diferentes especialidades mejore los resultados en esta población de pacientes difíciles. Ningún estudio ha evaluado los participantes esenciales específicos, pero sí menciona los resultados con los miembros involucrados. Los programas de administración de antibióticos ya han demostrado su uso a través de una colaboración multidisciplinaria entre especialistas en documentación, farmacéuticos clínicos y microbiólogos. Se debe aplicar el mismo enfoque para establecer un plan de tratamiento principal para el paciente con IRF, incluidos los aspectos quirúrgicos, antibióticos y clínicos.

## REFERENCIAS

- [1] Greene LR, Mills R, Moss R, Sposato K, Vignari M. Guide to the elimination of orthopedic surgical site infections. APIC; Washington, DC. 2010.
- [2] Greene LR. Guide to the elimination of orthopedic surgery surgical site infections: an executive summary of the Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology elimination guide. *Am J Infect Control*. 2012;40:384-386. doi:10.1016/j.ajic.2011.05.011.
- [3] Tamma PD, Cosgrove SE. Antimicrobial stewardship. *Infect Dis Clin North Am*. 2011;25:245-260. doi:10.1016/j.idc.2010.11.011.
- [4] Goff DA, Kullar R, Goldstein EJC, Gilchrist M, Nathwani D, Cheng AC, et al. A global call from five countries to collaborate in antibiotic stewardship: united we succeed, divided we might fail. *Lancet Infect Dis*. 2017;17:e56-e63. doi:10.1016/S1473-3099(16)30386-3.
- [5] Karanika S, Paudel S, Grigoras C, Kalbasi A, Mylonakis E. Systematic review and meta-analysis of clinical and economic outcomes from the implementation of hospital-based antimicrobial stewardship programs. *Antimicrob Agents Chemother*. 2016;60:4840-4852. doi:10.1128/AAC.00825-16.
- [6] Lima AL, Oliveira PR, Carvalho VC, Cimerman S, Savio E, Sosa A, et al. Recommendations for the treatment of osteomyelitis. *Braz J Infect Dis*. 2014;18:526-534. doi:10.1016/j.bjid.2013.12.005.
- [7] Rodriguez L, Jung HS, Goulet JA, Cicalo A, Machado-Aranda DA, Napolitano LM. Evidence-based protocol for prophylactic antibiotics in open fractures: improved antibiotic stewardship with no increase in infection rates. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77:400-407; discussion 407-8; quiz 524. doi:10.1097/TA.0000000000000398.
- [8] Metsemakers W-J, Onsea J, Neutjens E, Steffens E, Schuermans A, McNally M, et al. Prevention of fracture-related infection: a multidisciplinary care package. *Int Orthop*. 2017;41:2457-2469. doi:10.1007/s00264-017-3607-y.
- [9] Pulcini C, Binda F, Lamkang AS, Trett A, Charani E, Goff DA, et al. Developing core elements and checklist items for global hospital antimicrobial stewardship programmes: a consensus approach. *Clin Microbiol Infect*. 2018;S1198-S1743X. doi:10.1016/j.cmi.2018.03.033.
- [10] Tajsic N, Winkel R, Hoffmann R, Husum H. Sural perforator flap for reconstructive surgery in the lower leg and the foot: a clinical study of 86 patients with post-traumatic osteomyelitis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2009;62:1701-1708. doi:10.1016/j.jpr.2008.06.091.
- [11] Zumotti A V, Teng HW, Ferreira MC. Treatment of post-traumatic tibial osteomyelitis using microsurgical flaps. *J Reconstr Microsurg* 2003;19(3):163-171. doi:10.1055/s-2003-39829.
- [12] Bose D, Kugan R, Stubbs D, McNally M. Management of infected nonunion of the long bones by a multidisciplinary team. *Bone Joint J*. 2015;97-B:814-817. doi:10.1302/0301-620X.97B6.33276.
- [13] Tulner SAF, Schaap GR, Strackee SD, Besselaar PP, Luitse JSK, Marti RK. Long-term results of multiple-stage treatment for posttraumatic osteomyelitis of the tibia. *J Trauma*. 2004;56:633-642.
- [14] Polyzois VD, Galanakos SP, Tsiampa VA, Papakostas ID, Kouris NK, Avram AM, et al. The use of Papineau technique for the treatment of diabetic and non-diabetic lower extremity pseudoarthrosis and chronic osteomyelitis. *Diabet Foot Ankle*. 2011;2. doi:10.3402/dfa.v2i0.5920.
- [15] Chim H, Sontich JK, Kaufman BR. Free tissue transfer with distraction osteogenesis is effective for limb salvage of the infected traumatized lower extremity. *Plast Reconstr Surg*. 2011;127:2364-2372. doi:10.1097/PRS.0b013e318213a141.
- [16] Ibnoukhatib A, Lacroix J, Moine A, Archambaud M, Bonnet E, Laffosse JM, et al. Post-traumatic bone and/or joint limb infections due to Clostridium spp. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98:696-705. doi:10.1016/j.otsr.2012.03.019.
- [17] Guelinckx PJ, Sinsel NK. Refinements in the one-stage procedure for management of chronic osteomyelitis. *Microsurgery*. 1995;16:606-611.
- [18] Prasarn ML, Ahn J, Achor T, Matuszewski P, Lorich DG, Helfet DL. Management of infected femoral nonunions with a single-staged protocol utilizing internal fixation. *Injury*. 2009;40:1220-1225. doi:10.1016/j.injury.2009.06.009.
- [19] Campbell R, Berry MG, Deva A, Harris IA. Aggressive management of tibial osteomyelitis shows good functional outcomes. *Eplasty*. 2011;11:e3.
- [20] Isenberg JS, Costigan W. Microvascular transfers in the treatment of massive long-bone osteomyelitis: filling the dugout canoe. *J Reconstr Microsurg*. 1998;14:83-86; discussion 87. doi:10.1055/s-2007-1000148.
- [21] Chadayammuri V, Herbert B, Hao J, Mavrogenis A, Quispe JC, Kim JW, et al. Factors associated with adverse postoperative outcomes in patients with long bone post-traumatic osteomyelitis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2017;27:877-882. doi:10.1007/s00590-017-1962-4.
- [22] Dudareva M, Ferguson J, Riley N, Stubbs D, Atkins B, McNally M. Osteomyelitis of the pelvic bones: a multidisciplinary approach to treatment. *J Bone Joint Infect*. 2017;2:184-193. doi:10.7150/jbji.21692.

## 3.3. TRATAMIENTO: FACTORES DE RIESGO

**Autores:** Paddy Kenny, Giedrius Kvederas, John Gibbons

### PREGUNTA 1: ¿Cuáles son los factores predictivos de la necesidad de transfusión de sangre alogénica (TSA) en las fracturas periprotésicas?

**RECOMENDACIÓN:** Los factores predictivos de la transfusión de sangre alogénica son: artroplastia de revisión, anemia preoperatoria, edad avanzada, alto índice de comorbilidad, índice de masa corporal bajo (IMC), género femenino, mayor tiempo quirúrgico y cirugía de cadera.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%; en desacuerdo: 5%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

Existen pocos datos relativos a los factores predictivos sobre la necesidad de TSA en las fracturas periprotésicas. Los estudios sobre fractura periprotésica suelen incluir un número bajo de pacientes y las conclusiones sobre las variables a menudo no están disponibles. Estas fracturas pueden tratarse mediante cirugía de revisión o reducción abierta con fijación interna (RAFI). Las indicaciones

generales de TSA en la artroplastia total (AT) pueden ser idénticas en el primer grupo. Slover *et al.* demostraron que la artroplastia de cadera tenía una probabilidad significativamente mayor de transfusión de sangre (*odds ratio* (OR) 1,76, 95% de intervalo de confianza (IC), 1,68 a 1,83) que la de rodilla. Aumento de la edad (edad  $\geq$  80 años; OR, 2,99, IC 95%, 2,82 a 3,17), seguro de Medicaid (OR, 1,36, IC

95%, 1,27 a 1,45), índice de comorbilidad más alto (puntuación de  $\geq 3$ , OR, 2,33, IC del 95%, 2,22 a 2,45), y las mujeres (OR, 1,75, IC del 95%, 1,70 a 1,80) tuvieron probabilidades significativamente mayores de transfusión de sangre después de la AT [1].

Parvizi *et al.*, publicaron que la edad avanzada, el IMC bajo, la artroplastia bilateral simultánea y la hemoglobina preoperatoria baja se asociaron de forma independiente con el aumento de las tasas de TSA [2]. En un estudio realizado por Rasouli *et al.*, la AT bilateral en un tiempo (OR, 3,30; IC 95%, 3,24 a 3,37;  $p < 0,001$ ), anemia crónica debido a pérdida de sangre (OR, 2,69, IC 95%, 2,59 a 2,74,  $p < 0,001$ ), anemia por deficiencia (OR, 2,59; 95% CI, 2,562,62;  $p < 0,001$ ) y aumento del índice de comorbilidad de Charlson (OR, 1,24, 95% CI, 1,23 a 1,24;  $p < 0,001$ ) son predictores independientes de transfusión de sangre alogénica [3]. En el estudio de Solon *et al.*, se compararon 12 pacientes con fracturas periprotésicas Vancouver B2 alrededor de vástagos cementados cónicos pulidos sin collar tratados con RAFI solo (seguimiento medio de 67 meses) con los de nueve pacientes con una fractura similar tratada con Cirugía de revisión. Los 12 pacientes con fracturas femorales B2 de Vancouver alrededor de vástagos cementados cónicos pulidos sin collar solo con RAFI, se curaron y todos los vástagos se estabilizaron y se mantuvieron estables dentro de su manto de cemento original. Estos pacientes tuvieron tiempos quirúrgicos significativamente más cortos ( $p = 0,002$ ) y requirieron menos unidades de transfusión de sangre ( $p = 0,008$ ) que los de la cohorte de revisión [4]. Saidi *et al.* evaluaron 3 métodos quirúrgicos diferentes para tratar fracturas periprotésicas femorales distales conminutas en 23 pacientes mayores de 70 años (edad promedio 80, rango 70-90). Las técnicas de reconstrucción incluyeron siete casos con sistemas de aloinjerto-prótesis (APC), nueve vástagos de revisión (RSA) y siete artroplastias de fémur distal completo (DFR). Se encontró que el tiempo operatorio y la pérdida de sangre eran significativamente menores en los pacientes con RSA y DFR en comparación con los pacientes con APC [5], lo que sugiere que se requieren más TSA en las revisiones complejas para las fracturas periprotésicas [5]. Min *et al.* evaluaron retrospectivamente los resultados clínicos y radiográficos de una serie de 21 fracturas periprotésicas (FPP) Vancouver tipo B1 tratadas con osteosíntesis mediante placa mínimamente invasiva (MIPO) y placa bloqueada a compresión (LCP) entre febrero de 2011 y febrero de 2017. La duración media del seguimiento fue de 33,8 meses. También compararon los resultados de estos pacientes con pacientes similares con 19 fracturas tipo B1 de Vancouver tra-

tadas con RAFI entre abril de 2006 y diciembre de 2011. Los autores encontraron que el tiempo operatorio fue significativamente más corto y la pérdida de sangre intraoperatoria fue significativamente menor en el grupo MIPO en comparación con el grupo RAFI [6].

Fulkerson *et al.* demostraron que la fijación percutánea de las FPP con la placa de síntesis ósea poco invasiva (LISS) es un método de tratamiento eficaz aunque técnicamente exigente con una pérdida de sangre mínima [7]. Thomas *et al.* también observaron resultados similares con la placa LISS [8]. La pérdida de sangre fue mínima y solo dos de cada diez pacientes necesitaron una transfusión de sangre en fracturas tipo B1 de Vancouver tratadas con cableado percutáneo para la reducción de la fractura y el mantenimiento de la reducción con MIPO utilizando un placa LCP [9].

## REFERENCIAS

- [1] Slover J, Lavery JA, Schwarzkopf R, Iorio R, Bosco J, Gold HT. Incidence and risk factors for blood transfusion in total joint arthroplasty: analysis of a statewide database. *J Arthroplasty*. 2017;32:2684-2687.e1. doi:10.1016/j.arth.2017.04.048.
- [2] Parvizi J, Chaudhry S, Rasouli MR, Pulido L, Joshi A, Herman JH, et al. Who needs autologous blood donation in joint replacement? *J Knee Surg*. 2011;24:25-31.
- [3] Rasouli MR, Maltenfort MG, Erkokac OF, Austin MS, Waters JH, Parvizi J. Blood management after total joint arthroplasty in the United States: 19-year trend analysis. *Transfusion*. 2016;56:1112-1120. doi:10.1111/trf.13518.
- [4] Solomon LB, Hussenbocus SM, Carbone TA, Callary SA, Howie DW. Is internal fixation alone advantageous in selected B2 periprosthetic fractures? *ANZ J Surg*. 2015;85:169-173. doi:10.1111/ans.12884.
- [5] Saidi K, Ben-Lulu O, Tsuji M, Safir O, Gross AE, Backstein D. Supracondylar periprosthetic fractures of the knee in the elderly patients: a comparison of treatment using allograft-implant composites, standard revision components, distal femoral replacement prosthesis. *J Arthroplasty*. 2014;29:110-114. doi:10.1016/j.arth.2013.04.012.
- [6] Min BW, Cho CH, Son ES, Lee KJ, Lee SW, Min KK. Minimally invasive plate osteosynthesis with locking compression plate in patients with Vancouver type B1 periprosthetic femoral fractures. *Injury*. 2018 May 22. doi:10.1016/j.injury.2018.05.020.
- [7] Fulkerson E, Tejwani N, Stuchin S, Egol K. Management of periprosthetic femur fractures with a first generation locking plate. *Injury*. 2007;38:965-972. doi:10.1016/j.injury.2007.02.026.
- [8] Large TM, Kellam JF, Bosse MJ, Sims SH, Althausen P, Masonis JL. Locked plating of supracondylar periprosthetic femur fractures. *J Arthroplasty*. 2008;23:115-120. doi:10.1016/j.arth.2008.04.021.
- [9] Apivatthakul T, Phornphutkul C, Bunmaprasert T, Sananpanich K, Fernandez Dell'Oca A. Percutaneous cerclage wiring and minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO): a percutaneous reduction technique in the treatment of Vancouver type B1 periprosthetic femoral shaft fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012;132:813-822. doi:10.1007/s00402-012-1489-4.

● ● ● ● ●  
Autor: Arjun Saxena

## PREGUNTA 2: ¿Es la fractura aguda del cuello femoral un factor de riesgo de infección en pacientes sometidos a artroplastia de cadera?

**RECOMENDACIÓN:** Parece haber una mayor incidencia de infección en pacientes sometidos a artroplastia por fractura de cuello femoral aguda en comparación con artroplastia de cadera por artrosis primaria. La tasa de infección publicada tiene un rango amplio; se deben realizar estudios prospectivos para determinar la tasa real de infección periprotésica (IAP) en este subconjunto de pacientes.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 96%; en desacuerdo: 4%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

## JUSTIFICACIÓN

Un estudio en 58.000 artroplastias primarias de cadera (ATC) electivas demostró una tasa de infección quirúrgica profunda (ISQ) del 0,2% [1]. Existen múltiples estudios de revisión de los resultados del

tratamiento para las fracturas del cuello femoral. La mayoría de los estudios son revisiones retrospectivas de cohortes pequeñas que no tienen el poder suficiente para estudiar las tasas de infección.

Además, muchos de los estudios combinan pacientes con hemiartroplastia primaria o artroplastia total en pacientes que se sometieron a reducción abierta y fijación interna, y posteriormente a un procedimiento de artroplastia secundaria. Si bien la mayoría de los estudios comunican tasas de infección, el criterio de valoración principal tiende a apuntar a una controversia en el tratamiento de estas fracturas, como la cementación versus no cementar, o la realización de hemiartroplastia versus artroplastia total.

Las tasas de infección varían del 1,2% al 4% [2-5]. Un estudio sobre los costes a 90 días después de la hemiartroplastia o ATC para el tratamiento de las fracturas de cadera demostró una tasa de infección del 17,7%, pero esto no se limitó a las infecciones del sitio quirúrgico; Las infecciones del tracto urinario, neumonías y otras infecciones están incluidas en este porcentaje [6]. Un metanálisis sobre los resultados de los pacientes que sufrieron fracturas del cuello femoral informó una tasa de ISQ del 1,0% en pacientes sometidos a ATC una tasa de ISQ del 1,7% en pacientes sometidos a hemiartroplastia bipolar y una tasa de ISQ del 2,8% en pacientes sometidos a hemiartroplastia unipolar [7]. Un estudio de la Artroplastia Sueca de Cadera comparó a 10.264 pacientes que se sometieron a ATC para el tratamiento de una fractura subcapital de cadera con 76.520 pacientes que se sometieron a ATC por otras razones y reportaron una tasa de infección del 0,5% en los pacientes que fueron tratados por fractura [8]. Parece que la tasa de infección es mayor en pacientes sometidos a cirugía de artroplastia para el tratamiento de fracturas agudas del cuello femoral.

## REFERENCIAS

- [1] Phillips CB, Barrett JA, Losina E, Mahomed NN, Lingard EA, Guadagnoli E, et al. Incidence rates of dislocation, pulmonary embolism, and deep infection during the first six months after elective total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:20-26.
- [2] Kassam A-A, Griffiths S, Higgins G. Historical implant or current best standard? Minimum five year follow-up outcomes of cemented Thompson hemiarthroplasties. *J Arthroplasty.* 2014;29:1745-1748. doi:10.1016/j.arth.2014.04.032.
- [3] Zi-Sheng A, You-Shui G, Zhi-Zhen J, Ting Y, Chang-Qing Z. Hemiarthroplasty vs primary total hip arthroplasty for displaced fractures of the femoral neck in the elderly: a meta-analysis. *J Arthroplasty.* 2012;27:583-590. doi:10.1016/j.arth.2011.07.009.
- [4] Inngul C, Hedbeck CJ, Blomfeldt R, Lapidus G, Ponzer S, Enocson A. Unipolar hemiarthroplasty versus bipolar hemiarthroplasty in patients with displaced femoral neck fractures: a four-year follow-up of a randomised controlled trial. *Int Orthop.* 2013;37:2457-2464. doi:10.1007/s00264-013-2117-9.
- [5] Enocson A, Hedbeck CJ, Törnkvist H, Tidermark J, Lapidus LJ. Unipolar versus bipolar Exeter hip hemiarthroplasty: a prospective cohort study on 830 consecutive hips in patients with femoral neck fractures. *Int Orthop.* 2012;36:711-717. doi:10.1007/s00264-011-1326-3.
- [6] Nichols CI, Vose JG, Nunley RM. Clinical outcomes and 90-day costs following hemiarthroplasty or total hip arthroplasty for hip fracture. *J Arthroplasty.* 2017;32:S128-S134. doi:10.1016/j.arth.2017.01.023.
- [7] Lu-Yao GL, Keller RB, Littenberg B, Wennberg JE. Outcomes after displaced fractures of the femoral neck. A meta-analysis of one hundred and six published reports. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:15-25.
- [8] Leonardsson O, Rogmark C, Kärrholm J, Akesson K, Garellick G. Outcome after primary and secondary replacement for subcapital fracture of the hip in 10,264 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91:595-600. doi:10.1302/0301-620X.91B5.22224.

## 3.4. TRATAMIENTO: FACTORES RELACIONADOS CON EL PROCEDIMIENTO

Autor: Pedro Caba

### PREGUNTA 1: ¿Cuál es el momento óptimo para el desbridamiento quirúrgico en las fracturas abiertas?

**RECOMENDACIÓN:** No es posible establecer un corte claro para el momento óptimo de desbridamiento quirúrgico por fractura abierta después de una lesión. La administración de profilaxis antibiótica y la adecuación del desbridamiento es más importante que el tiempo para el desbridamiento. Sin embargo, recomendamos el desbridamiento tan pronto como el paciente y las condiciones operativas sean óptimas.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

El desbridamiento es solo uno de los pilares principales del tratamiento inicial de fractura abierta. La terapia con antibióticos y la fijación adecuada también son variables importantes. Es difícil separar los efectos de los diferentes tratamientos y acciones en el inicio de la infección y otras complicaciones. La mayoría de los estudios clínicos demuestran pequeñas diferencias en el tiempo para el desbridamiento entre los grupos de comparación, y los tiempos de corte son arbitrarios basados en documentos históricos. La implementación del tratamiento antibiótico temprano en el tratamiento de fractura abierta ha cambiado la tasa de infección. El examen de la relación entre el momento del desbridamiento quirúrgico y el riesgo de infección es crucial para guiar la práctica clínica, ya que todavía existe una variabilidad significativa entre las preferencias de los cirujanos. La mayor parte de la doctrina ortopédica en este tema se basa en artículos históricos o estudios retrospectivos. El corte de seis horas para el desbridamiento quirúrgico inicial se basa en el estudio de Friedrich de 1898 que demostró en un modelo animal que las heridas desbrida-

das en seis horas no tenían infección. Este hallazgo se incorporó a la doctrina ortopédica como la "regla de las 6 horas". Robson respaldó estos hallazgos con un estudio clínico en 1973. Describió una hora de oro o un punto de inflexión de 5,17 horas después de la lesión, que es el tiempo necesario en el que las bacterias alcanzan un nivel crítico de contaminación (> 105 bacterias por gramo de muestra de tejido).

La primera revisión sistemática que examinó la relación entre la infección y el tiempo hasta el desbridamiento se publicó en 2012 [1]. Esta revisión incluyó a 3.539 pacientes de diversos estudios. Los datos analizados no indicaron una asociación entre el desbridamiento retardado y las tasas de infección más altas. Los estudios publicados desde 2012, incluido un metanálisis, indican que la regla de las 6 horas no está respaldada por pruebas. Prodrómids realizó un metanálisis en 2016 sobre el tema específico de la regla de las 6 horas en fracturas abiertas de tibia [2]. Este artículo examinó siete artículos (solo dos prospectivos) con 610 pacientes. El análisis estadístico no encontró diferencias en cuanto a infección profunda o falta de unión con

respecto al tiempo de desbridamiento. Una limitación importante en esta literatura es el recorte arbitrario de los diferentes estudios. En 2014, se publicaron los resultados de un gran estudio multicéntrico de cohorte prospectivo con 797 fracturas. Este estudio no demostró diferencias en los grupos temprano (< 6 h), intermedio (6-12 h) y tardío (> 12 h). La mediana de tiempo hasta el desbridamiento fue de 9 h 15 min, lo que indica que la mayoría de los pacientes no fueron tratados de manera temprana. Otro estudio prospectivo publicado por Srour *et al.* mostraron resultados similares [3]. Estos autores estudiaron una cohorte de 351 pacientes consecutivos tratados en el mismo centro y compararon tres tiempos de corte diferentes (< 6 h, 6-18 h y 18-24 h). Llegaron a la conclusión de que el tiempo hasta quirófano no afectaba el desarrollo de complicaciones infecciosas locales, siempre que la operación se realizara dentro de las primeras 24 horas después de la llegada.

Los documentos recientes se han centrado en el impacto del desbridamiento retardado en las tasas de infección, con resultados conflictivos. Kumar *et al.* realizó un gran estudio retrospectivo de 404 pacientes tratados con tratamiento contemporáneo. Informaron que la tasa de infección en fracturas abiertas de extremidades inferiores aumenta cuando el desbridamiento se retrasa más de ocho horas [7]. Para lesiones de extremidades superiores, el retraso en el desbridamiento no produjo ningún aumento en las infecciones. Penn-Barwell, en un estudio experimental en ratas [8], demostró que el momento de administración de los antibióticos es más significativo que el del desbridamiento quirúrgico en el inicio de la infección aguda, especialmente cuando el inicio del tratamiento se demora más de seis horas. Cuando se iniciaron los antibióticos a las dos horas, un retraso en el tratamiento quirúrgico de dos a seis horas aumentó significativamente el riesgo de desarrollo de infección, pero los retrasos de más de seis horas no produjeron ningún aumento en la infección, lo que indica que un desbridamiento muy temprano, dentro de las dos horas posteriores a la lesión, podría tener un efecto positivo.

Hull *et al.*, en una serie prospectiva de 459 pacientes, estudiaron la relación entre el desbridamiento retardado y la infección profunda [6]. Informaron que hay un aumento del 3% en el riesgo de infección por cada hora de retraso. Como el riesgo de infección inicial es mayor en las fracturas de tibia abierta tipo IIIB y IIIC que en las fracturas de

tibia de grado inferior, el aumento del riesgo en este grupo de fracturas es mucho mayor cuando el desbridamiento se retrasa. De acuerdo con este estudio, la probabilidad de infección referida en una fractura de tibia contaminada de alto grado aumenta del 35% a las cuatro horas posteriores a la lesión al 45%. Recomiendan el desbridamiento urgente en la primera oportunidad razonable después de la lesión.

En resumen, el desbridamiento urgente es esencial en el tratamiento inicial de las fracturas abiertas, pero no se conoce el tiempo de corte. Existe poca evidencia actual que respalde la regla de las 6 horas. Existe evidencia moderada que respalde la propuesta de que el desbridamiento tardío de más de ocho horas podría tener un impacto en las complicaciones infecciosas, especialmente en las fracturas abiertas de tibia de alto grado. Solo hay pruebas limitadas que respaldan el desbridamiento muy temprano (< 2 horas).

## REFERENCIAS

- [1] Schenker ML, Yannascoli S, Baldwin KD, Ahn J, Mehta S. Does timing to operative debridement affect infectious complications in open long-bone fractures? A systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94:1057-1064. doi:10.2106/JBJS.K.00582.
- [2] Prodromidis AD, Charalambous CP. The 6-hour rule for surgical debridement of open tibial fractures: a systematic review and meta-analysis of infection and nonunion rates. *J Orthop Trauma.* 2016;30:397-402. doi:10.1097/BOT.0000000000000573.
- [3] Srour M, Inaba K, Okoye O, Chan C, Skiada D, Schnüriger B, et al. Prospective evaluation of treatment of open fractures: effect of time to irrigation and debridement. *JAMA Surg.* 2015;150:332-336. doi:10.1001/jamasurg.2014.2022.
- [4] 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. doi:10.2106/JBJS.H.00984.
- [5] Weber D, Dulai SK, Bergman J, Buckley R, Beaupre LA. Time to initial operative treatment following open fracture does not impact development of deep infection: a prospective cohort study of 736 subjects. *J Orthop Trauma.* 2014;28:613-619. doi:10.1097/BOT.0000000000000197.
- [6] Hull PD, Johnson SC, Stephen DJG, Kreder HJ, Jenkinson RJ. Delayed debridement of severe open fractures is associated with a higher rate of deep infection. *Bone Joint J.* 2014;96-B:379-384. doi:10.1302/0301-620X.96B3.32380.
- [7] Malhotra AK, Goldberg S, Graham J, Malhotra NR, Willis MC, Mounasamy V, et al. Open extremity fractures: impact of delay in operative debridement and irrigation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;76:1201-1207. doi:10.1097/TA.0000000000000205.
- [8] Penn-Barwell JG, Murray CK, Wenke JC. Early antibiotics and debridement independently reduce infection in an open fracture model. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94:107-112. doi:10.1302/0301-620X.94B1.27026.

**Autores:** Yousef Abuodeh, Sofeno Kallel, Gerard Chang, Osama Aldahamsheh

## PREGUNTA 2: ¿Cuál es el volumen recomendado de líquido de irrigación en el servicio de urgencias (SU) para las fracturas abiertas?

**RECOMENDACIÓN:** En la configuración del SU, las fracturas abiertas deben irrigarse lo suficiente para eliminar toda la contaminación visible y los desechos antes de aplicar los apósitos.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Consenso

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 75%; en desacuerdo: 15%; abstención: 10% (supermayoría, consenso fuerte).

## JUSTIFICACIÓN

**Método de búsqueda:** se realizó una revisión exhaustiva de la bibliografía para identificar todos los estudios sobre el uso de la irrigación para el tratamiento de fracturas abiertas en el servicio de urgencias. Se realizaron búsquedas en Ovid Medline, Scopus y el Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (CENTRAL) hasta mayo de 2018 para los estudios publicados. La estrategia de

búsqueda, incluidas las palabras clave y los encabezados MeSH, se proporcionan en el Apéndice.

Los estudios elegibles cumplieron con los siguientes criterios: (1) todos los pacientes incluidos en el estudio tuvieron una fractura abierta, (2) la infección fue una variable de resultado y (3) la intervención fue la irrigación en el establecimiento de urgencias. Los

criterios de exclusión fueron los artículos en idioma no inglés, los estudios no humanos, los documentos retirados, los informes de casos, los artículos de revisión, los estudios sin seguimiento clínico/tasas de infección y los documentos de técnica sin datos de pacientes. Se siguieron los elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA). La búsqueda inicial dio lugar a seis artículos. Después de la eliminación de duplicados y la selección de títulos y resúmenes, se evaluó y revisó un artículo.

La irrigación completa es una piedra angular en el tratamiento de las fracturas abiertas. Es un paso importante para disminuir la carga bacteriana y eliminar cuerpos extraños. A pesar de la extensa literatura sobre el tratamiento de las fracturas abiertas, ha habido muy poca información sobre el papel de la irrigación de heridas en el servicio de urgencias antes del desbridamiento formal en el quirófano. Además, la literatura carece del volumen óptimo de riego durante el desbridamiento formal en el quirófano [1]. Un estudio de Basat *et al.* analizó retrospectivamente los resultados clínicos de pacientes con fracturas abiertas de la mano tratados con antibióticos e irrigación solo en la sala de urgencias sin irrigación formal en el quirófano. La irrigación con solución salina estéril fue realizada por el residente de cirugía ortopédica, hasta que la herida quedó totalmente limpia. Se registraron el volumen de riego y el grado de contaminación de la herida. De las 68 fracturas abiertas tratadas, el 14,8% desarrolló una infección. Los autores encontraron que el volumen de irrigación se correlacionaba con el desarrollo de la infección, con un 70,5% de fracturas que requerían > 1,000 ml de irrigación. Llegaron a la conclusión de que en el servicio de urgencias, uno debería usar tanto líquido como sea necesario para obtener una herida extremadamente limpia. Sin embargo, este estudio tiene claras limitaciones. El grado de contaminación es una variable altamente subjetiva y confusa en la asociación encontrada entre el aumento del volumen de riego y el aumento de la tasa de infección. Este estudio analizó las facturas abiertas de la mano, que son diferentes de las de la extremidad inferior y típicamente tienen un menor grado de contaminación y, por lo general, muestran una mejor capacidad para combatir la infección. Además, este fue un estudio retrospectivo sin control o grupos de comparación [2].

En contraste con la evaluación de SU, se han realizado varios estudios que investigan la cantidad de irrigación requerido durante el desbridamiento formal en el quirófano. Sin embargo, los volúmenes recomendados de irrigación en el quirófano siempre se describieron de manera arbitraria en varios de los estudios publicados [3-6]. Gustilo *et al.* describieron el uso de 10-14 litros de irrigación intraoperatoria [4,5]. Anglen recomendó el uso de bolsas de irrigación, que están fácilmente disponibles en tres litros, para irrigación intraoperatoria (tres litros para Gustilo tipo I, seis litros para Gustilo tipo II y nueve litros para Gustilo tipo III) sin citar ningún dato de apoyo [6]. Aunque varios estudios han investigado el tratamiento de fracturas abiertas, el volumen de irrigación de fluidos utilizado en ellas se basó en la misma regla de “3,6 y 9” y ninguno de ellos abordó la cantidad de irrigación utilizada en la SU [7-11].

Después de revisar la bibliografía, solo se ha realizado un estudio clínico relacionado con el volumen de irrigación para las

fracturas abiertas en el servicio de urgencias, que se limitó a las fracturas abiertas en la mano y los dedos. Sin embargo, en la zona de urgencias, la irrigación de la herida con el volumen suficiente hasta que se elimine toda la contaminación visible y los desechos parece, como mínimo, una cantidad apropiada.

## REFERENCIAS

- [1] Crowley DJ, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Irrigation of the wounds in open fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89:580-585. doi:10.1302/0301-620X.89B5.19286.
- [2] Basat NB, Allon R, Nagmi A, Wollstein R. Treatment of open fractures of the hand in the emergency department. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017;27:415-419. doi:10.1007/s00590-017-1924-x.
- [3] Wilkins J, Patzakis M. Choice and duration of antibiotics in open fractures. *Orthop Clin North Am.* 1991;22:433-437.
- [4] Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D. The management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:299-304.
- [5] Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:453-458.
- [6] Anglen JO. Wound irrigation in musculoskeletal injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;9:219-226.
- [7] Lenarz CJ, Watson JT, Moed BR, Israel H, Mullen JD, Macdonald JB. Timing of wound closure in open fractures based on cultures obtained after debridement. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:1921-1926. doi:10.2106/JBJS.1.00547.
- [8] FLOW Investigators, Petrisor B, Sun X, Bhandari M, Guyatt G, Jeray KJ, et al. Fluid lavage of open wounds (FLOW): a multicenter, blinded, factorial pilot trial comparing alternative irrigating solutions and pressures in patients with open fractures. *J Trauma.* 2011;71:596-606. doi:10.1097/TA.0b013e3181f6f2e8.
- [9] FLOW Investigators, Bhandari M, Jeray KJ, Petrisor BA, Devereaux PJ, Heels-Ansdell D, et al. A trial of wound irrigation in the initial management of open fracture wounds. *N Engl J Med.* 2015;373:2629-2641. doi:10.1056/NEJMoa1508502.
- [10] Petrisor B, Jeray K, Schemitsch E, Hanson B, Sprague S, Sanders D, et al. Fluid lavage in patients with open fracture wounds (FLOW): an international survey of 984 surgeons. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:7. doi:10.1186/1471-2474-9-7.
- [11] Tripuraneni K, Ganga S, Quinn R, Gehlert R. The effect of time delay to surgical debridement of open tibia shaft fractures on infection rate. *Orthopedics.* 2008;31(12).

## APÉNDICE - ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

**Ovid Medline:** ((open adj3 fracture\*) .ab,ti. or “Fractures, Open”.sh.) AND ((irrigat\* or lavage or wash\*) .ab,ti. or “debridement”.sh.) AND ((volume or amount or quantity) .ab,ti. ) AND ((emergen\* or immediate\* or urgen\*) .ab,ti. or “Emergency Service, Hospital”.sh.) AND ((infection\* or sepsis) .ab,ti. or Infection/ or “Wound Infection”.sh. or “Cross Infection”.sh. or “Sepsis”.sh.)

**Scopus:** ((open w/3 fracture\* ) AND ( irrigat\* OR lavage OR wash\* ) AND ( volume OR amount OR quantity ) AND ( emergen\* OR immediate\* OR urgen\* ) AND ( infection\* or sepsis )) in Title, Abstract, Keywords.

**CENTRAL:** ((open near/3 fracture\* ) AND ( irrigat\* OR lavage OR wash\* ) AND ( volume OR amount OR quantity ) AND ( emergen\* OR immediate\* OR urgen\* ) AND ( infection\* or sepsis )) in Title, Abstract, Keywords.



### PREGUNTA 3: ¿Cuál es el volumen y la composición recomendados de fluidos de irrigación en quirófano para las fracturas abiertas y las heridas postraumáticas?

**RECOMENDACIÓN:** La irrigación en fracturas abiertas debe realizarse con una solución salina normal y con irrigación de flujo por gravedad. 3-9 L es un volumen razonable para usar. Los lavados bactericidas con agentes como la clorhexidina o la povidona yodada no se han estudiado adecuadamente en pacientes con traumatismos ortopédicos, pero los estudios de ciencia básica plantean la preocupación de que pueden dañar los tejidos.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

#### JUSTIFICACIÓN

La irrigación es un principio central en el manejo de fracturas abiertas, reduciendo las concentraciones bacterianas y eliminando materiales extraños de las heridas traumáticas. El objetivo de estas lesiones es reducir los riesgos conocidos de infección, los problemas de curación de heridas y la falta de consolidación ósea. La irrigación requiere un equilibrio entre la eliminación de contaminantes y la posibilidad de traumatismos adicionales en los tejidos o la propagación de la contaminación. Las preguntas sobre la irrigación incluyen el volumen ideal, la composición del fluido y la presión de las soluciones de riego.

El único ensayo controlado aleatorio identificado que comparó diferentes agentes para irrigación por osmolalidad como agua destilada o hervida y solución salina isotónica no tuvo medidas de resultado ni criterios de seguimiento claramente definidos, pero comunicó una tasa de infección general del 25,5% sin ninguna diferencia significativa entre las soluciones de irrigación [1].

Respecto a las soluciones antisépticas, la mayoría de los datos se encuentran en modelos animales o de cadáveres. Esta bibliografía plantea inquietudes acerca de la toxicidad de la célula huésped que podría afectar la cicatrización de heridas o la unión de fracturas al utilizar agentes como etanol, povidona yodada, solución de bacitracina, solución de clorhexidina o peróxido de hidrógeno [2-8]. Además, hay algunos datos que muestran que las reducciones en el recuento de bacterias de las soluciones de jabón o antisépticas pueden ser temporales y seguir un rebote desproporcionado en momentos posteriores, lo que ha llevado a algunos autores a recomendar la irrigación con solución salina [9]. Con respecto a los datos clínicos humanos, hay un estudio controlado aleatorizado de calidad moderada que compara la bacitracina con el "castile soap (jabón de Castilla)" para la irrigación de 458 fracturas abiertas en 400 pacientes. El seguimiento mínimo fue de 180 días, con una tasa de infección general del 15,3%, una tasa de complicaciones de la herida del 6,8% y una tasa de pseudoartrosis o retraso en la unión del 23,9%. Estos autores encontraron tasas similares de infección y fracasos de unión, pero aumentaron las complicaciones de la cicatrización de heridas en el grupo de bacitracina [10].

#### Volumen

No pudimos identificar ningún estudio que comparara específicamente el volumen de irrigación de forma controlada en heridas abiertas o traumáticas. Sin embargo, la mayoría de los estudios usaron un mínimo de 3L de riego y aumentaron esta cantidad en 3L por cada tipo de Gustilo adicional (3L para Gustilo tipo I, 6L para Gustilo tipo 2, 9L para Gustilo tipo 3), como en el ensayo clínico aleatorizado de 400 pacientes de Anglen *et al.* [10].

#### Presión

El lavado pulsátil teóricamente mejora el aclaramiento al comprimir cíclicamente los tejidos y permitiéndoles descomprimirse y contraerse, liberando bacterias y materiales extraños. El lavado pulsátil tiene un historial clínico comprobado en la reducción de desechos y recuentos de bacterias en las heridas traumáticas en comparación con la gravedad o la irrigación con jeringa con bulbo [11-14]. Sin embargo, los estudios científicos básicos han expresado la preocupación de que el lavado a presión puede ser perjudicial para la curación ósea y puede sembrar bacterias distantes de los sitios de contaminación inicial [5,15-18]. En el estudio más grande sobre irrigación de heridas en fracturas abiertas, el Grupo de Lavado con Fluido de Heridas Abiertas (FLUJO) realizó un ensayo internacional aleatorizado, controlado, con 41 centros, que asignó a 2.447 pacientes con fracturas de extremidades abiertas a irrigación con presión alta (> 20 psi), presión baja (5-10 psi) o muy baja (1-2 psi) con "castile soap (Jabón de Castilla)" o solución salina normal [19]. La irrigación para las lesiones de Gustilo tipo I fue de 3L y los tipos II y IIIA/B fueron de 6L, con las lesiones de tipo IIIC excluidas del ensayo.

Es de destacar que este estudio tuvo el beneficio adicional de una atención relativamente estandarizada en los preoperatorios, intraoperatorios y postoperatorios con respecto a componentes como el tipo de antibiótico profiláctico y el tiempo, las soluciones de preparación de la piel, el desbridamiento, la estabilización esquelética y el tratamiento de heridas, incluidos los cierres, apósitos y cobertura de tejidos blandos. Estos autores no comunicaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de presión para el punto final de reoperación dentro de los 12 meses para promover la curación de heridas o huesos o para una infección de la herida.

Este estudio comunicó una tasa de infección general del 6,8%, una tasa de complicaciones de la herida del 3,6% y una tasa de pseudoartrosis del 6,8% a los 12 meses. La tasa de reoperación general para infección, herida o curación ósea fue del 13,2%. Hubo una tasa de reoperación significativamente más baja en el grupo de solución salina que en el grupo de "castile soap (jabón de Castilla)" (14,8% vs. 11,6%, índice de riesgo 1,32, 95% de intervalo de confianza 1,06-1,66,  $p = 0,01$ ). Ni la presión ni la composición de la solución condujeron a una diferencia significativa en los resultados secundarios de la infección no gestionada quirúrgicamente, curación de la herida o la curación ósea. En los análisis de subgrupos, hubo una tendencia hacia la superioridad, sin alcanzar una significación estadística, para el riego a muy baja presión en las fracturas tibiales [19].

## REFERENCIAS

- [1] Museru LM, Kumar A, Ickler P. Comparison of isotonic saline, distilled water and boiled water in irrigation of open fractures. *Int Orthop*. 1989;13:179-180.
- [2] Rosenstein BD, Wilson FC, Funderburk CH. The use of bacitracin irrigation to prevent infection in postoperative skeletal wounds. An experimental study. *J Bone Joint Surg Am*. 1989;71:427-430.
- [3] Tarbox BB, Conroy BP, Malicky ES, Moussa FW, Hockman DE, Anglen JO, et al. Benzalkonium chloride. A potential disinfecting irrigation solution for orthopaedic wounds. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;255-261.
- [4] Conroy BP, Anglen JO, Simpson WA, Christensen G, Phaup G, Yeager R, et al. Comparison of castile soap, benzalkonium chloride, and bacitracin as irrigation solutions for complex contaminated orthopaedic wounds. *J Orthop Trauma*. 1999;13:332-337.
- [5] Bhandari M, Adili A, Schemitsch EH. The efficacy of low-pressure lavage with different irrigating solutions to remove adherent bacteria from bone. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83-A:412-419.
- [6] Kaysinger KK, Nicholson NC, Ramp WK, Kellam JF. Toxic effects of wound irrigation solutions on cultured tibiae and osteoblasts. *J Orthop Trauma*. 1995;9:303-311.
- [7] Chavassieux P, Serre CM, Vergnaud P, Delmas PD, Meunier PJ. In vitro evaluation of dose-effects of ethanol on human osteoblastic cells. *Bone Miner*. 1993;22:95-103.
- [8] Klein RF, Fausti KA, Carlos AS. Ethanol inhibits human osteoblastic cell proliferation. *Alcohol Clin Exp Res*. 1996;20:572-578.
- [9] Owens BD, White DW, Wenke JC. Comparison of irrigation solutions and devices in a contaminated musculoskeletal wound survival model. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91:92-98. doi:10.2106/JBJS.G.01566.
- [10] 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;87:1415-1422. doi:10.2106/JBJS.D.02615.
- [11] Bhaskar SN, Cutright DE, Runsuck EE, Gross A. Pulsating water jet devices in debridement of combat wounds. *Mil Med*. 1971;136:264-266.
- [12] Gross A, Cutright DE, Bhaskar SN. Effectiveness of pulsating water jet lavage in treatment of contaminated crushed wounds. *Am J Surg*. 1972;124:373-377.
- [13] Hamer ML, Robson MC, Krizek TJ, Southwick WO. Quantitative bacterial analysis of comparative wound irrigations. *Ann Surg*. 1975;181:819-822.
- [14] Brown LL, Shelton HT, Bornside GH, Cohn I. Evaluation of wound irrigation by pulsatile jet and conventional methods. *Ann Surg*. 1978;187:170-173.
- [15] Dirschl DR, Duff GP, Dahners LE, Edin M, Rahn BA, Miclau T. High pressure pulsatile lavage irrigation of intraarticular fractures: effects on fracture healing. *J Orthop Trauma*. 1998;12:460-463.
- [16] Bhandari M, Adili A, Lachowski RJ. High pressure pulsatile lavage of contaminated human tibiae: an in vitro study. *J Orthop Trauma*. 1998;12:479-484.
- [17] 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;13:526-533.
- [18] West BR, Nichter LS, Halpern DE, Nimni ME, Cheung DT, Zhou ZY. Ultrasound debridement of trabeculated bone: effective and atraumatic. *Plast Reconstr Surg*. 1994;93:561-566.
- [19] FLOW Investigators, Bhandari M, Jeray KJ, Petrison BA, Devereaux PJ, Heels-Ansdell D, et al. A trial of wound irrigation in the initial management of open fracture wounds. *N Engl J Med*. 2015;373:2629-2641. doi:10.1056/NEJMoa1508502.



**Autores:** Janet Conway, Mario Morgenstern, Hamed Vahedi

## PREGUNTA 4: ¿Cuál es el tratamiento más adecuado de la infección temprana (antes de la curación completa de la herida) después de la fijación estable de la fractura?

**RECOMENDACIÓN:** La estrategia de tratamiento más aceptable para los pacientes traumatizados con infección postoperatoria temprana es realizar la irrigación y el desbridamiento adecuados, administrar una inyección intravenosa (IV) seguida de terapia antibiótica oral y mantener el hardware estable en su lugar.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

La definición y clasificación de la infección temprana después de la fijación por fractura aislada (IRF) es un dilema entre los cirujanos ortopédicos traumatólogos [1-3]. Sin embargo, el cuadro clínico de infección temprana que incluye síntomas locales (p. ej., hematoma, secreción y dehiscencia de herida, eritema alrededor de la incisión) y sistémicos (p. ej. fiebre, letargo) suele ser diagnóstico en la mayoría de las situaciones. Aunque no está claro si el proceso de formación de biofilm durante el período de infección postoperatoria temprana se detendrá o retrasará con el tratamiento adecuado, el objetivo del tratamiento en esta etapa es controlar la infección hasta que se logre la unión completa de la fractura. Después de la curación de la fractura, la extracción del implante ayudará a erradicar la infección. Esta estrategia es diferente del tratamiento típico de una infección articular periprotésica (IAP) en la que el implante infectado se reemplaza en dos tiempos (espaciador y luego reimplantación de la artroplastia total de la articulación).

La estrategia de tratamiento puede ser diferente según la evaluación del cuadro clínico local y sistémico en cada caso individual. Sin embargo, según la literatura disponible y nuestra experiencia, es posible sugerir algunas recomendaciones generales. La diferencia más significativa entre el IRF y la IAP es la mayor posibilidad de control y erradicación de la infección mediante la extracción del implante durante o después de que se complete la curación ósea para los casos

de IRF. Por lo tanto, especialmente en los casos de IRF postoperatorio temprano, el control de la infección es el objetivo principal del tratamiento médico y quirúrgico [4,5].

Las opciones de tratamiento que se describen van desde la simple supresión con antibióticos a la retirada del implante a revisiones de etapas múltiples [4,5]. La estrategia de tratamiento más razonable que se aplica a la mayoría de los casos es realizar la irrigación y el desbridamiento, mantener la fijación estable y administrar tratamiento con antibióticos por vía intravenosa [4-7]. Puede ser necesario más de un lavado o desbridamiento para limpiar el sitio operatorio y optimizar la cicatrización de la herida [8,9]. La administración local de antibióticos (por ejemplo, bolsa de esferas de PMMA, esferas de sulfato de calcio) puede ser útil. La cobertura adecuada de los tejidos blandos y el desbridamiento agresivo son los principios principales de la parte quirúrgica del tratamiento. La cobertura temprana del colgajo es crítica si el implante está expuesto [10]. También se ha demostrado que el uso de terapia de heridas con presión negativa junto con la instilación continua de una solución antibiótica que contiene gentamicina y quimotripsina facilita un lecho de la herida saludable para la curación, al tiempo que mantiene la fijación de la fractura con o sin cirugía adicional para el cierre secundario [11].

En pacientes con alto riesgo de problemas de cicatrización de la herida, el tratamiento con presión negativa por incisión puede ser

útil después del lavado [12,13]. La terapia antibiótica sistémica empírica seguida de una terapia basada en la susceptibilidad del organismo debe iniciarse después de la irrigación temprana y el desbridamiento. El tratamiento antibiótico sistémico puede ser curativo o supresivo [14]. Después de un período de dos semanas, la terapia con antibióticos por vía intravenosa puede reemplazarse por una terapia oral adecuada basada en los resultados de cultivos disponibles [15-17]. Se recomienda continuar la terapia oral durante cuatro a seis semanas adicionales para prevenir la osteomielitis crónica y suprimir la infección [14,18]. En algunas situaciones, se puede considerar la terapia oral a largo plazo hasta que se logre la unión antes de considerar la extracción del implante.

La intervención quirúrgica suele ser necesaria para controlar la IRF. El principal desafío es si quitar o no cualquier implante estable. La eliminación de la fijación interna estable durante el período postoperatorio temprano, especialmente en situaciones complejas, comprometerá la curación ósea. Se ha demostrado en múltiples estudios que existe una fuerte correlación entre la estabilidad de la fractura y la curación ósea [19-21]. Teóricamente, la irrigación y el desbridamiento adecuados en la etapa temprana de la IRF pueden reducir la carga bacteriana y disminuir la velocidad de formación del biofilm, lo que también ayudará al proceso de consolidación de la fractura.

Durante el desbridamiento inicial, la administración local del antibiótico en el lugar de la fractura puede implementarse utilizando materiales absorbibles o no absorbibles. Sin embargo, no hay pruebas sólidas que respalden la ventaja de utilizar sistemas de administración local y la terapia antibiótica sistémica. Los aminoglucósidos y la vancomicina son los antibióticos más utilizados para la liberación local [22]. Los cementos óseos de polimetilmetacrilato premezclados industriales o mezclados a mano se usan ampliamente para administrar antibióticos en el lugar de la infección mediante diferentes técnicas que incluyen esferas moldeadas o clavos intramedulares recubiertos [23]. La necesidad de eliminación y la liberación óptima de los antibióticos incorporados son las principales desventajas de los cementos cargados con antibióticos [24]. Se reportan buenos resultados primarios para materiales reabsorbibles como el sulfato de calcio [25-28]. Sin embargo, no hay un estudio de alta calidad que demuestre la superioridad de estos materiales a los cementos cargados con antibióticos en términos de resultados clínicos. Recientemente, se introdujeron los hidrogeles como un vehículo atractivo y eficaz para la administración de heridas traumáticas con resultados razonables, que debe ser validado por estudios adicionales de alta calidad [22,29,30].

Aunque la irrigación, el desbridamiento y la retención del dispositivo de fijación estable se informaron como una estrategia de tratamiento exitosa para la IRF temprano en algunos estudios, no hay pruebas sólidas que respalden este protocolo de tratamiento, especialmente en la etapa muy temprana (antes de la cicatrización de la herida). Berkes *et al.* [6] publicaron una tasa de unión a la fractura del 71% en 121 pacientes con IRF postoperatorio temprano (dentro de las 6 semanas) después del tratamiento con irrigación y desbridamiento, retención de implantes y supresión con antibióticos en cultivos específicos. Las fracturas abiertas y la presencia de un clavo intramedular se observó que eran los factores predictivos positivos de fracaso del tratamiento. Rightmire *et al.* [7] informaron una tasa similar de curación ósea (68%) con la misma estrategia para el tratamiento de la IRF temprana (dentro de las 16 semanas). Sin embargo, no hay evidencia disponible para el tratamiento adecuado de la infección en el período postoperatorio antes de que ocurra la cicatrización de la herida (dos semanas).

Según la evidencia disponible y nuestra experiencia, la estrategia de tratamiento más aceptable en pacientes con traumatismo con

infección postoperatoria temprana es el desbridamiento adecuado, la terapia con antibióticos (IV seguida de la vía oral) y la retención del implante estable.

## REFERENCIAS

- Claessen FMAP, Braun Y, van Leeuwen WF, Dyer GS, van den Bekerom MPJ, Ring D. What factors are associated with a surgical site infection after operative treatment of an elbow fracture? *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474:562-570. doi:10.1007/s11999-015-4523-3.
- Meena RC, Meena UK, Gupta GL, Gahlot N, Gaba S. Intramedullary nailing versus proximal plating in the management of closed extra-articular proximal tibial fracture: a randomized controlled trial. *J Orthop Traumatol.* 2015;16:203-208. doi:10.1007/s10195-014-0332-9.
- Large TM, Alton TB, Patton DJ, Beingsner D. Does perioperative systemic infection or fever increase surgical infection risks after internal fixation of femur and tibia fractures in an intensive care polytrauma unit? *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;75:664-668. doi:10.1097/TA.0b013e31829a0a94.
- Metsemakers W-J, Smeets B, Nijs S, Hoekstra H. Infection after fracture fixation of the tibia: analysis of healthcare utilization and related costs. *Injury.* 2017;48:1204-1210. doi:10.1016/j.injury.2017.03.030.
- Bonneville P. Operative treatment of early infection after internal fixation of limb fractures (exclusive of severe open fractures). *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103:567-573. doi:10.1016/j.otsr.2016.06.019.
- Berkes M, Obremskey WT, Scannell B, Ellington JK, Hymes RA, Bosse M, et al. Maintenance of hardware after early postoperative infection following fracture internal fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:823-828. doi:10.2106/JBJS.I.00470.
- Rightmire E, Zurakowski D, Vrahas M. Acute infections after fracture repair: management with hardware in place. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:466-472. doi:10.1007/s11999-007-0053-y.
- Sagi HC, Dziadosz D, Mir H, Virani N, Olson C. Obesity, leukocytosis, embolization, and injury severity increase the risk for deep postoperative wound infection after pelvic and acetabular surgery. *J Orthop Trauma.* 2013;27:6-10. doi:10.1097/BOT.0b013e31825c3f32.
- Vopat BG, Lee BJ, DeStefano S, Waryasz GR, Kane PM, Gallacher SE, et al. Risk factors for infection after rotator cuff repair. *Arthroscopy.* 2016;32:428-434. doi:10.1016/j.arthro.2015.08.021.
- Bonneville P, Bonnomet F, Philippe R, Loubignac F, Rubens-Duval B, Talbi A, et al. Early surgical site infection in adult appendicular skeleton trauma surgery: a multicenter prospective series. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98:684-689. doi:10.1016/j.otsr.2012.08.002.
- Wang J, Zhang H, Wang S. Application of vacuum sealing drainage in the treatment of internal fixation instrument exposure after early postoperative infection. *Minerva Chir.* 2015;70:17-22.
- Willy C, Engelhardt M, Stichling M, Grauhan O. The impact of surgical site occurrences and the role of closed incision negative pressure therapy. *Int Wound J.* 2016;13 Suppl 3:35-46. doi:10.1111/iwj.12659.
- Cooper HJ, Roc GC, Bas MA, Berliner ZP, Hepinstall MS, Rodriguez JA, et al. Closed incision negative pressure therapy decreases complications after periprosthetic fracture surgery around the hip and knee. *Injury.* 2018;49:386-391. doi:10.1016/j.injury.2017.11.010.
- Trampuz A, Zimmerli W. Diagnosis and treatment of infections associated with fracture-fixation devices. *Injury.* 2006;37 Suppl 2:S59-S66. doi:10.1016/j.injury.2006.04.010.
- Spellberg B, Lipsky BA. Systemic antibiotic therapy for chronic osteomyelitis in adults. *Clin Infect Dis.* 2012;54:393-407. doi:10.1093/cid/cir842.
- Rod-Fleury T, Dunkel N, Assal M, Rohner P, Tahintzi P, Bernard L, et al. Duration of post-surgical antibiotic therapy for adult chronic osteomyelitis: a single-centre experience. *Int Orthop.* 2011;35:1725-1731. doi:10.1007/s00264-011-1221-y.
- Daver NG, Shelburne SA, Atmar RL, Giordano TP, Stager CE, Reitman CA, et al. Oral step-down therapy is comparable to intravenous therapy for *Staphylococcus aureus* osteomyelitis. *J Infect.* 2007;54:539-544. doi:10.1016/j.jinf.2006.11.011.
- Schmidt AH, Swiontkowski MF. Pathophysiology of infections after internal fixation of fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000;8:285-291.
- Metsemakers WJ, Schmid T, Zeiter S, Ernst M, Keller I, Cosmelli N, et al. Titanium and steel fracture fixation plates with different surface topographies: influence on infection rate in a rabbit fracture model. *Injury.* 2016;47:633-639. doi:10.1016/j.injury.2016.01.011.
- Moriarty TF, Debeve L, Boure L, Campoccia D, Schlegel U, Richards RG. Influence of material and microtopography on the development of local infection in vivo: experimental investigation in rabbits. *Int J Artif Organs.* 2009;32:663-670.
- Rittmann WW, Perren SM. Cortical bone healing after internal fixation and infection: biomechanics and biology. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2012.
- ter Boo G-JA, Grijpma DW, Moriarty TF, Richards RG, Eglin D. Antimicrobial delivery systems for local infection prophylaxis in orthopedic- and trauma surgery. *Biomaterials.* 2015;52:113-125. doi:10.1016/j.biomaterials.2015.02.020.

- [23] Hake ME, Young H, Hak DJ, Stahel PF, Hammerberg EM, Mauffrey C. Local antibiotic therapy strategies in orthopaedic trauma: practical tips and tricks and review of the literature. *Injury*. 2015;46:1447-1456. doi:10.1016/j.injury.2015.05.008.
- [24] van de Belt H, Neut D, Schenk W, van Horn JR, van der Mei HC, Busscher HJ. Gentamicin release from polymethylmethacrylate bone cements and *Staphylococcus aureus* biofilm formation. *Acta Orthop Scand*. 2000;71:625-629. doi:10.1080/000164700317362280.
- [25] McKee MD, Wild LM, Schemitsch EH, Waddell JP. The use of an antibiotic-impregnated, osteoconductive, bioabsorbable bone substitute in the treatment of infected long bone defects: early results of a prospective trial. *J Orthop Trauma*. 2002;16:622-627.
- [26] Beuerlein MJS, McKee MD. Calcium sulfates: what is the evidence? *J Orthop Trauma*. 2010;24 Suppl 1:S46-S51. doi:10.1097/BOT.0b013e3181ce-c48e.
- [27] Inzana JA, Schwarz EM, Kates SL, Awad HA. Biomaterials approaches to treating implant-associated osteomyelitis. *Biomaterials*. 2016;81:58-71. doi:10.1016/j.biomaterials.2015.12.012.
- [28] Ferguson JY, Dudareva M, Riley ND, Stubbs D, Atkins BL, McNally MA. The use of a biodegradable antibiotic-loaded calcium sulphate carrier containing tobramycin for the treatment of chronic osteomyelitis: a series of 195 cases. *Bone Joint J*. 2014;96-B:829-836. doi:10.1302/0301-620X.96B6.32756.
- [29] ter Boo GJA, Arens D, Metsemakers WJ, Zeiter S, Richards RG, Grijpma DW, et al. Injectable gentamicin-loaded thermo-responsive hyaluronic acid derivative prevents infection in a rabbit model. *Acta Biomater*. 2016;43:185-194. doi:10.1016/j.actbio.2016.07.029.
- [30] Logoluso N, Malizos K, Blauth M, Danita A, Simon K, Romano CL. Anti-bacterial hydrogel coating of osteosynthesis implants. Early clinical results from a multi-center prospective trial. *eCM XVI Bone and Implant Infection*. Davos, Switzerland. <http://www.ecmconferences.org/abstracts/2015/Collection5/c5.html> 2015.

**Autores:** Rodrigo Pesantez, Maria Piedad Bautista, Charalampos Zalavras

## PREGUNTA 5: ¿Cuál es el tratamiento más adecuado de la infección temprana (antes de la curación completa de la herida) si la fijación de la fractura es inestable?

**RECOMENDACIÓN:** El tratamiento más adecuado de la infección temprana (antes de la curación completa), si la fijación de la fractura es inestable, consiste en el desbridamiento quirúrgico con la extracción de los implantes de fijación, la estabilización de la fractura, la terapia con antibióticos y la cobertura de tejidos blandos, si es necesario.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Consenso

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

La infección después de la fijación de la fractura es una complicación grave en la cirugía traumatológica ortopédica, ya que puede conducir a resultados devastadores como la amputación [1]. En contraste con las infecciones articulares periprotésicas, la literatura médica sobre esta condición es todavía limitada, considerando el número de pacientes afectados [1,2]. No obstante, para unificar las pruebas disponibles, se han realizado importantes esfuerzos para definir con precisión la "infección después de la fijación de la fractura" [3].

La definición actual incluye una clasificación de acuerdo con el inicio de los síntomas y se considera infección temprana la que ocurre durante las dos primeras semanas después del primer procedimiento [2,4]. Para esta recomendación, se mantendrá esta definición. Varias revisiones sistemáticas y no sistemáticas reunieron la evidencia existente de infección asociada con implantes ortopédicos. Todos concluyen que la terapia de supresión de antibióticos y el desbridamiento quirúrgico con retención de implantes es una opción adecuada para el tratamiento de la infección temprana después de la fractura cuando aún no se ha logrado la curación de la fractura, siempre y cuando el constructo sea estable [1,2,4-8]. Por lo tanto, hasta la fecha, este sigue siendo el estándar de atención para infecciones tempranas. Asimismo, los resultados presentados por Trebse *et al.* [9], Rightmire *et al.* [10] y Berkes *et al.* [11] mostraron resultados favorables para este método de tratamiento, con tasas de éxito que oscilaron entre el 68% y el 92%. Sin embargo, la calidad de la evidencia de estos estudios es baja.

La pregunta sigue siendo si la retención del implante se considera todavía una opción viable para la fijación inestable. Metsemakers *et al.* [2], en su revisión más reciente, sugieren que el intercambio o la extracción del implante se debe considerar en las infecciones tempranas cuando se utilizan dispositivos intramedulares, existe una fijación inestable o existe una reducción insuficiente de la fractura. Estas recomendaciones se basan en los trabajos de Trampuz *et al.* [4], Kleber *et al.* [12] y Rightmire *et al.* [10]. Además, varios estudios en ani-

males han abordado la importancia de la estabilidad de la fractura en infecciones relacionadas con implantes [13-15]. Cuando la fijación es inestable, la retención del implante no es una opción. Los implantes existentes no brindan suficiente estabilidad en el lugar de la fractura, lo que impedirá la curación de la fractura y facilitará la persistencia de la infección. Aunque tanto Rightmire *et al.* [16] y Berkes *et al.* [17] realizaron un análisis multivariado, ninguno de ellos concluyó en que la "fijación inestable" sea un factor predictivo de fracaso del tratamiento [10,11]. La calidad de las pruebas presentadas es baja y la metodología utilizada podría no haber sido adecuada para concluir que los implantes deben retirarse en estas condiciones.

Después de realizar una búsqueda sistemática de la literatura médica, no se identificaron pruebas concluyentes sobre el tratamiento de la infección temprana con fijación inestable. Por lo tanto, nuestra recomendación se basa en la experiencia clínica, el conocimiento establecido de la infección relacionada con el implante [18] y el tratamiento de no-uniones infectadas [19,20]. Además, la cobertura adecuada del sitio de la fractura con una envoltura de tejido blando bien vascularizado facilita tanto el control de la infección como la curación de la fractura. Por lo tanto, en el caso de defectos de tejidos blandos o cicatrices en tejidos blandos con escasa vascularización, generalmente es necesario un procedimiento de reconstrucción de dichos tejidos [21,22].

### REFERENCIAS

- [1] Willey M, Karam M. Impact of infection on fracture fixation. *Orthop Clin North Am*. 2016;47:357-364. doi:10.1016/j.ocl.2015.09.004.
- [2] 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;49:511-522. doi:10.1016/j.injury.2016.09.019.
- [3] Metsemakers WJ, Morgenstern M, McNally MA, Moriarty TF, McFadyen I, Scarborough M, et al. Fracture-related infection: a consensus on definition from an international expert group. *Injury*. 2018;49:505-510. doi:10.1016/j.injury.2017.08.040.

- [4] Trampuz A, Zimmerli W. Diagnosis and treatment of infections associated with fracture-fixation devices. *Injury*. 2006;37 Suppl 2:S59-S66. doi:10.1016/j.injury.2006.04.010.
- [5] Widmer AFF, Berkes M, Obremskey WT, Scannell B, Ellington JK, Hymes RA, et al. Orthopaedic device-related infection: current and future interventions for improved prevention and treatment. *Injury*. 2016;49:16-20. doi:10.1007/s11999-007-0053-y.
- [6] Widmer AF. New developments in diagnosis and treatment of infection in orthopedic implants. *Clin Infect Dis*. 2001;33:S94-S106. doi:10.1086/321863.
- [7] Darouiche RO. Treatment of infections associated with surgical implants. *New Engl J Med*. 2004;350:1422-1429. doi:10.1056/NEJMr035415.
- [8] Bonneville P. Operative treatment of early infection after internal fixation of limb fractures (exclusive of severe open fractures). *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017;103:S67-S73. doi:10.1016/j.otsr.2016.06.019.
- [9] Trebbe R, Piset V, Trampuz A. Treatment of infected retained implants. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87-B:249-256. doi:10.1302/0301-620X.87B2.15618.
- [10] Rightmire E, Zurakowski D, Vrahas M. Acute infections after fracture repair: management with hardware in place. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:466-472. doi:10.1007/s11999-007-0053-y.
- [11] Berkes M, Obremskey WT, Scannell B, Ellington JK, Hymes RA, Bosse M. Maintenance of hardware after early postoperative infection following fracture internal fixation. *J Bone Joint Surg*. 2010;92:823-828. doi:10.2106/JBJS.I.00470.
- [12] Kleber C, Schaser KD, Trampuz A. Komplikationsmanagement bei infizierter Osteosynthese: Therapialgorithmus bei periimplantären Infektionen. *Chirurg*. 2015;86:925-934. doi:10.1007/s00104-015-0073-1.
- [13] Merritt K, Dowd JD. Role of internal fixation in infection of open fractures: studies with *Staphylococcus aureus* and *Proteus mirabilis*. *J Orthop Res*. 1987;5:23-28. doi:10.1002/jor.100050105.
- [14] Petty W, Spanier S, Shuster JJ, Silverthorne C. The influence of skeletal on incidence of infection. *J Bone Joint Surg*. 1985;67:1236-1244.
- [15] Worlock P, Slack R, Harvey L, Mawhinney R, Petty W, Spanier S, et al. The prevention of infection in open fractures: an experimental study of the effect of fracture stability. *Injury*. 2015;49:511-522. doi:10.1007/s11999-007-0053-y.
- [16] Rightmire E, Zurakowski D, Vrahas M. Acute infections after fracture repair: management with hardware in place. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:466-472. doi:10.1007/s11999-007-0053-y.
- [17] Berkes M, Obremskey WT, Scannell B, Ellington JK, Hymes RA, Bosse M, et al. Maintenance of hardware after early postoperative infection following fracture internal fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:823-828. doi:10.2106/JBJS.I.00470.
- [18] Schmidt AH, Swiontkowski MF. Pathophysiology of infections after internal fixation of fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000;8:285-291. doi:10.5435/00124635-200009000-00002.
- [19] Bose D, Kugan R, Stubbs D, McNally M. Management of infected nonunion of the long bones by a multidisciplinary team. *Bone Joint J*. 2015;97-B:814-817. doi:10.1302/0301-620X.97B6.33276.
- [20] Kanakaris NK, Tosounidis TH, Giannoudis PV. Surgical management of infected non-unions: an update. *Injury*. 2015;46:S25-S32. doi:10.1016/j.injury.2015.08.009.
- [21] Tünlner SAF, Schaap GR, Strackee SD, Besselaar PP, Luitse JSK, Marti RK. Long-term results of multiple-stage treatment for posttraumatic osteomyelitis of the tibia. *J Trauma*. 2004;56:633-642.
- [22] Weiland AJ, Moore JR, Daniel RK. The efficacy of free tissue transfer in the treatment of osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66:181-193.

● ● ● ● ●

**Autores:** Brianna Fram, Paul Tornetta III

## PREGUNTA 6: ¿Cuál es el momento adecuado para la conversión a fijación interna (“in-fix”) después de fijación externa (“ex-fix”)?: ¿Cómo se altera esto por la infección de los pines del fijador externo?

**RECOMENDACIÓN:** El tiempo de conversión debe basarse en las características del paciente, incluidas las lesiones concurrentes, la salud y función premórbidas, así como las características y la ubicación de la lesión. La conversión en un tiempo parece tener tasas de infección similares o incluso más bajas en comparación con la conversión en dos tiempos. En ausencia de infección de los pines, se prefiere la conversión temprana.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

El desarrollo estadounidense de fijación externa se acredita a Parkhill en 1897 y el desarrollo europeo a Lambott en 1900 [1]. El fijador externo se usa a menudo en pacientes politraumatizados como parte de un enfoque ortopédico de control de daños, en lesiones con un extenso compromiso de tejidos blandos, o cuando el personal apropiado o los recursos para la fijación interna no están fácilmente disponibles [2,3]. Es aplicable a las fracturas periarticulares, fracturas de huesos largos y luxaciones articulares, por lo que es un componente esencial de la traumatología ortopédica contemporánea.

Se ha realizado recientemente una revisión de la bibliografía utilizando las bases de datos Embase, Scopus, Google Scholar y PubMed y los términos de búsqueda "fijación interna", "fijación externa", "sincronización" y "conversión" en múltiples combinaciones. Los artículos fueron revisados por su relevancia y los estudios fueron evaluados por su calidad, asignándoseles un nivel de evidencia. Después de la fijación externa, la conversión a la fijación interna puede tener múltiples beneficios para los pacientes. Una comparación prospectiva de 39 pacientes con fracturas abiertas en la parte inferior de la pierna tratadas con fijador externo primario con conversión aleatoria a clavo intramedular (EEM) o con inmovilización con escayola mostró un tiempo promedio de unión significativamente más corto (26.3 vs. 35.4 semanas), unas tasas de mayor consolidación general (94% vs. 64%), y mejor rango de movimiento (ROM) de rodilla y to-

billo para el EEM [4]. Con respecto al tiempo de conversión de la fijación externa a la interna (que incluye construcciones de placa/tornillo y enclavados endomedulares), las preguntas más importantes dentro del campo son las siguientes: (1) ¿Se debe realizar la conversión en un procedimiento (agudo) o en dos tiempos? (2) ¿El tiempo con fijación externa afecta los resultados después de la conversión? (3) ¿Las infecciones en el sitio de los pines aumentan el riesgo de infección profunda después de la instalación? (4) ¿El momento de la cobertura de los tejidos blandos afecta los resultados después de la conversión? [2].

Con respecto a la cirugía por tiempos, su conversión debería, en teoría, permitir el tiempo para la granulación de la entrada de los pines y disminuir las tasas de infección. Por lo tanto, algunos autores recomiendan la fijación interna diferida hasta que los orificios de los pines se curen [5]. Sin embargo, los datos de los estudios de nivel IV no apoyan esto. Horst *et al.* han estudiado dos protocolos para la conversión de la fijación externa a la interna, uno para la conversión inmediata y otro para la conversión por tiempos. Incluyeron la escisión local de las interfaces piel-pines y la curación de tejidos blandos alrededor de los sitios de entrada de los pines. Para la conversión inmediata, las entradas de los pines se desinfectaron y cubrieron antes de volver a preparar el campo quirúrgico, dejándolas cubiertas hasta que se cerraron todas las incisiones de la fijación interna, y luego se

dejaron abiertos con vendajes antibacterianos. Para la conversión por tiempos, el fijador externo se cambió por una escayola y antes de la fijación interna se realizaron las coberturas requeridas de tejidos blandos. Después de la instauración de este algoritmo utilizando el protocolo de conversión inmediata, observaron una disminución en el tiempo de conversión (media 6,8 > 5,0 días), la estadía hospitalaria (media 25,4 > 16,3 días) y la tasa de complicaciones (21% > 8,3%) [6].

Monni *et al.* realizaron una revisión retrospectiva de 18 pacientes (24 extremidades) que experimentaron una conversión de fijación externa a interna por defectos óseos traumáticos o deformidades congénitas. Las indicaciones para la conversión incluyeron insatisfacción del paciente con el fijador externo, infección en el trayecto de los pines, pseudoartrosis o refractura. La fijación interna consistió en EEM o placas y tornillo. La conversión se realizó de forma aguda (19 extremidades) o en tiempos (5 extremidades). El resultado se consideró excelente si los pacientes tenían carga completa, no tenían dolor, tenían una extremidad bien alineada mecánicamente y no necesitaban cirugía adicional dentro del período de seguimiento. El resultado se consideró bueno si los pacientes requirieron cirugía posterior para lograr la unión y el resultado se consideró malo si se produjo una complicación irreversible. El grupo agudo tuvo 16 resultados excelentes y 1 buen resultado (89,4%), con 2 (10,6%) resultados deficientes que resultaron en amputación, ambos después de la conversión aguda a EEM para una pseudoartrosis tibial infectada. El grupo "por tiempos" tuvo cuatro (80%) resultados excelentes y un (20%) buen resultado. Estos autores advirtieron contra el uso de EEM en pacientes con un diagnóstico de falta de unión séptica activa y concluyeron en que la conversión a la fijación interna generalmente produce buenos a excelentes resultados [7]. Bhandari *et al.* descubrieron que los intervalos más cortos entre la extracción del fijador externo y el EEM, para procedimientos planificados o de rescate, se correlacionaban con una infección reducida, pero matizaron que las conclusiones se basaban en estudios de nivel IV, lo que puede representar una confusión [8].

Farrell *et al.* informó sobre el fijador externo con una conversión de un tiempo a la fijación interna para nueve fracturas de calcáneo. El fijador externo se aplicó dentro de las 24-48 horas y se convirtió en reducción abierta y fijación interna (RAFI) a través de un abordaje sinus tarsi en un promedio de 4,8 días desde el fijador externo. No hubo infecciones del tracto de los pines, infecciones profundas ni complicaciones de la cicatrización de las heridas [9]. Natoli *et al.* estudiaron 16 fracturas complejas de radio distal, 11 de las cuales estaban abiertas, tratadas con un fijador externo convertidas a RAFI en una media de 8,5 días. Un paciente desarrolló una infección profunda, sin una relación con fracturas abiertas con el tiempo de conversión de < 0 > 7 días, o con los pines del fijador externo concomitantes a la fijación definitiva [10]. Shah *et al.* informaron sobre las fracturas de pilón y meseta tibial tratadas con fijador externo convertido a RAFI, excluyendo los casos con evidencia de infección manifiesta en la entrada de los pines. Estos autores demostraron una tasa de infección profunda del 24% cuando la fijación definitiva se realizó en la entrada de los pines, en comparación con el 10% cuando no lo hizo; un aumento estadísticamente significativo [11].

Roussignol *et al.* realizaron una revisión retrospectiva de 55 pacientes tratados con fijador externo y EEM secundaria después de fracturas traumáticas de la tibia (16 cerradas, 39 abiertas). Es de destacar que también excluyeron a los pacientes con infecciones externas en la entrada de los pines. Los autores analizaron el tiempo hasta el EEM (media 9 ± 9,6 semanas), el intercambio agudo o retrasado (23 agudos vs. 32 estadiados, el intervalo promedio de 12 días), los resultados del cultivo de productos del fresado del canal, la infección post-EEM y el tiempo de unión. Hubo cuatro complicaciones sépticas y una falta de unión aseptica que requirió repetir el EEM. El EEM

agudo versus tardío no se correlacionó con un mayor riesgo de infección; solo el grado de fractura abierta se correlacionó con el riesgo de infección, y la tasa de unión fue del 96%. Basados en estos resultados, por lo tanto, recomiendan un intercambio agudo (de un tiempo) de fijador externo para EEM [12]. Bhandari *et al.* realizaron una revisión de la literatura médica sobre la conversión de fijador externo a EEM en las fracturas de tibia y fémur, incluido un estudio de nivel II y el resto estudios de nivel IV. Los autores observaron los estudios con conversión planificada de fijador externo a EEM, y aquellos en los que se usó EEM para salvar el tratamiento fallido con fijador externo. En 6 estudios que totalizaron 185 pacientes para conversión planificada en fractura de fémur, con una media de 10 días sin fijación y un intervalo de 1 día a EEM, la tasa de infección fue del 2,6%. Para las tibias, 9 estudios sobre la conversión planificada (n = 268) promediaron un 8,6% de infección y un 92% de unión, con un tiempo de uso más corto (< 28 días) que se correlacionó con una reducción del 83% en el riesgo de infección en comparación con > 28 días [8].

Con respecto al tiempo con fijador externo, Monni *et al.* observaron una media de tiempo de fijador externo de 185 días (rango 61-370), con resultados deficientes que se correlacionan con un tiempo más prolongado [7]. Bhandari *et al.* realizaron un metanálisis que evaluó cuándo realizar la conversión, con tasas de infección profunda un 83% más bajas cuando el EEM se realizó dentro de los 28 días, en comparación con los 28 días posteriores [8]. Estos estudios sugieren que la conversión temprana es preferible. Sin embargo, Yokoyama *et al.* realizaron un análisis multivariado de 42 casos de EEM secundarios después de una fractura abierta de la parte distal de la pierna tratada con fijador externo inicial, con 7 (16,7%) desarrollando una infección profunda, y encontraron que pasada 1 semana para la cobertura de la piel se correlaciona significativamente con una infección profunda. No encontraron una relación entre la infección y la duración del fijador externo ( $\leq 0 > 3$  semanas), el intervalo entre la retirada del fijador externo y el EEM ( $\leq 0 > 2$  semanas), o la existencia de infección superficial o infección del trayecto de los pines [13]. Del mismo modo, Roussignol *et al.* no encontraron una correlación entre el riesgo de infección y el tiempo de fijador externo antes del EEM [7].

Si bien la mayoría de los estudios han excluido a pacientes con infecciones activas de los pines del fijador, Yokoyama *et al.* no encontraron una relación entre la infección superficial o la infección del trayecto de los pines y las tasas de infección profunda después del EEM [13].

Con respecto al momento de la cobertura de los tejidos blandos, en el citado estudio de Yokoyama *et al.* la restauración de la cobertura de tejidos blandos en una semana se correlacionó con un menor riesgo de infección [13]. Fuera de la conversión de fijación externa a interna, otro trabajo ha utilizado el umbral de cinco días desde la lesión inicial hasta el cierre de la herida antes de que aumenten las tasas de complicaciones e infecciones de cicatrización [9]. La mayoría de la literatura ortopédica apoya la cobertura temprana de tejidos blandos en fracturas abiertas como protección contra la infección, independientemente del tipo de fijación [14].

## REFERENCIAS

- [1] Hernigou P. History of external fixation for treatment of fractures. *Int Orthop.* 2017;41:845-853. doi:10.1007/s00264-016-3324-y.
- [2] Nieto H, Baroan C. Limits of internal fixation in long-bone fracture. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103:S61-S66. doi:10.1016/j.otsr.2016.11.006.
- [3] Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici D. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma.* 2004;18:S32-S38.
- [4] Antich-Adrover P, Martí-Garin D, Murias-Alvarez J, Puente-Alonso C. External fixation and secondary intramedullary nailing of open tibial fractures. A randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:433-437.
- [5] Blacht PA, Meek RN, O'Brien PJ. External fixation and delayed intramedullary nailing of open fractures of the tibial shaft. A sequential protocol. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:729-735.

- [6] Horst K, Andruszkow H, Weber C, Dienstknecht T, Hildebrand F, Tarkin I, et al. Standards of external fixation in prolonged applications to allow safe conversion to definitive extremity surgery: the Aachen algorithm for acute ex fix conversion. *Injury*. 2015;46 Suppl 3:S13-S18. doi:10.1016/S0020-1383(15)30005-X.
- [7] Monni T, Birkholtz FF, de Lange P, Snyckers CH. Conversion of external fixation to internal fixation in a non-acute, reconstructive setting: a case series. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2013;8:25-30. doi:10.1007/s11751-013-0157-8.
- [8] Bhandari M, Zlowodzki M, Tornetta P, Schmidt A, Templeman DC. Intramedullary nailing following external fixation in femoral and tibial shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2005;19:140-144.
- [9] Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg*. 1986;78:285-292.
- [10] Natoli RM, Baer MR, Bednar MS. Conversion of external fixation to open reduction and internal fixation for complex distal radius fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102:339-343. doi:10.1016/j.otsr.2016.01.013.
- [11] Shah CM, Babb PE, McAndrew CM, Brimmo O, Badarudeen S, Tornetta P, et al. Definitive plates overlapping provisional external fixator pin sites: is the infection risk increased? *J Orthop Trauma*. 2014;28:518-522. doi:10.1097/BOT.000000000000077.
- [12] Roussignol X, Sigonney G, Potage D, Etienne M, Duparc F, Dujardin F. Secondary nailing after external fixation for tibial shaft fracture: risk factors for union and infection. A 55 case series. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015;101:89-92. doi:10.1016/j.otsr.2014.10.017.
- [13] Yokoyama K, Uchino M, Nakamura K, Ohtsuka H, Suzuki T, Boku T, et al. Risk factors for deep infection in secondary intramedullary nailing after external fixation for open tibial fractures. *Injury*. 2006;37:554-560. doi:10.1016/j.injury.2005.08.026.
- [14] Mathews JA, Ward J, Chapman TW, Khan UM, Kelly MB. Single-stage orthoplastic reconstruction of Gustilo-Anderson Grade III open tibial fractures greatly reduces infection rates. *Injury*. 2015;46:2263-2266. doi:10.1016/j.injury.2015.08.027. doi:10.1016/j.injury.2005.08.026.
- [14] Mathews JA, Ward J, Chapman TW, Khan UM, Kelly MB. Single-stage orthoplastic reconstruction of Gustilo-Anderson Grade III open tibial fractures greatly reduces infection rates. *Injury*. 2015;46:2263-2266. doi:10.1016/j.injury.2015.08.027.

**Autores:** Arnold Suda, Stephen Quinnan, Brendan Gleason

## PREGUNTA 7: ¿Cuáles son las alternativas a la resección segmentaria en la pseudoartrosis séptica?

**RECOMENDACIÓN:** Las alternativas quirúrgicas a la resección segmentaria incluyen el injerto óseo, la recanalización, la decorticación, la osteogénesis por distracción o el fresado intramedular para tratar el sitio de la osteomielitis. Deben eliminarse todo el hueso muerto y tejidos blandos.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 91%; en desacuerdo: 0%; abstención: 9% (gran mayoría, consenso).

### JUSTIFICACIÓN

El desbridamiento operativo del tejido necrótico ha sido un principio quirúrgico del tratamiento de infecciones durante siglos. Informes de la década de 1960 demostró que a veces es posible curar una fractura sin unión con injerto óseo y estabilización sin interrupción del sitio óseo no unido [1]. Sin embargo, las fallas fueron comunes y la infección continua fue un resultado esperado. En 1984, Cierny *et al.* publicó una clasificación de osteomielitis y refirió tanto una descripción anatómica del sitio de infección como una descripción del huésped con recomendaciones para la estrategia de desbridamiento [2]. El principio fundamental es el desbridamiento de todos los huesos muertos e infectados de la misma manera que una enfermedad maligna se trataría con una escisión marginal. Las pautas de Cierny son que la infección que involucra solo el canal medular se puede tratar potencialmente con fresado o (un aspirador con fresado-irrigación) fresado más irrigación más aspiración (RIA) para lograr un desbridamiento adecuado. Las infecciones más localizadas pueden tratarse con la recanalización o la decorticación de los segmentos óseos. Sin embargo, la infección en un segmento del hueso requiere resección segmentaria para lograr el desbridamiento completo de todos los huesos muertos. Además de estas recomendaciones, puede preferirse la resección segmentaria cuando se planea la osteogénesis por distracción para la reconstrucción del defecto óseo. La resección de la pseudoartrosis seguida de un procedimiento de dos tiempos con el uso de un espaciador y un injerto / aloinjerto óseo, un acortamiento, un implante intercalar o un transporte óseo después de seis semanas es, sin duda, el estándar de oro del tratamiento [3-7].

Los antibióticos intravenosos también son muy importantes en el tratamiento del hueso no unido infectado y pueden usarse solos, pero el suministro de sangre funcional es necesario para obtener resultados exitosos [6,8]. Se puede utilizar un colgajo muscular local o un injerto de hueso pediculado con o sin colgajo libre para controlar la infección, pero esto no suele prevenir la resección del hueso infectado [9-14]. En la mayoría de los casos, la fijación externa con

el método de Ilizarov o los fijadores unilaterales se pueden utilizar con éxito en combinación con la aplicación local de antibióticos o agentes inductores de huesos [15-22]. Algunos autores describen el uso de la aplicación de cemento local durante varias semanas antes del injerto óseo local sin resección segmentaria [23-27]. En algunos casos de no-unión séptica, la aplicación de médula ósea con células madre o proteína morfogenética ósea humana (hBMP) se usó con buenos resultados [28-32]. Las placas recubiertas con antibióticos también se utilizan en algunos casos [33,34]. Específicamente, en la región del tobillo, la artrodesis puede ser una opción para lograr la unión aséptica en casos infectados al estabilizar el sitio de pseudoartrosis [35] y el drenaje persistente es solo una opción, aunque pobre, en pacientes ancianos [36].

Se ha demostrado tanto *in vitro* como *in vivo* que los implantes recubiertos con cemento o los clavos o espaciadores cementados temporales se pueden usar sin la necesidad de resección segmentaria en la pseudoartrosis séptica después del enclavado o con infección intramedular [37-54]. Hay indicaciones de que el control de infecciones suficientes para la curación ósea se puede alcanzar con implantes estables. Las estrategias alternativas son el uso de vidrio bioactivo para la inducción ósea como un aloinjerto o como portador de antibióticos que mostró resultados prometedores en los huesos infectados, pero aún faltan ensayos aleatorizados y cegados [6,55-61]. La carga de nanopartículas con antibióticos, microesferas, polímeros-lípidos (y bacteriófagos) es otro método muy prometedor, como lo es la técnica de membrana inducida que utiliza el fosfato beta-tricálcico [62]. Las ventajas del control de liberación de antibióticos podrían ser un paso importante en el tratamiento de la pseudoartrosis ósea infectada en el futuro, pero aquí faltan estudios de Nivel I [63-81].

Además, no hay estudios comparativos que examinen el éxito relativo de diferentes estrategias de desbridamiento. La resección segmentaria se realiza en casos de pseudoartrosis séptica con hueso insuficientemente atendido, con infección crónica y atrófico "muer-

to". En casos menores, la resección segmentaria podría evitarse utilizando otras opciones de tratamiento. Se recomiendan las estrategias de desbridamiento guiadas por las recomendaciones de Cierny, incluida la resección segmentaria cuando sea necesario [82-85]. La erradicación de la infección es el objetivo principal del tratamiento y, en ocasiones, la resección segmentaria puede ser el método más útil para lograrlo. Aún no se ha determinado que los tratamientos alternativos a la resección segmentaria sean tan exitosos como el tratamiento estándar. A día de hoy, no hay pruebas suficientes que respalden un cambio del estándar de atención aceptado en la no-úñión séptica, pero se están explorando algunos enfoques prometedores.

## REFERENCIAS

- Marmor L. The treatment of infected nonunion of the tibia. *J Trauma*. 1964;4:301-308.
- Cierny G, Mader JT. Adult chronic osteomyelitis. *Orthopedics*. 1984;7:1557-1564. doi:10.3928/0147-7447-19841001-07.
- Allende C. Cement spacers with antibiotics for the treatment of posttraumatic infected nonunions and bone defects of the upper extremity. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2010;14:241-247. doi:10.1097/BTH.0b013e3181f42bd3.
- Ferrao P, Myerson MS, Schuberth JM, McCourt MJ. Cement spacer as definitive management for postoperative ankle infection. *Foot Ankle Int*. 2012;33:173-178. doi:10.3113/FAI.2012.0173.
- Giannoudis PV, Gudipati S, Harwood P, Kanakaris NK. Long bone non-unions treated with the diamond concept: a case series of 64 patients. *Injury*. 2015;46 Suppl 8:S48-S54. doi:10.1016/S0020-1383(15)30055-3.
- Giannoudis PV, Harwood P, Tosounidis T, Kanakaris NK. Restoration of long bone defects treated with the induced membrane technique: protocol and outcomes. *Injury*. 2016;47 Suppl 6:S53-S61. doi:10.1016/S0020-1383(16)30840-3.
- Perna F, Pilla F, Nanni M, Berti L, Lullini G, Traina F, et al. Two-stage surgical treatment for septic non-union of the forearm. *World J Orthop*. 2017;8:471-477. doi:10.5312/wjo.v8.i6.471.
- Gabbai-Armelin PR, Souza MT, Kido HW, Tim CR, Bossini PS, Magri AMP, et al. Effect of a new bioactive fibrous glassy scaffold on bone repair. *J Mater Sci Mater Med*. 2015;26:177. doi:10.1007/s10856-015-5516-1.
- Ferraz L, Juvet-Segarra M, Poquet X, Merti P, Havet E. Does inter-tibiofibular graft still have a role in the treatment of lower-limb non-union? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102:223-226. doi:10.1016/j.otsr.2015.10.012.
- Fitzgerald RH, Ruttle PE, Arnold PG, Kelly PJ, Irons GB. Local muscle flaps in the treatment of chronic osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Am*. 1985;67:175-185.
- Kaminski A, Bürger H, Müller EJ. Free corticoperiosteal flap in the treatment of an infected bone defect of the tibia. A case report. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2009;11:360-365.
- Kaminski A, Bürger H, Müller EJ. Free vascularised corticoperiosteal bone flaps in the treatment of non-union of long bones: an ignored opportunity? *Acta Orthop Belg*. 2008;74:235-239.
- Kashayi-Chowdhirao S, Vallurupalli A, Chilakamarri VK, Patnala C, Chodavarapu LM, Kancherla NR, et al. Role of autologous non-vascularised intramedullary fibular strut graft in humeral shaft nonunions following failed plating. *J Clin Orthop Trauma*. 2017;8:S21-S30. doi:10.1016/j.jcot.2016.12.006.
- Kawakami R, Ejiri S, Hakozaki M, Hatashita S, Sasaki N, Kobayashi Y, et al. Surgical treatment options for septic non-union of the tibia: two staged operation, Flow-through anastomosis of FVFG, and continuous local intraarterial infusion of heparin. *Fukushima J Med Sci*. 2016;62:83-89. doi:10.5387/fms.2016-5.
- Bassiony AA, Almoatasem AM, Abdelhady AM, Assal MK, Fayad TA. Infected non-union of the humerus after failure of surgical treatment: management using the Orthofix external fixator. *Ann Acad Med Singapore*. 2009;38:1090-1094.
- Bialecki J, Brychcy A, Rafalski Z, Marczyński W, Rak S. Stimulation of bone union with dynamic beams of Konzal's "R" external fixator. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2014;16:487-496. doi:10.5604/15093492.1128839.
- Drózd M, Rak S, Bartosz P, Bialecki J, Marczyński W. Results of the treatment of infected nonunions of the lower limbs using the Ilizarov method. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2017;19:111-125.
- Ferreira N, Marais LC, Serfontein C. Two stage reconstruction of septic non-union of the humerus with the use of circular external fixation. *Injury*. 2016;47:1713-1718. doi:10.1016/j.injury.2016.06.014.
- Kiran M, Jee R. Ilizarov's method for treatment of nonunion of diaphyseal fractures of the humerus. *Indian J Orthop*. 2010;44:444-447. doi:10.4103/0019-5413.69319.
- Koutsostathis SD, Lepetsos P, Polyzois VD, Pneumaticos SG, Macheras GA. Combined use of Ilizarov external fixation and Papineau technique for septic pseudoarthrosis of the distal tibia in a patient with diabetes mellitus. *Diabet Foot Ankle*. 2014;5. doi:10.3402/dfa.v5.22841.
- Li WY, Zhang B, Zhang L, Zheng W, Zheng S, Dai D, et al. [Antibiotic-PMMA beads combined with external fixator for treating the infected fracture nonunion]. *Zhongguo Gu Shang*. 2009;22:90-92.
- Meleppuram JJ, Ibrahim S. Experience in fixation of infected non-union tibia by Ilizarov technique - a retrospective study of 42 cases. *Rev Bras Ortop*. 2017;52:670-675. doi:10.1016/j.rboe.2016.11.008.
- McKee MD, Li-Bland EA, Wild LM, Schemitsch EH. A prospective, randomized clinical trial comparing an antibiotic-impregnated bioabsorbable bone substitute with standard antibiotic-impregnated cement beads in the treatment of chronic osteomyelitis and infected nonunion. *J Orthop Trauma*. 2010;24:483-490. doi:10.1097/BOT.0b013e3181df1d9.
- Niikura T, Lee SY, Iwakura T, Sakai Y, Kuroda R, Kurosaka M. Antibiotic-impregnated calcium phosphate cement as part of a comprehensive treatment for patients with established orthopaedic infection. *J Orthop Sci*. 2016;21:539-545. doi:10.1016/j.jos.2016.05.003.
- Pang HN, Seah RB, MacDonald SJ. Treatment of infected nonunion total knee arthroplasty periprosthetic fracture using a stemmed articulating spacer. *Knee*. 2015;22:440-442. doi:10.1016/j.knee.2015.06.015.
- Pradhan C, Patil A, Puram C, Attarde D, Sancheti P, Shyam A. Can antibiotic impregnated cement nail achieve both infection control and bony union in infected diaphyseal femoral non-unions? *Injury*. 2017;48 Suppl 2:S66-S71. doi:10.1016/S0020-1383(17)30497-7.
- Ueng SW, Wei FC, Shih CH. Management of femoral diaphyseal infected nonunion with antibiotic beads local therapy, external skeletal fixation, and staged bone grafting. *J Trauma*. 1999;46:97-103.
- Hernigou P, Beaujean F. [Pseudarthrosis treated by percutaneous autologous bone marrow graft]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1997;83:495-504.
- Hernigou P, Dubory A, Homma Y, Flouzat Lachaniette CH, Chevallier N, Rouard H. Single-stage treatment of infected tibial non-unions and osteomyelitis with bone marrow granulocytes precursors protecting bone graft. *Int Orthop*. 2017;42(10):2443-2450. doi:10.1007/s00264-017-3687-8.
- Hernigou P, Trousselier M, Roubineau F, Bouthors C, Chevallier N, Rouard H, et al. Local transplantation of bone marrow concentrated granulocytes precursors can cure without antibiotics infected nonunion of polytraumatic patients in absence of bone defect. *Int Orthop*. 2016;40:2331-2338. doi:10.1007/s00264-016-3147-x.
- Schröter S, Ateschrang A, Flesch I, Stöckle U, Freude T. First mid-term results after cancellous allograft vitalized with autologous bone marrow for infected femoral non-union. *Wien Klin Wochenschr*. 2016;128:827-836. doi:10.1007/s00508-015-0797-4.
- Shamie AN, Yazdanzhenas H, Johnson EE. Long-term safety and efficacy of human bone morphogenetic protein (BMP) in the treatment of resistant non-unions and failed arthrodesis. *J Clin Orthop Trauma*. 2017;8:59-62. doi:10.1016/j.jcot.2016.10.008.
- Conway JD, Hlad LM, Bark SE. Antibiotic cement-coated plates for management of infected fractures. *Am J Orthop*. 2015;44:E49-E53.
- Vaishya R, Agarwal AK, Gupta N, Vijay V. Plate augmentation with retention of intramedullary nail is effective for resistant femoral shaft non-union. *J Orthop*. 2016;13:242-245. doi:10.1016/j.jor.2016.06.003.
- Suda AJ, Richter A, Abou-Nouar G, Jazazi M, Tinelli M, Bischel OE. Arthrodesis for septic arthritis of the ankle: risk factors and complications. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136:1343-1348. doi:10.1007/s00402-016-2520-y.
- Dhar SA, Butt MF, Mir MR, Kawoosa AA, Sultan A, Dar TA. Draining infected non union of the distal third of the tibia. The use of invaginating docking over short distances in older patients. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2009;11:264-270.
- Berebichez-Fridman R, Montero-Olvera P, Gómez-García B, Berebichez-Fastlicht E. An intramedullary nail coated with antibiotic and growth factor nanoparticles: an individualized state-of-the-art treatment for chronic osteomyelitis with bone defects. *Med Hypotheses*. 2017;105:63-68. doi:10.1016/j.mehy.2017.06.023.
- Bharti A, Saroj UK, Kumar V, Kumar S, Omar BJ. A simple method for fashioning an antibiotic impregnated cemented rod for intramedullary placement in infected non-union of long bones. *J Clin Orthop Trauma*. 2016;7:171-176. doi:10.1016/j.jcot.2016.08.004.
- Bhatia C, Tiwari AK, Sharma SB, Thalanki S, Rai A. Role of antibiotic cement coated nailing in infected nonunion of tibia. *Malays Orthop J*. 2017;11:6-11. doi:10.5704/MOJ.1703.019.
- Conway J, Mansour J, Kotze K, Specht S, Shabtai L. Antibiotic cement-coated rods: an effective treatment for infected long bones and prosthetic joint nonunions. *Bone Joint J*. 2014;96-B:1349-1354. doi:10.1302/0301-620X.96B10.33799.
- Kanakaris N, Gudipati S, Tosounidis T, Harwood P, Britten S, Giannoudis PV. The treatment of intramedullary osteomyelitis of the femur and tibia using the Reamer-Irrigator-Aspirator system and antibiotic cement rods. *Bone Joint J*. 2014;96-B:783-788. doi:10.1302/0301-620X.96B6.32244.
- Makridis KG, Tosounidis T, Giannoudis PV. Management of infection after intramedullary nailing of long bone fractures: treatment protocols and outcomes. *Open Orthop J*. 2013;7:219-226. doi:10.2174/187432501307010219.
- Matthews D, Samdany A, Ahmed SU. An alternative management option for infected non-union of long bone fractures. *J Clin Orthop Trauma*. 2013;4:43-45. doi:10.1016/j.jcot.2012.10.004.
- Mauffrey C, Chaus GW, Butler N, Young H. MR-compatible antibiotic interlocked nail fabrication for the management of long bone infections: first case report of a new technique. *Patient Saf Surg*. 2014;8:14. doi:10.1186/1754-9493-8-14.

- [45] Noda M, Saegusa Y, Takakura Y, Kuroda R, Doita M. Antibiotic cement screw for postoperative infection after gamma nailing. *Orthopedics*. 2009;32. doi:10.3928/01477447-20090624-32.
- [46] Prasarn ML, Ahn J, Achor T, Matuszewski P, Lorich DG, Helfet DL. Management of infected femoral nonunions with a single-staged protocol utilizing internal fixation. *Injury*. 2009;40:1220-1225. doi:10.1016/j.injury.2009.06.009.
- [47] Sancineto CF, Barla JD. Treatment of long bone osteomyelitis with a mechanically stable intramedullary antibiotic dispenser: nineteen consecutive cases with a minimum of 12 months follow-up. *J Trauma*. 2008;65:1416-1420. doi:10.1097/TA.0b013e31818c6a09.
- [48] Selhi HS, Mahindra P, Yamin M, Jain D, De Long WG, Singh J. Outcome in patients with an infected nonunion of the long bones treated with a reinforced antibiotic bone cement rod. *J Orthop Trauma*. 2012;26:184-188. doi:10.1097/BOT.0b013e318225f77c.
- [49] Shirliff ME, Calhoun JH, Mader JT. Experimental osteomyelitis treatment with antibiotic-impregnated hydroxyapatite. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;239-247.
- [50] Shyam AK, Sancheti PK, Patel SK, Rocha S, Pradhan C, Patil A. Use of antibiotic cement-impregnated intramedullary nail in treatment of infected nonunion of long bones. *Indian J Orthop*. 2009;43:396-402. doi:10.4103/0019-5413-55468.
- [51] Simpson AH, Tsang JST. Current treatment of infected non-union after intramedullary nailing. *Injury*. 2017;48 Suppl 1:S82-S90. doi:10.1016/j.injury.2017.04.026.
- [52] Thonse R, Conway J. Antibiotic cement-coated interlocking nail for the treatment of infected nonunions and segmental bone defects. *J Orthop Trauma*. 2007;21:258-268. doi:10.1097/BOT.0b013e31803ea9e6.
- [53] Wang S. [Antibiotic-impregnated cement temporary spacer for surgical treatment of osteomyelitis and nonunion of bone caused by intramedullary nailing]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2011;25:972-975.
- [54] Wasko MK, Borens O. Antibiotic cement nail for the treatment of posttraumatic intramedullary infections of the tibia: midterm results in 10 cases. *Injury*. 2013;44:1057-1060. doi:10.1016/j.injury.2013.05.001.
- [55] Drago L, Romanò D, De Vecchi E, Vassena C, Logoluso N, Mattina R, et al. Bioactive glass BAG-553P4 for the adjunctive treatment of chronic osteomyelitis of the long bones: an in vitro and prospective clinical study. *BMC Infect Dis*. 2013;13:584. doi:10.1186/1471-2334-13-584.
- [56] Gil-Albarova J, Garrido-Lahiguera R, Salinas AJ, Román J, Bueno-Lozano AL, Gil-Albarova R, et al. The in vivo performance of a sol-gel glass and a glass-ceramic in the treatment of limited bone defects. *Biomaterials*. 2004;25:4639-4645. doi:10.1016/j.biomaterials.2003.12.009.
- [57] Jing X, Yin W, Tian H, Chen M, Yao X, Zhu W, et al. Icaritin doped bioactive glasses seeded with rat adipose-derived stem cells to promote bone repair via enhanced osteogenic and angiogenic activities. *Life Sci*. 2018;202:52-60. doi:10.1016/j.lfs.2018.02.026.
- [58] Lindfors N, Geurts J, Drago L, Arts JJ, Juutilainen V, Hyvönen P, et al. Antibacterial bioactive glass, S53P4, for chronic bone infections - a multinational study. *Adv Exp Med Biol*. 2017;971:81-92. doi:10.1007/5584\_2016\_156.
- [59] Romanò CL, Logoluso N, Meani E, Romanò D, De Vecchi E, Vassena C, et al. A comparative study of the use of bioactive glass S53P4 and antibiotic-loaded calcium-based bone substitutes in the treatment of chronic osteomyelitis: a retrospective comparative study. *Bone Joint J*. 2014;96-B:845-850. doi:10.1302/0301-620X.96B6.33014.
- [60] Thanyaphoo S, Kaewsrirachan J. Synthesis and evaluation of novel glass ceramics as drug delivery systems in osteomyelitis. *J Pharm Sci*. 2012;101:2870-2882. doi:10.1002/jps.23230.
- [61] Tölli H, Kujala S, Levenon K, Jämsä T, Jalovaara P. Bioglass as a carrier for reindeer bone protein extract in the healing of rat femur defect. *J Mater Sci Mater Med*. 2010;21:1677-1684. doi:10.1007/s10856-010-4017-5.
- [62] Sasaki G, Watanabe Y, Miyamoto W, Yasui Y, Morimoto S, Kawano H. Induced membrane technique using beta-tricalcium phosphate for reconstruction of femoral and tibial segmental bone loss due to infection: technical tips and preliminary clinical results. *Int Orthop*. 2018;42:17-24. doi:10.1007/s00264-017-3503-5.
- [63] Ambrose CG, Clyburn TA, Loudon K, Joseph J, Wright J, Gulati P, et al. Effective treatment of osteomyelitis with biodegradable microspheres in a rabbit model. *Clin Orthop*. 2004;293-299.
- [64] Benoit MA, Mousset B, Delloye C, Bouillet R, Gillard J. Antibiotic-loaded plaster of Paris implants coated with poly lactide-co-glycolide as a controlled release delivery system for the treatment of bone infections. *Int Orthop*. 1997;21:403-408.
- [65] Brin YS, Golenser J, Mizrahi B, Maoz G, Domb AJ, Peddada S, et al. Treatment of osteomyelitis in rats by injection of degradable polymer releasing gentamicin. *J Control Release*. 2008;131:121-127. doi:10.1016/j.jconrel.2008.07.022.
- [66] Calhoun JH, Mader JT. Treatment of osteomyelitis with a biodegradable antibiotic implant. *Clin Orthop Relat Res*. 1997;206-214.
- [67] Chen L, Wang H, Wang J, Chen M, Shang L. Ofloxacin-delivery system of a polyanhydride and polylactide blend used in the treatment of bone infection. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2007;83:589-595. doi:10.1002/jbm.b.30832.
- [68] Chung MF, Chia WT, Liu HY, Hsiao CW, Hsiao HC, Yang CM, et al. Inflammation-induced drug release by using a pH-responsive gas-generating hollow-microsphere system for the treatment of osteomyelitis. *Adv Healthc Mater*. 2014;3:1854-1861. doi:10.1002/adhm.201400158.
- [69] de Breij A, Riool M, Kwakman PHS, de Boer L, Cordfunke RA, Drijfhout JW, et al. Prevention of Staphylococcus aureus biomaterial-associated infections using a polymer-lipid coating containing the antimicrobial peptide OP-145. *J Control Release*. 2016;222:1-8. doi:10.1016/j.jconrel.2015.12.003.
- [70] Emanuel N, Rosenfeld Y, Cohen O, Applbaum YH, Segal D, Barenholz Y. A lipid-and-polymer-based novel local drug delivery system-BonyPidTM: from physicochemical aspects to therapy of bacterially infected bones. *J Control Release*. 2012;160:353-361. doi:10.1016/j.jconrel.2012.03.027.
- [71] Feng K, Sun H, Bradley MA, Dupler EJ, Giannobile WV, Ma PX. Novel antibacterial nanofibrous PLLA scaffolds. *J Control Release*. 2010;146:363-369. doi:10.1016/j.jconrel.2010.05.035.
- [72] Kadry AA, Al-Suwayeh SA, Abd-Allah ARA, Bayomi MA. Treatment of experimental osteomyelitis by liposomal antibiotics. *J Antimicrob Chemother*. 2004;54:1103-1108. doi:10.1093/jac/dkh465.
- [73] Krasko MY, Golenser J, Nyska A, Nyska M, Brin YS, Domb AJ. Gentamicin extended release from an injectable polymeric implant. *J Control Release*. 2007;117:90-96. doi:10.1016/j.jconrel.2006.10.010.
- [74] Lang G, Kehr P, Mathevon H, Clavert JM, Séjourne P, Pointu J. [Bacteriophage therapy of septic complications of orthopaedic surgery (author's transl)]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1979;65:33-37.
- [75] Posadowska U, Brzychczy-Włoch M, Drożdż A, Krok-Borkowicz M, Włodarczyk-Biegun M, Dobrzyński P, et al. Injectable hybrid delivery system composed of gellan gum, nanoparticles and gentamicin for the localized treatment of bone infections. *Expert Opin Drug Deliv*. 2016;13:613-620. doi:10.1517/17425247.2016.1146673.
- [76] Sayin B, Caliş S, Atilla B, Marangoz S, Hincal AA. Implantation of vancomycin microspheres in blend with human/rabbit bone grafts to infected bone defects. *J Microencapsul*. 2006;23:553-566. doi:10.1080/02652040600775632.
- [77] Tamazawa G, Ito A, Miyai T, Matsuno T, Kitahara K, Sogo Y, et al. Gatifloxacin-loaded PLGA and  $\beta$ -tricalcium phosphate composite for treating osteomyelitis. *Dent Mater J*. 2011;30:264-273.
- [78] Uskoković V, Desai TA. Phase composition control of calcium phosphate nanoparticles for tunable drug delivery kinetics and treatment of osteomyelitis. II. Antibacterial and osteoblastic response. *J Biomed Mater Res A*. 2013;101:1427-1436. doi:10.1002/jbm.a.34437.
- [79] Uskoković V, Hoover C, Vukomanović M, Uskoković DP, Desai TA. Osteogenic and antimicrobial nanoparticulate calcium phosphate and poly-(D,L-lactide-co-glycolide) powders for the treatment of osteomyelitis. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2013;33:3362-3373. doi:10.1016/j.msec.2013.04.023.
- [80] Yenice I, Caliş S, Atilla B, Kaş HS, Ozalp M, Ekizoğlu M, et al. In vitro/in vivo evaluation of the efficiency of teicoplanin-loaded biodegradable micro-particles formulated for implantation to infected bone defects. *J Microencapsul*. 2003;20:705-717. doi:10.1080/0265204031000154179.
- [81] Zhu CT, Xu YQ, Shi J, Li J, Ding J. Liposome combined porous beta-TCP scaffold: preparation, characterization, and anti-biofilm activity. *Drug Deliv*. 2010;17:391-398. doi:10.3109/10717541003762870.
- [82] Tetsworth K, Cierny G. Osteomyelitis debridement techniques. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;87-96.
- [83] Heitmann C, Patzakis MJ, Tetsworth KD, Levin LS. Musculoskeletal sepsis: principles of treatment. *Instr Course Lect*. 2003;52:733-743.
- [84] Cierny G. Chronic osteomyelitis: results of treatment. *Instr Course Lect*. 1990;39:495-508.
- [85] Cierny G. Infected tibial nonunions (1981-1995). The evolution of change. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;97-105.

Autores: Janet Conway, Stephen Quinlan

## PREGUNTA 8: ¿Cuál es el manejo óptimo (técnica de Masquelet, transporte óseo) de defectos óseos tras una infección en diferentes huesos largos (tibia, fémur, húmero, etc.)? ¿Cómo varía esto por tipo de defecto (cónico vs. cilíndrico)?

**RECOMENDACIÓN:** El tipo de defecto (cilíndrico vs. cónico) no se determinó como relevante para el método de tratamiento. En cambio, la gestión óptima de defectos segmentarios parciales y completos es relevante. Cada hueso largo requiere diferentes métodos de estabilización preferidos.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%; en desacuerdo: 0%; abstención: 5% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

La revisión sistemática más completa fue publicada en 2017 por Kadhim *et al.* [1] Esta revisión informó que, en 96 defectos óseos del segmento femoral, la fijación externa monolateral con transporte óseo fue 99,7% efectiva para la unión y 94,7% exitosa para la función en comparación con 88,9% y 57,6% para la fijación externa circular, respectivamente. La fijación interna suplementaria en este estudio redujo el tiempo de fijación externa. Yin *et al.* [2] informaron su serie de 38 fracturas femorales con defectos óseos segmentarios infectados (tamaño promedio, 6,5 cm) que se trataron con la aplicación de fijación externa monolateral y transporte óseo. El índice de fijación externa promedio fue de 1,5 meses/cm (rango, 1,3-1,7 meses/cm). Sólo cinco fémures requirieron injerto óseo en el sitio de acoplamiento. Los resultados buenos/excelentes (evaluados utilizando la Asociación para el Estudio y Aplicación de la Clasificación de Métodos de Ilizarov (ASAMI)) para el hueso fueron 87,3% y los resultados buenos/excelentes para el resultado funcional fueron 79%.

Muchos otros estudios han reportado resultados similares con el transporte óseo monolateral pero con menos pacientes [3-5]. El injerto óseo en el sitio de acoplamiento no siempre es necesario, excepto en transportes más largos que dan como resultado tejido fibroso en el sitio de acoplamiento con alguna atrofia del extremo del hueso transportado [4,5]. El transporte óseo monolateral es mucho menos desafiante técnicamente que el transporte clásico de Ilizarov en el fémur; por lo tanto, esta técnica es más accesible para un mayor número de cirujanos.

Pocos estudios documentan el éxito de los injertos de peroné vascularizado (VFBG, por sus siglas en inglés) en defectos óseos segmentarios tras una infección [6-8]. Minami *et al.* [6] informaron sobre 23 defectos óseos del segmento femoral post-infecciosos tratados con VFVG. Veinte de los 23 pacientes lograron la unión ósea primaria; sin embargo, 2 pacientes tuvieron infecciones recurrentes. Ambos de estos pacientes se sometieron a VFVG menos de un mes después de la resección por osteomielitis; por lo tanto, la recomendación de los autores [6] fue retrasar el VFVG durante más de un mes después de la resección y hasta que los marcadores de infección serológica volvieran a la normalidad. Gao-Hong *et al.* [7] informó el uso de VFVG para Defectos segmentarios femorales infectados que van de 6 a 18 cm con curación ósea primaria en 10 de 12 pacientes. La cirugía adicional mejoró la tasa de curación al 100% (12/12) con la erradicación de la infección en todos los casos. Según la puntuación de Enneking, se observaron resultados excelentes/buenos en 11 de 12 pacientes [7]. Han *et al.* [9] informó sobre VFVG por defectos después de una infección con una tasa de unión primaria de solo el 48%. Con procedimientos adicionales, esta tasa aumentó al 77% (46/60). La literatura tiene pequeños números de reconstrucción con VFVG para los defectos post-infecciosos del fémur con resultados que no son comparables con el éxito del transporte óseo. Song *et al.* [10] estudiaron defectos femorales post-infeccio-

sos (> 8 cm) y compararon 20 casos tratados con transporte interno de hueso con 17 casos tratados con VFVG. Los casos de transporte óseo tuvieron un resultado excelente/bueno del 65% en comparación con el 35% en los casos de VFVG. La tasa de complicaciones es alta con respecto a la morbilidad del sitio donante [11] y las fracturas por estrés del peroné, que oscilan entre el 15% y el 32% [12,13]. La técnica VFVG es técnicamente exigente, requiere habilidades microquirúrgicas y no es de fácil acceso para muchos cirujanos ortopédicos.

No se han descrito series extensas de la técnica de membrana inducida para los defectos post-infecciosos del fémur. Hay 3 series con 19, [14] 13, [15] y 13 casos [16]. Wu *et al.* [14] informaron 19 casos con un defecto promedio de 5,5 cm (rango, 2-10,9 cm). La primera etapa fue la fijación externa y la colocación del espaciador de cemento. La segunda etapa del tratamiento fue la fijación interna combinada con la mezcla de autoinjerto/auto-aloinjerto en la membrana inducida. Todos los fémures se unieron y estaban libres de infección [14]. Yu *et al.* [15] reportaron 13 casos de defectos óseos femorales sépticos con un promedio de 9,8 cm (rango, 5-16 cm). La fijación de la primera etapa fue una placa cerrada recubierta con antibióticos y la fijación de la segunda etapa fue un clavo endomedular. La tasa de unión informada fue del 100%, y el 92% de los pacientes estaban libres de infección durante al menos un año [15]. Tong *et al.* [16] también informaron 13 casos de osteomielitis traumática femoral. Compararon el transporte de hueso con la técnica de membrana inducida o de Masquelet (IMT) y encontraron que la técnica de IMT tenía mejores resultados en casos femorales, especialmente los defectos óseos periarticulares [16]. Estas publicaciones [14-16] son prometedoras, pero son retrospectivas con solo números pequeños.

Las publicaciones con respecto a la técnica de IMT tienen muchas variaciones que incluyen el tiempo para la segunda etapa, la presencia de antibióticos en el espaciador y el tipo de fijación utilizada para la etapa uno y dos [17]. Los principios de unificación importantes son el desbridamiento radical de la infección, la instalación adecuada del espaciador de cemento que se superpone a los extremos óseos normales, a la espera de que la envoltura del tejido blando se cure con marcadores serológicos normales y una fijación estable durante el intervalo anterior a la segunda etapa [18]. La erradicación de la infección es el elemento más esencial para lograr el éxito. Por lo tanto, esta técnica requiere un mínimo de dos procedimientos quirúrgicos. La serie más grande publicada hasta la fecha es de Karger *et al.* [19] con 84 casos. El cincuenta por ciento de los casos fue por infección, el número promedio de operaciones para lograr la unión fue de 6,11, y el 57% de los defectos fueron mayores de 5 cm. Una envoltura de tejido blando anormal debe abordarse con la transferencia de tejido blando (adyacente o libre) para promover una buena cicatrización del tejido blando y un lecho de herida estable para la segunda etapa [20, 21]. La técnica de Masquelet es prometedora, pero el

cirujano debe proceder con precaución, ya que se pueden necesitar varios procedimientos quirúrgicos para lograr el resultado deseado. En teoría, cualquier defecto de tamaño puede tratarse y no hay un tiempo de fijación externa prolongado como en el transporte óseo. El tiempo para lograr la unión con esta técnica parece ser independiente de la longitud del defecto; sin embargo, un defecto de 2 cm y un defecto de 15 cm pueden tardar hasta 10 meses en curarse [19]. La recomendación es moderada debido a la falta de grandes informes de series prospectivas en la literatura y al número de procedimientos quirúrgicos necesarios para lograr el éxito.

Kadhim *et al.* [1] publicó recientemente una revisión sistemática de la falta de unión con defectos óseos segmentarios que incluía 334 tibias. El método más exitoso de reconstrucción con respecto a la unión y la función ósea fue la fijación externa circular combinada con la fijación interna (placa con principio puente o clavo endomedular). Esto proporcionó una tasa de éxito del 99,8% con respecto a la unión y la función. Papakostidis *et al.* [22] también demostraron en su revisión sistemática que la distracción de la osteogénesis con el método de Ilizarov redujo estadísticamente de manera significativa el riesgo de infección en defectos previamente infectados. También demostraron que el riesgo de nuevas fracturas después de la eliminación de la fijación externa era mayor cuando los defectos tibiales eran mayores de 8 cm [22].

Rohilla *et al.* [23] publicaron un estudio prospectivo aleatorizado con 70 pacientes que compararon fijadores de anillo y fijadores monolaterales para los defectos tibiales infectados. Llegaron a la conclusión de que, para defectos mayores de 6 cm, un fijador de anillo tenía resultados superiores [23]. Estos datos se relacionan con el gran número de pacientes en el grupo monolateral que tuvieron problemas residuales con más de 6 cm de alargamiento, como infección, deformidad y acortamiento. Además, el grupo monolateral tuvo estadísticamente más problemas con las infecciones del trayecto profundo del pin que el grupo de fijador de anillo [23].

Muchos otros estudios también han documentado el éxito de la fijación externa circular y el transporte óseo en la tibia. Yin *et al.* [2] en 2014 informaron 66 pacientes con defectos del hueso tibial segmentario infectado con un tamaño promedio de 6,3 cm (rango, 3-13 cm). Todas las tibias se trataron con transporte óseo con fijación externa circular y se unieron sin recurrencia de la infección. Cincuenta y nueve pacientes tuvieron resultados excelentes/buenos de acuerdo con la clasificación de ASAMI [2]. El injerto óseo en el sitio de acoplamiento se realizó en solo seis pacientes. La complicación más común fue la infección del trayecto del pin en 40 pacientes, de los cuales 38 de los 40 fueron tratados con antibióticos administrados por vía oral y cuidado de los pines. El índice promedio de fijación externa fue de 1,38 meses/cm (rango, 1,15-1,58 meses/cm). Solo dos pacientes tuvieron nuevas fracturas después de la eliminación del cuadro, que se trató con una nueva aplicación del fijador externo [2]. Peng *et al.* [24] informaron 58 casos de pseudoartrosis tibial infectada con un defecto promedio de 9,2 cm (rango, 6-15 cm) que fueron tratados con Transporte óseo con fijación externa circular. Cincuenta y tres pacientes tuvieron resultados excelentes/buenos con el grado de Paley y 36 resultados funcionales excelentes/buenos. No hubo nuevas fracturas y solo una infección recurrente [24].

Los fijadores externos hexápodos también se han utilizado para el transporte de huesos utilizando el método de Ilizarov. Naporá *et al.* [25] notificaron 75 defectos óseos segmentarios infectados de la tibia (tamaño promedio, 5,4 cm) tratados con un fijador externo hexápodo. Setenta de los 75 pacientes tuvieron erradicación de la infección y unión plena. Treinta y dos pacientes requirieron un colgajo libre mediante cirugía plástica, y 36 pacientes tuvieron estabilización adyuvante con un clavo endomedular o una fijación de la placa al momen-

to o después de la extracción. Muchos otros artículos detallan el éxito de la fijación externa circular y el transporte óseo en la tibia [26-31].

Otra opción de tratamiento es el acortamiento agudo con alargamiento. Un artículo [32] con un total de 42 pacientes informó resultados similares al comparar el acortamiento agudo con el alargamiento del transporte óseo. La única diferencia fue un número estadísticamente significativo de complicaciones mayores y menores por paciente. Esta técnica es útil solo cuando la fibra se rompe y la envoltura de tejido blando se puede acortar utilizando una incisión transversal. El acortamiento excesivo de más de 4 cm puede conducir a isquemia de la pierna debido al retorcimiento arterial y los autores resaltan la necesidad de monitorear el estado vascular de la extremidad siempre que se emplee un acortamiento.

Se ha publicado alguna literatura sobre la técnica de IMT o Masquelet para los defectos óseos del segmento tibial infectados. Existe cierta variabilidad con respecto a la técnica entre los artículos, y algunas diferencias críticas pueden conducir a resultados más pobres al utilizar la técnica. Tong *et al.* [16] compararon la técnica de Masquelet para los defectos del hueso tibial segmentario infectado con el transporte de hueso de Ilizarov. El tamaño promedio del defecto óseo fue de 6,8 cm (rango, 2,7-15,7 cm). Veintiséis pacientes tenían defectos tibiales con 13 pacientes en cada grupo. El grupo IMT también fue tratado con fijación externa para la etapa dos. En esta serie, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los resultados óseos en los 13 casos de transporte óseo y en los 13 casos de IMT. Es interesante notar, sin embargo, que una infección recurrente en el grupo de IMT fue tratada con transporte óseo a la unión. Los resultados funcionales fueron mejores en el grupo de IMT debido al tiempo de fijación externa estadísticamente menor (10,2 meses [rango, 8-14 meses] versus 17,2 meses [rango, 11-24 meses]). Se observaron 17 resultados funcionales excelentes/buenos para la técnica de Masquelet versus nueve resultados funcionales excelentes/buenos para el transporte óseo.

Karger *et al.* [19] en 2012 publicó la serie más grande de la técnica de IMT para los defectos óseos segmentarios. Incluyeron un total de 84 casos que incluyeron 61 defectos tibiales. De los 61 casos tibiales, hubo un tiempo promedio de unión de 14,6 meses con un promedio de 11,5 intervenciones. La carga de peso total se inició a una media de 17,4 meses después del tratamiento inicial del defecto óseo. Ocho casos tibiales fallaron, y seis requirieron amputación. Qiu *et al.* [20] reportaron 40 defectos de osteomielitis postraumática tibial. Hubo 2 grupos: un grupo de esferas de cemento (18 pacientes) y un grupo de espaciadores de cemento (22 pacientes). Los volúmenes de defectos óseos para cada grupo fueron de 32,4 cm<sup>3</sup> (rango, 15-40 cm<sup>3</sup>) y 40,4 cm<sup>3</sup> (rango, 20-70 cm<sup>3</sup>), respectivamente. Diecinueve de estos vacíos óseos fueron defectos parciales. El tiempo de curación ósea fue de 8,5 meses en el grupo espaciador y de 7,5 meses en el grupo de esferas. El control de la infección también fue similar en los dos grupos: 88,9% para la cuenta y 90,9% para los grupos espaciadores. Dieciocho pacientes tuvieron cobertura de tejidos blandos mediante cirugía plástica. Se obtuvo una fijación estable en el desbridamiento inicial con una fijación interna o externa y no hubo amputaciones [20]. Este estudio demuestra que la técnica de IMT puede ser exitosa para defectos pequeños.

Sadek *et al.* [33] también demostró que la técnica de IMT para los defectos tibiales menores de 6 cm era comparable al transporte de hueso de Ilizarov en una serie pequeña, de casos emparejados, con un total de 30 pacientes (14 y 16 pacientes por grupo). Giannoudis *et al.* [34] reportaron 43 huesos largos que fueron tratados con la técnica de IMT; sin embargo, solo 11 eran defectos tibiales con un tamaño de defecto promedio de 4 cm (rango, 2-7,5 cm). Todos los huesos se unieron con una complicación de una infección recurrente tratada con desbridamiento repetido. Este estudio destaca uno de los problemas con los reportes de la técnica de IMT, ya que se consideran

juntas diferentes regiones anatómicas. Morelli *et al.* [35] realizó una revisión sistemática de la técnica de IMT con 17 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión; sin embargo, solo 10 de estos documentos informaron datos de pacientes individuales para un total de 137 casos. La infección persistente o pseudoartrosis estaba presente en el 18% de los casos que requerían intervenciones quirúrgicas repetidas. Ha habido mucho entusiasmo por la IMT porque es técnicamente menos desafiante para el cirujano y atractiva para los pacientes porque no tiene un tiempo de fijación externa prolongado. La IMT, sin embargo, hay inconvenientes debido a las muchas variantes de la técnica que repercute en unos resultados variables. Los cirujanos deben proceder con precaución, ya que la infección recurrente y la falta de unión pueden requerir operaciones repetidas y, en última instancia, aumentar el tiempo total de tratamiento.

Ahora girando la atención hacia la extremidad superior, Adani *et al.* [36] publicaron una serie de 13 casos de VFBG para defectos del segmento humeral, de los cuales 8 estaban infectados. El defecto promedio en estos casos fue de 12,3 cm (rango, 10–16 cm). Cinco de ocho pacientes requirieron procedimientos adicionales (por ejemplo, injerto óseo, revisión de placa, nuevo VFBG). La repetición de VFBG fue secundaria a una falla del pedículo vascular. De acuerdo con los criterios de Tang, la recuperación funcional fue excelente/buena en los ocho casos y en cinco de ocho casos se observaron resultados radiológicamente excelentes/buenos.

Una serie en la literatura tiene 12 pacientes pediátricos con osteomielitis humeral con un tamaño de defecto promedio de 5,5 cm [37]. El tratamiento inicial consistió en la extirpación del hueso infectado, autoinjerto de peroné no vascularizado y fijación con placa y el acortamiento de la extremidad. Diez de los 12 pacientes se curaron después de la cirugía inicial. Un paciente requirió injerto óseo adicional. Un paciente desarrolló una infección recurrente y requirió un nuevo desbridamiento e injerto de hueso con éxito definitivo. El acortamiento residual promedio de la extremidad fue de 3,5 cm (rango, 2–6 cm).

Rafiq Barawi [37] publicó los resultados de 10 pacientes con defectos humerales infectados con un promedio de 6 cm (rango, 3–9 cm) tratados con transporte óseo de Ilizarov. Los 10 casos tuvieron resultados excelentes/buenos radiográfica y funcionalmente en el último seguimiento en la escala de Paley, con un índice de fijación externa promedio de 1,16 meses/cm. Liu *et al.* [38] informaron 11 pacientes con osteomielitis humeral y defectos segmentarios. La brecha promedio fue de 1,9 cm (rango, 1–2,7 cm) con un acortamiento humeral promedio de 5,6 cm (rango, 3,5–8,0 cm). El alargamiento humeral promedio fue de 9,5 cm (rango, 5,5–13,4 cm). El índice de fijación externa promedio fue de 1,16 meses/cm (rango, 1–1,35 meses/cm). Diez de los 11 pacientes se curaron y en todos los pacientes se erradicó la infección. Todos los pacientes tuvieron excelentes/buenos resultados. No se realizó injerto óseo en el sitio de ataque en ninguno de los casos. La complicación más común fue la infección del trayecto del pin del fijador externo. Se intercambiaron dos pines en dos pacientes por aflojamiento.

Adani *et al.* [39] publicaron una serie de 12 casos con VFBG en el antebrazo, donde 10 de los 12 casos tenían osteomielitis. El defecto promedio fue de 8,4 cm (rango, 6–13 cm). Dos casos requirieron injertos óseos adicionales y ambos casos tenían antecedentes de osteomielitis. Un tercer caso se consideró un fallo secundario a trombosis de la arteria de la VFBG. Por lo tanto, 9 de 10 casos de osteomielitis del antebrazo se curaron y 2 requirieron procedimientos adicionales de injerto óseo. El tiempo promedio de curación fue de 4,8 meses (rango, 2,5–8 meses). Se usó fijación interna para 9 de 10 casos. Siete de nueve pacientes tuvieron resultados clínicos excelentes/buenos y ocho de nueve pacientes obtuvieron resultados excelentes/buenos en la radiografía.

El tratamiento alternativo es la técnica IMT aplicada en el antebrazo. Prasarn *et al.* [40] publicaron una serie de 15 casos de falta de unión de antebrazo infectados tratados con desbridamiento e Injerto óseo en la cresta ilíaca no vascularizado con cicatrización de la herida abierta por segunda intención. Todos los huesos se unieron y estaban libres de infección con un tiempo promedio de unión de 13,2 semanas (rango, 10–15 semanas). El tamaño promedio de los defectos fue de 2,1 cm (rango, 1–7 cm). Allende [41] en 2010 publicó 20 casos con curación de infección y falta de unión en un promedio de 5 meses. Luo *et al.* [42] publicaron una serie de 7 infecciones de antebrazo con un tamaño de defecto promedio de 5,8 cm (rango, 4–8 cm) tratados con la técnica de IMT. El número promedio de procedimientos para alcanzar el éxito en estos pacientes fue de 3,43 (rango, 2 a 5 procedimientos). Los autores enfatizan que se pueden requerir varios desbridamientos para lograr un ambiente no infectado. Masquelet [18] también determinó que el desbridamiento en serie era crítico para lograr un lecho de herida no infectado y el éxito final con la técnica. Un paciente requirió repetir el injerto óseo [42]. En el último seguimiento, con un promedio de 86,7 meses (rango, 41–150 meses), todos los pacientes se curaron, no se infectaron y tuvieron una mejoría estadísticamente significativa en las puntuaciones funcionales.

Dos estudios informaron los resultados del transporte de huesos en las pseudoartrosis del antebrazo. Zhang *et al.* [43] publicaron una serie de 16 casos con un defecto promedio de 3,8 cm (rango, 2,2–7,5 cm) con un índice de fijación externa promedio de 1,6 meses/cm (rango, 1,14–2,0 meses/cm). Todos los pacientes se curaron y no hubo recurrencia de la infección. No hubo necesidad de injerto en el sitio de ataque del transporte óseo. Liu *et al.* [44] informaron sobre 21 pacientes con falta de unión del antebrazo que se sometieron a tratamiento con fijación monolateral. El defecto promedio fue de 3,1 cm (rango, 1,8–4,6 cm) y el índice de fijación externa fue de 1,4 meses/cm. Cuatro pacientes tuvieron injerto óseo en sitio de ataque. Tres pacientes tuvieron un injerto de hueso regenerado y 3 pacientes tuvieron una infección recurrente que requirió desbridamiento repetido. El seguimiento medio fue de 77,5 meses. Todos los antebrazos se curaron y estuvieron libres de infección.

## REFERENCIAS

- [1] Kadhim M, Holmes L, Gesheff MG, Conway JD. Treatment options for nonunion with segmental bone defects: systematic review and quantitative evidence synthesis. *J Orthop Trauma.* 2017;31:111–119. doi:10.1097/BOT.0000000000000700.
- [2] Yin P, Zhang Q, Mao Z, Li T, Zhang L, Tang P. The treatment of infected tibial nonunion by bone transport using the Ilizarov external fixator and a systematic review of infected tibial nonunion treated by Ilizarov methods. *Acta Orthop Belg.* 2014;80:426–435.
- [3] Wan J, Ling L, Zhang X, Li Z. Femoral bone transport by a monolateral external fixator with or without the use of intramedullary nail: a single-department retrospective study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013;23:457–464. doi:10.1007/s00590-012-1008-x.
- [4] Agrawal HK, Garg M, Singh B, Jaiman A, Khatkar V, Khare S, et al. Management of complex femoral nonunion with monorail external fixator: a prospective study. *J Clin Orthop Trauma.* 2016;7:191–200. doi:10.1016/j.jcot.2016.02.013.
- [5] Zhang Q, Zhang W, Zhang Z, Zhang L, Chen H, Hao M, et al. Femoral nonunion with segmental bone defect treated by distraction osteogenesis with monolateral external fixation. *J Orthop Surg Res.* 2017;12:183. doi:10.1186/s13018-017-0684-y.
- [6] Minami A, Kasashima T, Iwasaki N, Kato H, Kaneda K. Vascularised fibular grafts. An experience of 102 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:1022–1025.
- [7] Gao-Hong R, Run-Guang L, Gui-Yong J, Chao-Jie C, Zhi-Gang B. A solution to the vessel shortage during free vascularized fibular grafting for reconstructing infected bone defects of the femur: bridging with vein transplantation. *Injury.* 2017;48:486–494. doi:10.1016/j.injury.2016.10.027.
- [8] Yajima H, Tamai S, Mizumoto S, Ono H. Vascularised fibular grafts for reconstruction of the femur. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75:123–128.
- [9] Han CS, Wood MB, Bishop AT, Cooney WP. Vascularized bone transfer. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:1441–1449.

- [10] Song HR, Kale A, Park HB, Koo KH, Chae DJ, Oh CW, et al. Comparison of internal bone transport and vascularized fibular grafting for femoral bone defects. *J Orthop Trauma*. 2003;17:203-211.
- [11] Vail TP, Urbaniak JR. Donor-site morbidity with use of vascularized autogenous fibular grafts. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78:204-211.
- [12] Lin CH, Wei FC, Chen HC, Chuang DC. Outcome comparison in traumatic lower-extremity reconstruction by using various composite vascularized bone transplantation. *Plast Reconstr Surg*. 1999;104:984-992.
- [13] de Boer HH, Wood MB, Hermans J. Reconstruction of large skeletal defects by vascularized fibula transfer. Factors that influenced the outcome of union in 62 cases. *Int Orthop*. 1990;14:121-128.
- [14] Wu H, Shen J, Yu X, Fu J, Yu S, Sun D, et al. Two stage management of Cierny-Mader type IV chronic osteomyelitis of the long bones. *Injury*. 2017;48:511-518. doi:10.1016/j.injury.2017.01.007.
- [15] Yu X, Wu H, Li J, Xie Z. Antibiotic cement-coated locking plate as a temporary internal fixator for femoral osteomyelitis defects. *Int Orthop*. 2017;41:1851-1857. doi:10.1007/s00264-016-3258-4.
- [16] Tong K, Zhong Z, Peng Y, Lin C, Cao S, Yang Y, et al. Masquelet technique versus Ilizarov bone transport for reconstruction of lower extremity bone defects following posttraumatic osteomyelitis. *Injury*. 2017;48:1616-1622. doi:10.1016/j.injury.2017.03.042.
- [17] Azi ML, Teixeira AA de A, Cotias RB, Joeris A, Kfuri M. Membrane induced osteogenesis in the management of posttraumatic bone defects. *J Orthop Trauma*. 2016;30:545-550. doi:10.1097/BOT.0000000000000614.
- [18] Masquelet AC. Induced membrane technique: pearls and pitfalls. *J Orthop Trauma*. 2017;31 Suppl 5:S36-S38. doi:10.1097/BOT.0000000000000979.
- [19] Karger C, Kishi T, Schneider L, Fitoussi F, Masquelet A-C, French Society of Orthopaedic Surgery and Traumatology (SoFCOT). Treatment of posttraumatic bone defects by the induced membrane technique. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98:97-102. doi:10.1016/j.otsr.2011.11.001.
- [20] Qiu XS, Chen YX, Qi XY, Shi HF, Wang JF, Xiong J. Outcomes of cement beads and cement spacers in the treatment of bone defects associated with post-traumatic osteomyelitis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18:256. doi:10.1186/s12891-017-1614-1.
- [21] Gupta G, Ahmad S, Mohd Zahid null, Khan AH, Sherwani MKA, Khan AQ. Management of traumatic tibial diaphyseal bone defect by "induced-membrane technique." *Indian J Orthop*. 2016;50:290-296. doi:10.4103/0019-5413.181780.
- [22] Papakostidis C, Bhandari M, Giannoudis PV. Distraction osteogenesis in the treatment of long bone defects of the lower limbs: effectiveness, complications and clinical results; a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint J*. 2013;95-B:1673-1680. doi:10.1302/0301-620X.95B12.32385.
- [23] Rohilla R, Wadhvani J, Devgan A, Singh R, Khanna M. Prospective randomised comparison of ring versus rail fixator in infected gap nonunion of tibia treated with distraction osteogenesis. *Bone Joint J*. 2016;98-B:1399-1405. doi:10.1302/0301-620X.98B10.37946.
- [24] Peng J, Min L, Xiang Z, Huang F, Tu C, Zhang H. Ilizarov bone transport combined with antibiotic cement spacer for infected tibial nonunion. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8:10058-10065.
- [25] Napora JK, Weinberg DS, Eagle BA, Kaufman BR, Sontich JK. Hexapod frame stacked transport for tibial infected nonunions with bone loss: analysis of use of adjunctive stability. *J Orthop Trauma*. 2017;31:393-399. doi:10.1097/BOT.0000000000000840.
- [26] Abuomira IEA, Sala F, Elbatrawy Y, Lovisetti G, Alati S, Capitani D. Distraction osteogenesis for tibial nonunion with bone loss using combined Ilizarov and Taylor spatial frames versus a conventional circular frame. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2016;11:153-159. doi:10.1007/s11751-016-0264-4.
- [27] Aktuglu K, Günay H, Alakbarov J. Monofocal bone transport technique for bone defects greater than 5 cm in tibia: our experience in a case series of 24 patients. *Injury*. 2016;47 Suppl 6:S40-S46. doi:10.1016/S0020-1383(16)30838-5.
- [28] Chaddha M, Gulati D, Singh AP, Singh AP, Maini L. Management of massive posttraumatic bone defects in the lower limb with the Ilizarov technique. *Acta Orthop Belg*. 2010;76:811-820.
- [29] El-Alfy BS. Unhappy triad in limb reconstruction: management by Ilizarov method. *World J Orthop*. 2017;8:42-48. doi:10.5312/wjo.v8.i1.42.
- [30] Hohmann E, Birkholtz F, Glatt V, Tetsworth K. The "road to union" protocol for the reconstruction of isolated complex high-energy tibial trauma. *Injury*. 2017;48:1211-1216. doi:10.1016/j.injury.2017.03.018.
- [31] McNally M, Ferguson J, Kugan R, Stubbs D. Ilizarov treatment protocols in the management of infected nonunion of the tibia. *J Orthop Trauma*. 2017;31 Suppl 5:S47-S54. doi:10.1097/BOT.0000000000000987.
- [32] Tetsworth K, Paley D, Sen C, Jaffe M, Maar DC, Glatt V, et al. Bone transport versus acute shortening for the management of infected tibial non-unions with bone defects. *Injury*. 2017;48:2276-2284. doi:10.1016/j.injury.2017.07.018.
- [33] Sadek AF, Laklok MA, Fouly EH, Elshafie M. Two stage reconstruction versus bone transport in management of resistant infected tibial diaphyseal nonunion with a gap. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136:1233-1241. doi:10.1007/s00402-016-2523-8.
- [34] Giannoudis PV, Harwood PJ, Tosounidis T, Kanakaris NK. Restoration of long bone defects treated with the induced membrane technique: protocol and outcomes. *Injury*. 2016;47 Suppl 6:S53-S61. doi:10.1016/S0020-1383(16)30840-3.
- [35] Morelli I, Drago L, George DA, Gallazzi E, Scarponi S, Romanò CL. Masquelet technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2016;47 Suppl 6:S68-S76. doi:10.1016/S0020-1383(16)30842-7.
- [36] Adani R, Delcroix L, Innocenti M, Tarallo L, Baccarani A. Free fibula flap for humerus segmental reconstruction: report on 13 cases. *Chir Organi Mov*. 2008;91:21-26. doi:10.1007/s12306-007-0004-5.
- [37] Rafiq O. Management of bone defect of humerus by Ilizarov method. *Genij Ortopedii*. 2016;36-39. doi:10.18019/1028-4427-2016-2-36-39.
- [38] Liu T, Zhang X, Li Z, Zeng W, Peng D, Sun C. Callus distraction for humeral nonunion with bone loss and limb shortening caused by chronic osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:795-800. doi:10.1302/0301-620X.90B6.20392.
- [39] Adani R, Delcroix L, Innocenti M, Marcoccio I, Tarallo L, Celli A, et al. Reconstruction of large posttraumatic skeletal defects of the forearm by vascularized free fibular graft. *Microsurgery*. 2004;24:423-429. doi:10.1002/micr.20067.
- [40] Prasarn ML, Ouellette EA, Miller DR. Infected nonunions of diaphyseal fractures of the forearm. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130:867-873. doi:10.1007/s00402-009-1016-4.
- [41] Allende C. Cement spacers with antibiotics for the treatment of posttraumatic infected nonunions and bone defects of the upper extremity. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2010;14:241-247. doi:10.1097/BTH.0b013e3181f42bd3.
- [42] Luo TD, Nunez FA, Lomer AA, Nunez FA. Management of recalcitrant osteomyelitis and segmental bone loss of the forearm with the Masquelet technique. *J Hand Surg Eur Vol*. 2017;42:640-642. doi:10.1177/1753193416650171.
- [43] Zhang Q, Yin P, Hao M, Li J, Lv H, Li T, et al. Bone transport for the treatment of infected forearm nonunion. *Injury*. 2014;45:1880-1884. doi:10.1016/j.injury.2014.07.029.
- [44] Liu T, Liu Z, Ling L, Zhang X. Infected forearm nonunion treated by bone transport after debridement. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013;14:273. doi:10.1186/1471-2474-14-273.



**Autores:** Kevin Tetsworth, Peter Giannoudis, Rajendra Shett y, G. Klefournis

## PREGUNTA 9: ¿Cuál es el tiempo de espera óptimo para el injerto óseo en el manejo por etapas de la pseudoartrosis séptica?

**RECOMENDACIÓN:** El intervalo entre la primera y la segunda etapa debe depender del control de la infección y del estado de los tejidos blandos locales del paciente individual, en lugar de cualquier tiempo específico. Por lo tanto, el tiempo exacto es desconocido. Las recomendaciones actuales son que, si las condiciones son favorables, la segunda etapa se puede realizar entre 6 y 12 semanas después de la primera etapa. Esta recomendación puede no aplicarse a la técnica de Masquelet.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

El tratamiento exitoso de las pseudoartrosis de huesos largos infectados sigue siendo un gran desafío para el cirujano ortopédico de trauma y reconstrucción de extremidades. Frecuentemente se asocian con pérdida de tejido óseo y blando, falla en la fijación interna, implantes rotos, mala vascularización, drenaje a través de fistulas, osteopenia, osteomielitis, rigidez de las articulaciones adyacentes, deformidades, discrepancias de longitud, cirugía previa e infección polimicrobiana con organismos resistentes [1-4]. La evidencia disponible en el manejo quirúrgico de las pseudoartrosis de hueso largo infectadas indica que la reconstrucción en etapas (que incorpora desbridamiento, esferas de antibióticos, cobertura de tejidos blandos y estabilización provisional, seguida de reconstrucción ósea tardía y estabilización definitiva [3-6]) puede lograr la unión en 93-100% de los casos. Con la asistencia de expertos, bajo protocolos por etapas realizados por cirujanos especializados en sepsis musculoesquelética, la persistencia de la infección está presente en solo el 2%-9% de los casos [5,6], lo que es significativamente mejor que las estrategias de una etapa o las estrategias de dos etapas sin depósitos locales de

antibióticos usando esferas de polimetilmetacrilato (PMMA) [2-4]. Si bien el injerto óseo se usa ampliamente para el tratamiento de las pseudoartrosis infectadas, existe poca evidencia sobre el momento óptimo de su uso en el manejo por etapas de la pseudoartrosis séptica. Una búsqueda en la base de datos Ovid (que incluye Embase y Medline) no identificó ningún estudio que se centrara en el momento óptimo del injerto óseo. La evidencia actual se basa en estudios que informan resultados sobre el manejo de las pseudoartrosis infectadas. El requisito previo más frecuente para el injerto óseo es la erradicación completa de la infección. Esto se confirma clínicamente (ausencia de signos sistémicos como fiebre o signos locales como heridas curadas), mediante pruebas de laboratorio (normalización de marcadores inflamatorios) [7,8] o mediante biopsias [9]. Solo se ha realizado un estudio de control aleatorio sobre el tratamiento de la falta de unión infectada [8]. Este estudio comparó el uso de injertos de hueso esponjoso autólogo impregnados con antibióticos con un injerto de hueso esponjoso autólogo puro en el tratamiento de esta complicación. El momento en que se realizó el injerto óseo depen-

**TABLA 1. Estudios antes del 2000**

Autor	Año	Tipo de estudio	Número de pacientes	Número de pseudoartrosis sépticas	Seguimiento medio	Localización	Tto. del injerto óseo (semanas)	Recurrencia de infección	Tasa de unión
Green [10]	1983	Serie de casos retrospectiva	15	15	42 (24-78)	Tibia, fémur, cubito	4	0%	87%
Esterhai [11]	1990	Serie de casos retrospectiva	42	36	No especificado	Tibia	1	31%	72%
Ueng [12]	1994	Serie de casos retrospectiva	13	8	37 (24-54)	Tibia	2-4	0%	100%
Patzakis [13]	1995	Serie de casos retrospectiva	32	32	28 (12-49)	Tibia	8	0%	93%
Emani [14]	1995	Serie de casos retrospectiva	37	37	24	Tibia	2,1	0%	100%
Cove [15]	1997	Serie de casos retrospectiva	44	12	28 (24-108)	Fémur	Mín 2	0%	93%
Chen [16]	1997	Serie de casos retrospectiva	14	14	73 (29-108)	Húmero	6	0%	93%
Ueng [17]	1999	Serie de casos retrospectiva	15	11	58 (40-76)	Fémur	2-6	18%	100%

TABLA 2. Estudios después del 2000

Autor	Año	Tipo de estudio	Número de pacientes	Número de pseudoartrosis sépticas	Seguimiento medio	Localización	Tto. del injerto óseo (semanas)	Recurrencia de infección	Tasa de unión
Chan [8]	2000	Serie de casos retrospectiva	96	96	57 (48-72)	Tibia	<b>5 o 10</b>	11%	99%
Tulner [18]	2004	Serie de casos retrospectiva	47	22	92 (24-163)	Tibia	<b>4-7</b>	18%	95%
Chen [19]	2005	Serie de casos retrospectiva	18	18	48 (24-74)	Tibia	<b>6 o 11</b>	0%	72%
Jain [20]	2005	Serie de casos retrospectiva	42	18	No especificado	Fémur, tibia, humero, antebrazo	<b>6</b>	6%	100%
Babhulkar [21]	2005	Serie de casos retrospectiva	113	14	40 (24-180)	Fémur, tibia, húmero, antebrazo	<b>6-8</b>	0%	100%
Schött le [22]	2005	Serie de casos retrospectiva	6	6	36 (18-60)	Tibia	<b>15</b>	0%	83%
Chiang [23]	2006	Serie de casos retrospectiva	12	7	31 (24-37)	Tibia	<b>Mín. 13,5</b>	14%	86%
Ryzewicz [36]	2009	Serie de casos retrospectiva	44	14	No especificado	Tibia	<b>6</b>	21%	93%
Stafford [24]	2010	Serie de casos retrospectiva	27	7	12	Tibia, fémur	<b>6-8</b>	14%	57%
Allende [7]	2010	Serie de casos retrospectiva	20	13	18 (10-96)	Húmero, antebrazo	<b>8.8</b>	0%	100%
Schröter [25]	2015	Serie de casos retrospectiva	18	18	70 (24-96)	Fémur	<b>Mín. 6</b>	0%	83%
Scholz [26]	2015	Serie de casos retrospectiva	13	13	13 (9-24)	Tibia, fémur, húmero, metatarso, antebrazo	<b>9,8</b>	0%	100%
Olesen [27]	2015	Serie de casos retrospectiva	8	2	Mín. 9	Tibia, fémur	<b>7</b>	0%	50%
El-Alfy [28]	2015	Serie de casos retrospectiva	17	12	23 (14-38)	Tibia, fémur	<b>11,3</b>	8%	92%
Mauffrey [9]	2016	Serie de casos retrospectiva	12	12	14-23	Tibia	<b>6-8</b>	0%	Desc.
Canavese [29]	2016	Serie de casos retrospectiva	5	4	39 (24-60)	Fémur, húmero	<b>4</b>	0%	100%
Davis [30]	2016	Serie de casos retrospectiva	9	7	42 (18-137)	Antebrazo	<b>6-12</b>	0%	100%
Giannoudis [31]	2016	Serie de casos retrospectiva	43	21	Mín. 12	Tibia, fémur, húmero, metatarso, antebrazo	<b>6-8</b>	5%	95%
Pollon [32]	2016	Serie de casos retrospectiva	16	3	78 (12-160)	Húmero	<b>8,6</b>	0%	67%
Gupta [33]	2016	Serie de casos retrospectiva	9	8	21,5	Tibia	<b>4,6</b>	25%	75%
Wang [34]	2016	Serie de casos retrospectiva	32	32	27 (24-32)	Tibia, fémur	<b>8,9</b>	0%	100%
Mühlhäusser [35]	2017	Serie de casos retrospectiva	8	3	Mín. 12	Tibia	<b>8,7</b>	0%	100%

dió de si se requería transferencia muscular. El injerto óseo se realizó después de cinco semanas en promedio (rango de dos a siete semanas) desde el último desbridamiento y la aplicación de PMMA si no se requirió transferencia muscular y en un promedio de 10 semanas (rango de 8 a 12 semanas) si se requirió transferencia muscular. No se informaron resultados específicamente para los dos grupos con diferente momento de injerto óseo. Este estudio mostró que el injerto óseo impregnado con antibióticos se asoció con tasas más bajas de infecciones recurrentes que el injerto óseo puro. El resto de los estudios publicados fueron series de casos que informaron resultados sobre el manejo por etapas de las pseudoartrosis infectadas. Curiosamente, ha habido un cambio en el momento del injerto óseo para el manejo por etapas de las pseudoartrosis infectadas en el transcurso de las últimas décadas. Antes de 2000, el tiempo medio de injerto óseo era de cuatro semanas después del procedimiento de la primera etapa [10-17] (Tabla 1). Además, solo en dos [13,16] de los ocho estudios publicados, el injerto óseo se realizó más tarde que cuatro semanas después del procedimiento de la primera etapa. Por el contrario, después de 2000, el tiempo medio entre la primera y la segunda etapa fue de 7.9 semanas y en ningún estudio se implantó un injerto óseo antes de las cuatro semanas desde la primera etapa [7-9,18-35] (Tabla 2). Esto podría explicarse parcialmente al aumentar la popularidad de la técnica de membrana inducida. Las series de casos más recientes utilizan los principios de esta técnica para la erradicación efectiva de la infección y la reconstrucción de defectos óseos. El intervalo de tiempo entre las dos etapas del procedimiento es esencial no solo para la erradicación de la infección sino también para la maduración de la membrana inducida. Esta puede ser otra razón hacia el cambio de tiempos de espera más largos entre las dos etapas. En resumen, aunque no hay estudios que evalúen el momento óptimo para el injerto óseo en el tratamiento de la falta de unión séptica, las series de casos actuales recomiendan un intervalo de 7-8 semanas, mientras que la mayoría de los estudios oscilan entre 6 y 12 semanas después del desbridamiento.

## REFERENCIAS

- Hanssen AD. Local antibiotic delivery vehicles in the treatment of musculoskeletal infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;91-96.
- Struijs PAA, Poolman RW, Bhandari M. Infected nonunion of the long bones. *J Orthop Trauma.* 2007;21:507-511. doi:10.1097/BOT.0b013e31812e5578.
- Tetsworth K, Cierny G. Osteomyelitis debridement techniques. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;87-96.
- Heitmann C, Patzakis MJ, Tetsworth KD, Levin LS. Musculoskeletal sepsis: principles of treatment. *Instr Course Lect.* 2003;52:733-743.
- Cierny G. Chronic osteomyelitis: results of treatment. *Instr Course Lect.* 1990;39:495-508.
- Cierny G. Infected tibial nonunions (1981-1995). The evolution of change. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;97-105.
- Allende C. Cement spacers with antibiotics for the treatment of posttraumatic infected nonunions and bone defects of the upper extremity. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2010;14:241-247. doi:10.1097/BTH.0b013e3181f42bd3.
- Chan Y, Ueng SW, Wang C, Lee S, Chen C. Antibiotic-impregnated autogenic cancellous bone grafting is an effective and safe method for the management of small infected tibial defects: a comparison study. *J Trauma.* 2000;48:246-255.
- Mauffrey C, Hake ME, Chadayammuri V, Masquelet AC. Reconstruction of long bone infections using the induced membrane technique: tips and tricks. *J Orthop Trauma.* 2016;30:e188-e193. doi:10.1097/BOT.0000000000000500.
- Green SA, Dlabal TA. The open bone graft for septic nonunion. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;117-124.
- Esterhai JJ, Sennett B, Gelb H, Heppenstall R, Brighton C, Osterman A, et al. Treatment of chronic osteomyelitis complicating nonunion and segmental defects of the tibia with open cancellous bone graft, posterolateral bone graft, and soft-tissue transfer. *J Trauma.* 1990;30:49-54.
- Ueng SW, Shih C-H. Semiopen cancellous bone grafting. A 2 step method for closing small infected tibial bone defects. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;306:175-182.
- Patzakis M, Scilaris T, Chon J, Holtom P, Sherman R. Results of bone grafting for infected tibial nonunion. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;315:192-198.
- Emami A, Mjöberg B, Larsson S. Infected tibial nonunion: good results after open cancellous bone grafting in 37 cases. *Acta Orthop.* 1995;66:447-451. doi:10.3109/17453679508995585.
- Cove JA, Howe DW, Jupiter JB, Siliski JM. The management of femoral diaphyseal nonunions. *J Orthop Trauma.* 1997;11:513-520.
- Chen C-Y, Ueng SW-N, Shih C-H. Staged management of infected humeral nonunion. *J Trauma Inj Infect Crit Care.* 1997;43:793-798.
- Ueng SW, Wei C, Shih CH. Management of femoral diaphyseal infected nonunion with antibiotic beads local therapy, external skeletal fixation, and staged bone grafting. *J Trauma Inj Infect Crit Care.* 1999;46:97-103.
- Tulner SAF, Schaap GR, Strackee SD, Besselaar PP, Luitse JSK, Marti RK. Long-term results of multiple-stage treatment for posttraumatic osteomyelitis of the tibia. *J Trauma.* 2004;56:633-642. doi:10.1097/01.TA.0000112327.50235.0A.
- Chen CE, Ko JY, Pan CC. Results of vancomycin-impregnated cancellous bone grafting for infected tibial nonunion. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005;125:369-375. doi:10.1007/s00402-005-0794-6.
- Jain AK, Sinha S. Infected nonunion of the long bones. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;57-65. doi:10.1097/01.blo.0000152868.29134.92.
- Babhulkar SS, Pande K, Babhulkar S. Nonunion of the diaphysis of long bones. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;50-56. doi:10.1097/01.blo.0000152369.99312.c5.
- Schöttle PB, Werner CML, Dumont CE. Two-stage reconstruction with free vascularized soft tissue transfer and conventional bone graft for infected nonunions of the tibia: 6 Patients followed for 1.5 to 5 years. *Acta Orthop.* 2005;76:878-883. doi:10.1080/17453670510045534.
- Chiang CC, Su CY, Huang CK, Chen WM, Chen TH, Tzeng YH. Early experience and results of bone graft enriched with autologous platelet gel for recalcitrant nonunions of lower extremity. *J Trauma.* 2007;63:655-661. doi:10.1097/01.ta.0000219937.51190.37.
- Stafford PR, Norris BL. Reamer-irrigator-aspirator bone graft and bi-Masquelet technique for segmental bone defect nonunions: a review of 25 cases. *Injury.* 2010;41:S72-S77. doi:10.1016/S0020-1383(10)70014-0.
- Schröter S, Ateschrang A, Flesch I, Stöckle U, Freude T. First mid-term results after cancellous allograft vitalized with autologous bone marrow for infected femoral non-union. *Wien Klin Wochenschr.* 2016;128:827-836. doi:10.1007/s00508-015-0797-4.
- Scholz AO, Gehrmann S, Glombitza M, Kaufmann RA, Bostelmann R, Flohe S, et al. Reconstruction of septic diaphyseal bone defects with the induced membrane technique. *Injury.* 2015;46:S121-S124. doi:10.1016/S0020-1383(15)30030-9.
- Olesen UK, Eckardt H, Bosemark P, Paulsen AW, Dahl B, Hede A. The Masquelet technique of induced membrane for healing of bone defects. A review of 8 cases. *Injury.* 2015;46:S44-S47. doi:10.1016/S0020-1383(15)30054-1.
- El-Alfy BS, Ali AM. Management of segmental skeletal defects by the induced membrane technique. *Indian J Orthop.* 2015;49:643-648. doi:10.4103/0019-5413.168757.
- Canavese F, Corradin M, Khan A, Mansour M, Rousset M, Samba A. Successful treatment of chronic osteomyelitis in children with debridement, antibiotic-laden cement spacer and bone graft substitute. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017;27:221-228. doi:10.1007/s00509-016-1859-7.
- Davis JA, Choo A, O'Connor DP, Brinker MR. Treatment of infected forearm nonunions with large complete segmental defects using bulk allograft and intramedullary fixation. *J Hand Surg.* 2016;41:881-887. doi:10.1016/j.jhsa.2016.05.021.
- Giannoudis P V, Harwood PJ, Tosounidis T, Kanakaris NK. Restoration of long bone defects treated with the induced membrane technique: protocol and outcomes. *Injury.* 2016;47:S53-S61. doi:10.1016/S0020-1383(16)30840-3.
- Pollon T, Reina N, Delclaux S, Bonneville P, Mansat P, Bonneville N. Persistent non-union of the humeral shaft treated by plating and autologous bone grafting. *Int Orthop.* 2017;41:367-373. doi:10.1007/s00264-016-3267-3.
- Gupta G, Ahmad S, Zahid M, Khan AH, Sherwani MK, Khan AQ. Management of traumatic tibial diaphyseal bone defect by "induced-membrane technique." *Indian J Orthop.* 2016;50:290-296. doi:10.4103/0019-5413.181780.
- Wang X, Luo F, Huang K, Xie Z. Induced membrane technique for the treatment of bone defects due to post-traumatic osteomyelitis. *Bone Joint Res.* 2016;5:101-105. doi:10.1302/2046-3758.53.2000487.
- Mühlhäusser J, Winkler J, Babst R, Beeres FJP. Infected tibia defect fractures treated with the Masquelet technique. *Med U S.* 2017;96:1-7. doi:10.1097/MD.0000000000006948.
- Ryzewicz M, Morgan SJ, Linford E, Thwing JJ, de Resende GVP, Smith WR. Central bone grafting for nonunion of fractures of the tibia: a retrospective series. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91-B:522-529. doi:10.1302/0301-620X.91B4.21399.

### 3.5. TRATAMIENTO: MANEJO DEL IMPLANTE

Autor: J. Tracy Watson

#### PREGUNTA 1: ¿Cuándo se debe extraer el *hardware* cuando se trata la infección del sitio quirúrgico (ISQ) en un traumatismo ortopédico?

**RECOMENDACIÓN:** La decisión de retener o eliminar las diferencias de hardware según el escenario clínico debe tener en cuenta el alcance de la infección y la estabilidad del hardware y la fractura. Se requiere un enfoque metódico que aborde el patógeno, los factores del hospedador y las deficiencias óseas y de tejidos blandos, e incluye el desbridamiento minucioso, el manejo del espacio muerto y la reconstrucción de tejidos blandos y óseos utilizando los principios establecidos de la escala de reconstrucción.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%; en desacuerdo: 0%; abstención: 5% (consenso unánime y más fuerte).

#### JUSTIFICACIÓN

##### Infección aguda o subaguda con implante y fijación estable

Cuando se trata de infecciones relacionadas con implantes ortopédicos, la recomendación más común de los consultores no quirúrgicos es eliminar todos los implantes, obtener cultivos profundos y administrar antibióticos. Desafortunadamente esto es solo parcialmente correcto. Los cultivos son útiles, y los antibióticos son esenciales, pero la eliminación de un implante estable y funcional en el contexto de una fractura con infección aguda generalmente debe ser retenido. Aunque es bien sabido que la presencia de superficies de material inanimado aumenta el riesgo de infección, disminuye el inóculo necesario para causar la infección y reduce las posibilidades de un tratamiento exitoso, la larga experiencia clínica ha demostrado que la estabilidad del esqueleto reduce la tasa de infección [2,3]. Esta reducción está respaldada por los resultados de estudios en animales [4,5]. El mecanismo por el cual la inestabilidad promueve la infección no está claro, pero puede tener que ver con la interferencia con la revascularización de los tejidos lesionados, el daño tisular en curso, el comportamiento del flujo de fluidos alterado localmente o el aumento del microespacio. Aunque la inestabilidad parece interferir con la resolución de la infección, la presencia de la infección no necesariamente prohíbe la curación ósea. Una estrategia lógica es mantener una fijación interna estable, lo que facilitará la unión, y planear la eliminación del implante más adelante si la infección persiste después de que el hueso se haya curado.

Para el tratamiento de fracturas con infección aguda, Berkes *et al.* informaron una tasa de unión por fractura y resolución de la infección utilizando un protocolo estandarizado de desbridamiento quirúrgico, retención de implante de fractura estable y antibióticos intravenosos específicos del cultivo. Los factores que predijeron el fracaso del tratamiento incluyeron que la lesión era una fractura abierta ( $p = 0,03$ ), la presencia de un clavo endomedular ( $p = 0,01$ ), una alta asociación con el hábito de fumar y cualquier infección con especies de *Pseudomonas* u otros organismos gramnegativos [6].

Otros autores también han identificado factores que contribuyen al rescate exitoso de fracturas con infección aguda. Estos incluyen mantener el implante estable y el tiempo de la cirugía en menos de dos semanas hasta el diagnóstico de infección [7].

Otro factor para el rescate exitoso es la capacidad de lograr un desbridamiento completo del constructo de fractura. Si existe una acumulación de pus alrededor de un implante o debajo de un colgajo o una incisión, debe drenarse por completo. Las incisiones hechas para irrigación y desbridamiento de infecciones rara vez deben ce-

rrarse y colocarse con cuidado para evitar la exposición del implante, huesos, tendones o estructuras neurovasculares. Si se exponen inevitablemente, se debe considerar la cobertura de la herida con un colgajo. La capacidad de lograr un cierre competente de la herida es otro predictor de un rescate exitoso. Los sistemas de vacío (VAC-Kinetic Concepts, Inc.) se puede usar temporalmente a corto plazo mientras se espera una cobertura definitiva.

Como se mencionó anteriormente, el tratamiento con antibióticos específicos para el cultivo debe ser estándar cuando se tratan fracturas estables con infección aguda. Además, debe considerarse la posibilidad de agregar rifampicina a las infecciones estafilocócicas probadas en cultivos. Un ensayo controlado aleatorio para evaluar la utilidad de agregar rifampicina a la infección estafilocócica asociada con implantes ortopédicos estables demostró una tasa de curación del 100% en el grupo tratado con ciprofloxacino-rifampicina en comparación con la tasa de curación del 58% en el grupo que recibió ciprofloxacino-placebo [8]. Todos los pacientes se sometieron a un desbridamiento inicial seguido de un tratamiento antibiótico intravenoso de dos semanas de duración de flucloxacilina o vancomicina con rifampicina o placebo. La terapia a largo plazo fue ciprofloxacino-rifampicina o ciprofloxacino-placebo.

En un estudio realizado por Rightmire, *et al.* [9] se revisaron los resultados en pacientes con infecciones agudas después de la reparación de fracturas tratadas con implante retenido. Evaluaron la efectividad de la irrigación, el desbridamiento y la supresión con antibióticos en el contexto de implante retenido. Un resultado exitoso fue definido como un paciente que obtiene una unión por fractura con el implante original instalado. Se definió una falla como un paciente que requería la extracción del implante antes de la unión de la fractura [9]. Solo hubo un 68% de éxito con un promedio de 120 días hasta la curación de la fractura, y el 36% de estos pacientes presentaron reinfección. La mayoría de las fracturas infectadas que fracasaron en el desbridamiento y los antibióticos con implante retenido fallaron en tres meses.

Es importante tener en cuenta toda la información a la hora de decidir retener o eliminar el implante en el tratamiento de estas infecciones, incluidas las características específicas de la fractura, el tipo de fijación, la virulencia del patógeno y la fisiología y función del paciente.

##### Infección aguda o subaguda con fractura inestable, fijación y/o implante

La presencia de un movimiento excesivo, el desplazamiento del implante en las radiografías o la visualización de las radiolucencias alre-

dedor de tornillos, varillas o clavijas de fijación denota una situación inestable. Esta inestabilidad compromete la capacidad de superar la infección y de curar la fractura. Las bacterias que se encuentran en superficies como los dispositivos de fijación metálica o el hueso muerto se vuelven resistentes a la acción de los antibióticos a través de la producción de biofilm. En caso de implante inestable o mala alineación de la fractura, este debe ser eliminado. Los estudios en animales con un modelo de fractura infectada documentan los efectos perjudiciales de la inestabilidad de la fractura. Las tasas de infección a las dos semanas posteriores a la infección fueron más bajas en las fracturas internas fijas con una fijación estable en comparación con las fracturas inestables con clavos sueltos. La estabilidad disminuye la incidencia de infección por *S. aureus* y otros organismos grampositivos. Sin embargo, era menos probable que las infecciones gramnegativas se suprimieran con éxito en el grupo internamente fijo y la infección solo se podía erradicar si se eliminaba el implante [5].

Friedrich *et al.* se encontraron hallazgos similares en fracturas infectadas con implante retenido [4] y la infección se desarrolló en el 45% de las fracturas inestables. Sin embargo, la infección NO ocurrió después de la fijación rígida. Con la fijación rígida, no se observaron diferencias significativas en el momento de la unión ósea entre las fracturas infectadas y las no infectadas. Es importante tener en cuenta que la inestabilidad de la fractura, en particular con la pérdida de fijación, también puede ser un escenario clínico confuso, que demuestra una infección más generalizada que previene la formación de callos y conduce a la pérdida ósea y pérdida de fijación.

## Osteomielitis crónica

### Desbridamiento

La infección crónica después de una lesión es en gran parte una enfermedad quirúrgica y rara vez se trata con éxito solo con antibióticos. El desbridamiento quirúrgico debe ser realizado por cirujanos experimentados que utilicen técnicas particulares que se adhieran a los principios establecidos, muchos descritos originalmente por Cierny [10-14]. Si la infección persiste después de la unión de la fractura, deben retirarse los implantes y desbridarse el hueso avascular y el tejido blando. En general, se deben usar incisiones previas y se debe extraer todo el tejido blando necrótico [10-14]. En el caso de estructuras importantes para funcionar y con viabilidad cuestionable (tendones y ligamentos), se puede adoptar un enfoque por etapas. Se debe tener cuidado de no despojar el periostio viable del hueso. Se debe extraer el hueso esclerótico o secuestrado hasta que todo el hueso restante se vea sano y sangre bien. Una fresa de alta velocidad es una forma suave de eliminar el hueso infectado con necrosis [10-14].

### Suministro local de antibióticos

Para preparar defectos para el injerto o la cobertura después del desbridamiento, a menudo se colocan esferas, barras o bloques de polimetilmetacrilato (PMMA) impregnados con antibióticos para administrar una alta concentración de antibióticos a nivel local, mientras se evita la toxicidad sistémica. El antibiótico eluye del PMMA por la difusión de la superficie. Aunque la mayoría del antibiótico eluye en

las primeras 24 horas, los niveles terapéuticos de los medicamentos se han detectado en algunos casos hasta por 90 días. Las concentraciones de tejido pueden ser más altas y persistir más tiempo que las observadas en experimentos de elución. Aunque muchos cirujanos creen que las bolitas de antibióticos utilizadas para tratar la osteomielitis deben eliminarse, un estudio retrospectivo sugirió que se obtuvieron mejores resultados al dejar las bolitas in situ [14].

Después de retirar una barra intramedular, la colocación de bolas de antibióticos no ofrece soporte mecánico. Las esferas dentro del canal intramedular deben eliminarse en un plazo de 10 a 14 días o la eliminación posterior puede ser extremadamente difícil [15,16]. Las varillas de cemento antibiótico se pueden fabricar a medida en el momento de la cirugía utilizando diversos tubos torácicos como moldes [16]. Después de un desbridamiento medular minucioso del canal, la barra antibiótica se inserta y proporciona cierta estabilidad mecánica. Si son necesarios desbridamientos adicionales, se intercambia la barra de antibiótico. En el momento del cierre definitivo, la barra de antibiótico se deja intacta en el canal y la herida se cierra directamente sobre él. Después de un intervalo de seis a ocho semanas, la varilla se puede extraer y se puede realizar una reconstrucción ósea.

## REFERENCIAS

- [1] Lowenberg DW, Watson JT, Levin LS. Advances in the understanding and treatment of musculoskeletal infections. *Instr Course Lect.* 2015;64:37-49.
- [2] Strauss EJ, Petrucelli G, Bong M, Koval KJ, Egol KA. Blisters associated with lower-extremity fracture: results of a prospective treatment protocol. *J Orthop Trauma.* 2006;20:618-622. doi:10.1097/01.bot.0000249420.30736.91.
- [3] Mader J, Cripps M, Calhoun J. Adult posttraumatic osteomyelitis of the tibia. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;360:14-21.
- [4] Friedrich B, Klaue P. Mechanical stability and post traumatic osteitis: an experimental evaluation of the relation between infection of bone and internal fixation. *Injury.* 1977;9:23-29.
- [5] Merritt K, Dowd JD. Role of internal fixation in infection of open fractures: studies with *Staphylococcus aureus* and *Proteus mirabilis*. *J Orthop Res.* 1987;5:23-28. doi:10.1002/jor.1100050105.
- [6] Berkes M, Obremskey WT, Scannell B, Ellington JK, Hymes RA, Bosse M. Maintenance of hardware after early postoperative infection following fracture internal fixation. *J Bone Joint Surg Ser A.* 2010;92:823-828. doi:10.2106/JBJS.I.00470.
- [7] Steve WNU, Wei FC, Sliih CH. Management of femoral diaphyseal infected nonunion with antibiotic beads local therapy, external skeletal fixation, and staged bone grafting. *J. Trauma.* 1999;97:103. doi:10.1097/00005373-199901000-00016.
- [8] Zimmerli W, Widmer AF BM. Role of Rifampin for treatment of orthopedic implant - related Staphylococcal infections a randomized controlled trial. *JAMA.* 1998;279:1537-1541.
- [9] Rightmire E, Zurakowski D, Vrahas M. Acute infections after fracture repair: management with hardware in place. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:466-472. doi:10.1007/s11999-007-0053-y.
- [10] Tetsworth K, Cierny G. Osteomyelitis debridement techniques. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;87-96.
- [11] Heitmann C, Patzakis MJ, Tetsworth KD, Levin LS. Musculoskeletal sepsis: principles of treatment. *Instr Course Lect.* 2003; 52:733-743.
- [12] Cierny G. Chronic osteomyelitis: results of treatment. *Instr Course Lect.* 1990;39:495-508.
- [13] Cierny G. Infected tibial nonunions (1981-1995). The evolution of change. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;97-105.
- [14] Henry SL, Hood G a, Seligson D. Long-term implantation of gentamicin-poly-methylmethacrylate antibiotic beads. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;47-53.
- [15] Patzakis M. Management of acute and chronic osteomyelitis. *Oper Orthop.* 1993; 3533-3560.
- [16] Paley D, Herzenberg JE. Intramedullary infections treated with antibiotic cement rods: preliminary results in nine cases. *J Orthop Trauma.* 2002;16:723-729. doi:10.1097/0000531-200211000-00007.



## PREGUNTA 2: ¿Qué tratamiento quirúrgico (placa, clavo o fijador externo) para las fracturas abiertas del eje tibial produce una tasa de infección más baja?

**RECOMENDACIÓN:** Existe poca diferencia en cuanto a las tasas de infección para los tipos I - II de Gustilo-Anderson tratados por un fijador externo circular, un clavo endomedular no escariado o un clavo endomedular escariado. Para las fracturas de Gustilo-Anderson IIIA-B, la fijación externa circular parece proporcionar las tasas de infección más bajas en comparación con todos los otros métodos de fijación.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

Se realizó una revisión sistemática de todos los artículos en inglés sobre las tasas de infección después del tratamiento de las fracturas abiertas del eje tibial. La búsqueda bibliográfica incluyó Google Scholar y las bases de datos Medline, Embase y Cochrane. Los términos de búsqueda incluyeron tibia abierta, fractura de tibia y diáfisis tibial con los términos booleanos "AND" y "OR". Se revisaron todos los resúmenes y se obtuvieron los artículos completos de todos los artículos potencialmente adecuados. Se excluyeron los artículos de revisión y aquellos que incluían fracturas abiertas periarticulares y fracturas pediátricas. Un total de 54 artículos fueron excluidos para su revisión. La información sobre los tipos de

Gustilo-Anderson y las tasas de infección se extrajeron de todos los artículos incluidos (**Tabla 1**).

El análisis estadístico reveló que en todos los tipos de Gustilo-Anderson, la fijación externa circular y el enclavado endomedular tienen tasas de infección significativamente más bajas en comparación con la fijación de la placa o la fijación externa monolateral. En todos los tipos, hay una diferencia mínima o nula entre la fijación externa circular y el enclavado endomedular no escariado o el enclavado endomedular escariado (**Tabla 2**). Cuando las lesiones tipo IIIB de Gustilo-Anderson están aisladas, la fijación externa circular parece tener un riesgo significativamente menor

**TABLA 1. Resumen de las tasas de infección con diferentes métodos de fijación de renta de la revisión de la literatura**

Tipo de fijación	Tipo de FX	Casos (n)	Casos infectados (n)	Casos infectados (%)
Placa [1-4]	GA I	49	3	6,1
	GA II	80	7	8,8
	GA IIIA	36	9	25,0
	GA IIIB	34	5	14,7
Fijación externa monolateral [1,3-19]	GA I	9	0	0,0
	GA II	76	2	2,6
	GA IIIA	373	41	11,0
	GA IIIB	238	50	21,0
Fijación externa circular [17,18,20-28]	GA I	10	0	0,0
	GA II	63	0	0,0
	GA IIIA	145	3	2,1
	GA IIIB	198	6	3,0
Clavo no fresado [1,4,5,7,9-13,16,19,29-51]	GA I	533	6	1,1
	GA II	734	19	2,6
	GA IIIA	554	32	5,8
	GA IIIB	558	102	18,3
Clavo fresado [6,18,21,32,33,38,40,41,48,52-54]	GA I	401	6	1,5
	GA II	493	15	3,0
	GA IIIA	230	5	2,2
	GA IIIB	240	40	16,7

**TABLA 2. Diferencias entre la tasa de infección (TIR) entre todos los tipos de tratamiento para todos los tipos de GA (I, II, IIIA y IIIB)**

Tratamiento	IRR	IC 95%	Valor de la p
Fijación circular	Referencia		
Placa	5,57	2,73-11,38	< 0,001
Fijador monolateral	6,17	3,12-12,23	< 0,001
Clavo no fresado	3,10	1,03-9,25	0,044
Clavo fresado	2,24	0,73-6,89	0,161

**TABLA 3. Diferencias en la relación de la tasa de infección (TIR) entre todos los tipos de tratamiento para los tipos I, II y IIIA de GA**

Tratamiento	IRR	IC 95%	Valor de la p
Fijación circular	Referencia		
Placa	8,34	2,78-25,23	< 0,001
Fijador monolateral	6,82	2,57-18,12	< 0,001
Clavo no fresado	2,27	0,74-6,96	0,044
Clavo fresado	1,68	0,63-4,47	0,161

**TABLA 4. Análisis de Chi cuadrado de las tasas de infección de los fijadores de clavos fresados y sin fresar frente a las fracturas abiertas de Tipo IIIB**

Tratamiento	OR	IC 95%	Valor de la p
Fijación circular	Referencia		
Clavo no fresado	6,40	2,65-15,44	< 0,001
Clavo fresado	7,19	3,09-16,59	< 0,001

de riesgo de infección en comparación con la fijación intramedular del clavo fresado y no fresado (Tablas 3 y 4).

En conclusión, de la bibliografía disponible en inglés sobre las tasas de infección por fracturas abiertas del eje tibial tratadas con diversos métodos de fijación diferentes, la fijación de la placa y la fijación externa monolateral tienen tasas de infección significativamente más altas en comparación con la fijación externa circular o el enclavado endomedular. Parece que no hay mucha diferencia para los tipos I - IIIA de Gustilo-Anderson tratados con un fijador externo circular, un clavo intramedular no fresado o un clavo intramedular fresado. Para las fracturas tipo IIIB de Gustilo-Anderson, la fijación externa circular parece proporcionar las tasas de infección más bajas en comparación con todos los otros métodos de fijación.

## REFERENCIAS

- [1] Gopal S, Majumder S, Batchelor AG, Knight SL, De Boer P, Smith RM. Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:959-966.
- [2] Clifford RP, Beauchamp CG, Kellam JF, Webb JK, Tile M. Plate fixation of open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70:644-648.
- [3] Bach AW, Hansen ST. Plates versus external fixation in severe open tibial shaft fractures. A randomized trial. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;89-94.
- [4] Bilat C, Leutenegger A, Rüedi T. Osteosynthesis of 245 tibial shaft fractures: early and late complications. *Injury.* 1994;25:349-358.
- [5] Henley MB, Chapman JR, Agel J, Harvey EJ, Whorton AM, Swiontkowski MF. Treatment of type II, IIIA, and IIIB open fractures of the tibial shaft: a prospective comparison of unreamed interlocking intramedullary nails and half-pin external fixators. *J Orthop Trauma.* 1998;12:1-7.
- [6] Shannon FJ, Mullett H, O'Rourke K. Unreamed intramedullary nail versus external fixation in grade III open tibial fractures. *J Trauma.* 2002;52:650-654.
- [7] Inan M, Halici M, Ayan I, Tuncel M, Karaoglu S. Treatment of type IIIA open fractures of tibial shaft with Ilizarov external fixator versus unreamed tibial nailing. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127:617-623. doi:10.1007/s00402-007-0332-9.
- [8] Hutson JJ, Dayicioglu D, Oeltjen JC, Panthaki ZJ, Armstrong MB. The treatment of gustilo grade IIIB tibia fractures with application of antibiotic spacer, flap, and sequential distraction osteogenesis. *Ann Plast Surg.* 2010;64:541-552. doi:10.1097/SAP.0b013e3181c9f9b5.
- [9] Alberts KA, Loochagen G, Einarsdottir H. Open tibial fractures: faster union after unreamed nailing than external fixation. *Injury.* 1999;30:519-523.
- [10] Tornetta P, Bergman M, Watnik N, Berkowitz G, Steyer J. Treatment of grade-IIIb open tibial fractures. A prospective randomised comparison of external fixation and non-reamed locked nailing. *J Bone Joint Surg Br.* 1994;76:13-19.
- [11] Holbrook JL, Swiontkowski MF, Sanders R. Treatment of open fractures of the tibial shaft: Ender nailing versus external fixation. A randomized, prospective comparison. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:1231-1238.
- [12] Mohseni MA, Soleimanpour J, Mohammadpour H, Shahsavari A. AO tubular external fixation vs. unreamed intramedullary nailing in open grade

- IIIA-IIIB tibial shaft fractures: a single-center randomized clinical trial. *Pak J Biol Sci.* 2011;14:490-495.
- [13] Tu YK, Lin CH, Su JJ, Hsu DT, Chen RJ. Unreamed interlocking nail versus external fixator for open type III tibia fractures. *J Trauma.* 1995;39:361-367.
- [14] Court-Brown CM, Wheelwright EF, Christie J, McQueen MM. External fixation for type III open tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72:801-804.
- [15] Edwards CC, Simmons SC, Browner BD, Weigel MC. Severe open tibial fractures. Results treating 202 injuries with external fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;98-115.
- [16] Webb LX, Bosse MJ, Castillo RC, MacKenzie EJ, LEAP Study Group. Analysis of surgeon-controlled variables in the treatment of limb-threatening type-III open tibial diaphyseal fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:923-928. doi:10.2106/JBJS.F.00776.
- [17] Esmaeilnejad Ganji SM, Bahrami M, Joukar F. Ilizarov versus AO external fixator for the treatment of tibia open fractures. *Iran Red Crescent Med J.* 2011;13:868-872.
- [18] Naique SB, Pearce M, Nanchahal J. Management of severe open tibial fractures: the need for combined orthopaedic and plastic surgical treatment in specialist centres. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:351-357. doi:10.1302/0301-620X.88B3.17120.
- [19] Schandelmaier P, Krettek C, Rudolf J, Kohl A, Katz BE, Tscherner H. Superior results of tibial rodding versus external fixation in grade 3B fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;164-172.
- [20] Wani N, Baba A, Kangoo K, Mir M. Role of early Ilizarov ring fixator in the definitive management of type II, IIIA and IIIB open tibial shaft fractures. *Int Orthop.* 2011;35:915-923. doi:10.1007/s00264-010-1023-7.
- [21] Ramos T, Eriksson BI, Karlsson J, Nistor L. Ilizarov external fixation or locked intramedullary nailing in diaphyseal tibial fractures: a randomized, prospective study of 58 consecutive patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134:793-802. doi:10.1007/s00402-014-1970-3.
- [22] Keeling JJ, Gwinn DE, Tintle SM, Andersen RC, McGuigan FX. Short-term outcomes of severe open wartime tibial fractures treated with ring external fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:2643-2651. doi:10.2106/JBJS.G.01326.
- [23] Nieuwoudt L, Ferreira N, Marais L. Short-term results of grade III open tibia fractures treated with circular fixators. *SA Orthop J.* 2016;15. doi:10.17159/2309-8309/2016/v15n3a2.
- [24] Dickson DR, Moulder E, Hadland Y, Giannoudis PV, Sharma HK. Grade 3 open tibial shaft fractures treated with a circular frame, functional outcome and systematic review of literature. *Injury.* 2015;46:751-758. doi:10.1016/j.injury.2015.01.025.
- [25] Kumar P, Singh GK, Bajracharya S. Treatment of grade IIIB opens tibial fracture by Ilizarov hybrid external fixator. *Kathmandu Univ Med J.* 2007;5:177-180.
- [26] Hosny G, Fadel M. Ilizarov external fixator for open fractures of the tibial shaft. *Int Orthop.* 2003;27:303-306. doi:10.1007/s00264-003-0476-3.
- [27] Foster P a. L, Barton SB, Jones SCE, Morrison RJM, Britten S. The treatment of complex tibial shaft fractures by the Ilizarov method. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94:1678-1683. doi:10.1302/0301-620X.94B12.29266.
- [28] Sen C, Kocaoglu M, Eralp L, Gulsen M, Cinar M. Bifocal compression-distraction in the acute treatment of grade III open tibia fractures with bone and soft-tissue loss: a report of 24 cases. *J Orthop Trauma.* 2004;18:150-157.
- [29] Bonatus T, Olson SA, Lee S, Chapman MW. Nonreamed locking intramedullary nailing for open fractures of the tibia. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;358-64.
- [30] Tielinen L, Lindahl JE, Tukiainen EJ. Acute unreamed intramedullary nailing and soft tissue reconstruction with muscle flaps for the treatment of severe open tibial shaft fractures. *Injury.* 2007;38:906-912. doi:10.1016/j.injury.2007.02.052.
- [31] Sanders R, Jersinovich I, Anglen J, DiPasquale T, Herscovici D. The treatment of open tibial shaft fractures using an interlocked intramedullary nail without reaming. *J Orthop Trauma.* 1994;8:504-510.
- [32] Papakostidis C, Kanakaris NK, Pretel J, Faour O, Morell DJ, Giannoudis PV. Prevalence of complications of open tibial shaft fractures stratified as per the Gustilo-Anderson classification. *Injury.* 2011;42:1408-1415. doi:10.1016/j.injury.2011.10.015.
- [33] Finkemeier CG, Schmidt AH, Kyle RF, Templeman DC, Varecka TF. A prospective, randomized study of intramedullary nails inserted with and without reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. *J Orthop Trauma.* 2000;14:187-193.
- [34] Kakar S, Tornetta P. Open fractures of the tibia treated by immediate intramedullary tibial nail insertion without reaming: a prospective study. *J Orthop Trauma.* 2007;21:153-157. doi:10.1097/BOT.0b013e3180336923.
- [35] Joshi D, Ahmed A, Krishna L, Lal Y. Unreamed interlocking nailing in open fractures of tibia. *J Orthop Surg Hong Kong.* 2004;12:216-221. doi:10.1177/230949900401200215.
- [36] Kulshrestha V. Incidence of infection after early intramedullary nailing of open tibial shaft fractures stabilized with pinless external fixators. *Indian J Orthop.* 2008;42:401-409. doi:10.4103/0019-5413.43382.
- [37] Gaebler C, Berger U, Schandelmaier P, Greitbauer M, Schauwecker HH, Applegate B, et al. Rates and odds ratios for complications in closed and open tibial fractures treated with unreamed, small diameter tibial nails: a multicenter analysis of 467 cases. *J Orthop Trauma.* 2001;15:415-423.
- [38] Keating JF, O'Brien PJ, Blachut PA, Meek RN, Broekhuysen HM. Locking intramedullary nailing with and without reaming for open fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:334-341.
- [39] Whittle AP, Russell TA, Taylor JC, Lavelle DG. Treatment of open fractures of the tibial shaft with the use of interlocking nailing without reaming. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:1162-1171.
- [40] Oh CW, Park BC, Ihn JC, Park HJ. Primary unreamed intramedullary nailing for open fractures of the tibia. *Int Orthop.* 2001;24:338-341.
- [41] Ziran BH, Darowish M, Klatt BA, Agudelo JF, Smith WR. Intramedullary nailing in open tibia fractures: a comparison of two techniques. *Int Orthop.* 2004;28:235-238. doi:10.1007/s00264-004-0567-9.
- [42] Bone LB, Kassman S, Stegemann P, France J. Prospective study of union rate of open tibial fractures treated with locked, unreamed intramedullary nails. *J Orthop Trauma.* 1994;8:45-49.
- [43] Shepherd LE, Costigan WM, Gardocki RJ, Ghiassi AD, Patzakis MJ, Stevanovic MV. Local or free muscle flaps and unreamed interlocked nails for open tibial fractures. *Clin Orthop.* 1998;90-96.
- [44] Darder-García A, Darder-Prats A, Gomar-Sancho F. Nonreamed flexible locked intramedullary nailing in tibial open fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;97-104.
- [45] Stegemann P, Lorio M, Soriano R, Bone L. Management protocol for unreamed interlocking tibial nails for open tibial fractures. *J Orthop Trauma.* 1995;9:117-120.
- [46] Cole JD, Ansel LJ, Schwartzberg R. A sequential protocol for management of severe open tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;84-103.
- [47] Singer RW, Kellam JF. Open tibial diaphyseal fractures. Results of unreamed locked intramedullary nailing. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;114-118.
- [48] SPRINT Investigators, Bhandari M, Guyatt G, Tornetta P, Schemitsch E, Swiontkowski M, et al. Study to prospectively evaluate reamed intramedullary nails in patients with tibial fractures (S.P.R.I.N.T.): study rationale and design. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:91. doi:10.1186/1471-2474-9-91.
- [49] Fischer MD, Gustilo RB, Varecka TF. The timing of flap coverage, bone-grafting, and intramedullary nailing in patients who have a fracture of the tibial shaft with extensive soft-tissue injury. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:1316-1322.
- [50] Kaltenecker G, Wruhs O, Quaiçoe S. Lower infection rate after interlocking nailing in open fractures of femur and tibia. *J Trauma.* 1990;30:474-479.
- [51] McGraw JM, Lim EV. Treatment of open tibial-shaft fractures. External fixation and secondary intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:900-911.
- [52] Djahangiri A, Garofalo R, Chevalley F, Leyvraz P-F, Wettstein M, Borens O, et al. Closed and open grade I and II tibial shaft fractures treated by reamed intramedullary nailing. *Med Princ Pract.* 2006;15:293-298. doi:10.1159/000092993.
- [53] Dunbar RP, Nork SE, Barei DP, Mills WJ. Provisional plating of Type III open tibia fractures prior to intramedullary nailing. *J Orthop Trauma.* 2005;19:412-414.
- [54] Oh CW, Bae SY, Jung DY, Oh JK. Treatment of open tibial shaft fractures using tightly fitted interlocking nailing. *Int Orthop.* 2006;30:333-337. doi:10.1007/s00264-006-0093-z.



**Autores:** Mark F. Swiontkowski, Alexander J. Shope

### **PREGUNTA 3:** ¿Al realizar el enclavado endomedular (EEM), ¿cuál es la evidencia con respecto al escariado versus el no escariado y la asociación con la infección?

**RECOMENDACIÓN:** Sobre la base de la evidencia actual, no hay diferencia en las tasas de infección después de la fijación con EEM de fracturas de huesos largos con una técnica de fresado o no fresado.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

#### **JUSTIFICACIÓN**

El uso de una técnica de enclavado endomedular (EEM) se ha convertido en el estándar aceptado para tratar las fracturas de huesos largos. Las fracturas tibiales son el tipo más común de fractura de hueso largo encontrado y, por lo tanto, son las más estudiadas en la literatura actual [1,2]. La evidencia ha apoyado que el EEM es superior a la fijación externa con respecto a los resultados del paciente [3-5]; sin embargo, no ha habido un consenso con respecto a la técnica de EEM fresado versus no fresado.

Clásicamente, los argumentos en contra del uso del fresado apuntan al riesgo de embolización grasa de la médula generada por el aumento de la presión intramedular creada durante la técnica y el desarrollo del síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) [6,7]. Además, las fracturas óseas largas son a menudo el resultado de lesiones de alta energía y se acompañan con grados variables de daño perióstico [4]. Este daño inherente al tejido blando puede predisponer a los pacientes a complicaciones, como infecciones, especialmente en fracturas abiertas. Además del compromiso de los tejidos blandos secundario al traumatismo, también se ha demostrado que el fresado interrumpe el flujo sanguíneo endóstico y causa necrosis térmica del hueso [4, 7]. Se cree que esto tiene el potencial de aumentar aún más el riesgo de infección debido a un insulto adicional al tejido blando [4]. Para evitar tales efectos adversos y complicaciones, se desarrolló una técnica de EEM no fresado.

A pesar de los resultados adversos descritos del fresado, la literatura actual no ha demostrado de manera convincente una asociación entre el fresado y las tasas de infección. Finkemeier *et al.* realizó un estudio prospectivo, aleatorizado, en el que se analizaron 94 pacientes con fracturas tibiales abiertas y abiertas tratadas con EEM fresados o no fresados [8]. No hubo diferencia estadísticamente significativa en la tasa de infección entre los dos grupos de estudio. Al comparar las tasas de infección de solo fracturas cerradas tratadas con técnicas de fresado y no fresado (4% vs. 4%,  $p = 0,945$ ), no se observó diferencia estadística [8]. Las fracturas abiertas tampoco tuvieron una diferencia significativa en las tasas de infección cuando se trataron con las técnicas estudiadas (5% de fresado contra 4% de no (procesado) fresado,  $p = 0,851$ ) [8]. Del mismo modo, Blachut *et al.* realizó un estudio prospectivo de 141 fracturas aleatorizadas en grupos fresados y no fresados y no encontró un aumento en la tasa de infección [9]. Ambos estudios señalaron que sus tamaños de muestra más pequeños podrían limitar la calidad de la evidencia que presentaron [8,9].

Un estudio más grande, prospectivo aleatorizado fue llevado a cabo por "Study to Prospectively Evaluate Reamed Intramedullary Nails in Patients with Tibial Fractures" (SPRINT, por sus siglas en inglés) [1]. Este estudio asignó al azar 1.319 fracturas del eje tibial en cohortes fresadas o no fresadas y no permitió que se produjeran reoperaciones por falta de unión antes de los seis meses para evaluar de manera efectiva los resultados de las técnicas [1]. Los resultados de su estudio encontraron una diferencia estadística en el riesgo relativo (RR) de un evento

primario cuando se usó una técnica de fresado en una fractura tibial cerrada (RR = 0,67 intervalo de confianza (IC), 0,47-0,96,  $p = 0,03$ ) [1]. El RR de una infección en una fractura cerrada, sin embargo, no fue estadísticamente significativo cuando se compararon los grupos fresados y no fresados (RR = 1,37, IC 0,48-3,93,  $p = 0,56$ ) [1]. Lo mismo se observó en las fracturas abiertas al comparar las tasas de infección de las dos técnicas (RR = 1,27, IC 0,67-2,40,  $p = 0,46$ ) [1]. El ensayo SPRINT no pudo extraer conclusiones sobre los riesgos de infecciones entre las técnicas de fresado y no fresado debido a la disparidad entre los grupos de estudio. Los autores del estudio señalaron que había un posible sesgo en su estudio, ya que sus cirujanos tenían más experiencia con la técnica de fresado [1]. Esto podría haber sesgado sus datos contra el grupo no escariado.

Una revisión sistemática y un metanálisis de un grupo combinado de 646 pacientes realizado por Bhandari *et al.* encontraron un RR de clavos intramedulares fresados frente a no fresados de 0,98 (IC 0,21-4,76,  $p = 0,86$ ) para la tasa de infección [10]. Hicieron notar las tendencias a favor del EEM fresado con fracturas cerradas y los EEM sin fresar en fracturas abiertas. Sin embargo, debido a la falta de significación en los resultados, no pudieron llegar a conclusiones definitivas sobre las tasas de infección entre las técnicas estudiadas [10]. Foote *et al.* realizó un metanálisis de red para analizar todas las opciones de tratamiento para las fracturas abiertas del eje tibial [2]. Al igual que Bhandari *et al.*, No pudieron encontrar una diferencia entre las técnicas de EEM fresados y no fresados (evidencia directa de no fresado vs. fresado odds ratio (OR) = 0,74, IC 0,45-1,24) [2].

Una tercera revisión sistemática tampoco pudo establecer una diferencia estadísticamente significativa entre las tasas de infección cuando se usó una técnica de fresado en lugar de una técnica no (escariada) fresado (RR = 1,19, IC 0,71-2,00) de los 1.545 pacientes incluidos en este análisis [11]. Es de notar que la revisión sistemática de Duan *et al.* estuvo fuertemente dominada por la inclusión del ensayo SPRINT, que contribuyó a la mayoría de los pacientes al análisis general y se citó como una posible debilidad de su estudio [11].

A pesar de la preocupación por el aumento de la tasa de infección cuando se utiliza una técnica de fresado para el EEM, la evidencia actual no ha podido dilucidar una diferencia entre los EEM fresados y no fresados en este sentido. Hay varios estudios que abordan el tema, sin embargo, los tamaños de muestra más pequeños en todos estos estudios evitan que uno saque una conclusión definitiva [8,9,11]. Además, la literatura actual se centra principalmente en los resultados, aparte de la infección. La naturaleza de alta energía de las fracturas tratadas con estas técnicas, así como la naturaleza abierta / cerrada de la lesión también pueden ser factores de confusión que limitan la capacidad de muchos autores para sacar conclusiones definitivas. Por lo tanto, no hay evidencia concluyente que vincule el fresado con mayores tasas de infección en comparación con las técnicas no fresadas.

## REFERENCIAS

- [1] Study to Prospectively Evaluate Reamed Intramedullary Nails in Patients with Tibial Fractures Investigators, Bhandari M, Guyatt G, Tornetta P, Schemitsch EH, Swiontkowski M, et al. Randomized trial of reamed and unreamed intramedullary nailing of tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:2567-2578. doi:10.2106/JBJS.G.01694.
- [2] Foote CJ, Guyatt GH, Vignesh KN, Mundi R, Chaudhry H, Heels-Ansdell D, et al. Which surgical treatment for open tibial shaft fractures results in the fewest reoperations? A network meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473:2179-2192. doi:10.1007/s11999-015-4224-y.
- [3] Li Y, Jiang X, Guo Q, Zhu L, Ye T, Chen A. Treatment of distal tibial shaft fractures by three different surgical methods: a randomized, prospective study. *Int Orthop.* 2014;38:1261-1267. doi:10.1007/s00264-014-2294-1.
- [4] Hofmann A, Dietz S-O, Pairo P, Rommens PM. The role of intramedullary nailing in treatment of open fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2015;41:39-47. doi:10.1007/s00068-014-0485-5.
- [5] Zhang F, Zhu Y, Li W, Chen W, Tian Y, Zhang Y. Unreamed intramedullary nailing is a better alternative than external fixator for Gustilo grade IIIB tibial fractures based on a meta-analysis. *Scand J Surg.* 2016;105:117-124. doi:10.1177/1457496915586649.
- [6] Bagheri F, Sharifi SR, Mirzadeh NR, Hootkani A, Ebrahimzadeh MH, Ashraf H. Clinical outcome of ream versus unream intramedullary nailing for femoral shaft fractures. *Iran Red Crescent Med J.* 2013;15:432-435. doi:10.5812/ircmj.4631.
- [7] Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonunion following intramedullary nailing of the femur with and without reaming. Results of a multicenter randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:2093-2096.
- [8] Finkemeier CG, Schmidt AH, Kyle RF, Templeman DC, Varecka TF. A prospective, randomized study of intramedullary nails inserted with and without reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. *J Orthop Trauma.* 2000;14:187-193.
- [9] Blachut PA, O'Brien PJ, Meek RN, Broekhuysse HM. Interlocking intramedullary nailing with and without reaming for the treatment of closed fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:640-646.
- [10] Bhandari M, Guyatt GH, Tong D, Adili A, Shaughnessy SG. Reamed versus nonreamed intramedullary nailing of lower extremity long bone fractures: a systematic overview and meta-analysis. *J Orthop Trauma.* 2000;14:2-9.
- [11] Duan X, Al-Qwbani M, Zeng Y, Zhang W, Xiang Z. Intramedullary nailing for tibial shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;1:CD008241. doi:10.1002/14651858.CD008241.pub2.

● ● ● ● ●  
Autores: Volker Alt, J. Tracy Watson

## PREGUNTA 4: ¿Son los clavos recubiertos con antibióticos (ACR por sus siglas en inglés) y las placas recubiertas con antibióticos (ACP por sus siglas en inglés) una alternativa aceptable a los espaciadores de cemento?

**RECOMENDACIÓN:** Los espaciadores de polimetilmetacrilato (AL-PMMA por sus siglas en inglés) cargados con antibióticos pueden considerarse un concepto de tratamiento establecido para el suministro local de antibióticos en la osteomielitis y las infecciones asociadas a implantes. Las ACR y las ACP también pueden ser valiosas en indicaciones específicas, principalmente pseudoartrosis infectadas, para abordar el suministro local de antibióticos y la fijación biomecánicamente estable del sitio de pseudoartrosis para permitir una posible consolidación ósea espontánea.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 91%; en desacuerdo: 5%; abstención: 4% (gran mayoría, consenso fuerte).

## JUSTIFICACIÓN

Las ACR biomecánicamente estables, como los clavos entrelazadas recubiertas con antibióticos, y las ACP tienen la ventaja de proporcionar adicionalmente una estabilidad biomecánica suficiente para permitir la cicatrización ósea en las no-uniones infectadas en comparación con el suministro de antibióticos solo por portadores de medicamentos biomecánicamente inestables. Solo hay unas pocas series de casos limitados disponibles sobre ACR biomecánicamente estables [1-4] y ACP con el estudio de Conway *et al.* siendo el más grande con 110 pacientes con ACR bloqueados que fueron analizados retrospectivamente [1]. Se podría lograr un buen resultado clínico general con una tasa global de recuperación de la extremidad del 95% (105/110 pacientes) en la pseudoartrosis infectada y la artrodesis infectada.

Para los ACP, solo hay un informe de un caso y una serie de casos con cuatro pacientes, todos los cuales mostraron curación de la fractura anteriormente infectada mediante el uso de los ACP [5,6].

## REFERENCIAS

- [1] Conway J, Mansour J, Kotze K, Specht S, Shabtai L. Antibiotic cement-coated rods: an effective treatment for infected long bones and prosthetic joint nonunions. *Bone Joint J* 2014;96-B:1349-1354. doi:10.1302/0301-620X.96B10.33799.
- [2] Riel RU, Gladden PB. A simple method for fashioning an antibiotic cement-coated interlocking intramedullary nail. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2010;39:18-21.
- [3] Selhi HS, Mahindra P, Yamin M, Jain D, De Long WG, Singh J. Outcome in patients with an infected nonunion of the long bones treated with a reinforced antibiotic bone cement rod. *J Orthop Trauma.* 2012;26:184-188. doi:10.1097/BOT.0b013e318225f77c.
- [4] Thonse R, Conway J. Antibiotic cement-coated interlocking nail for the treatment of infected nonunions and segmental bone defects. *J Orthop Trauma.* 2007;21:258-268. doi:10.1097/BOT.0b013e31803ea9e6.
- [5] Conway JD, Hlad LM, Bark SE. Antibiotic cement-coated plates for management of infected fractures. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2015;44:E49-E53.
- [6] Liporace FA, Yoon RS, Frank MA, Gaines RJ, Maurer JP, Polishchuk DL, et al. Use of an "antibiotic plate" for infected periprosthetic fracture in total hip arthroplasty. *J Orthop Trauma.* 2012;26:e18-e23. doi:10.1097/BOT.0b013e318216dd60.



**Autores:** Jorge Manrique, Francisco Reyes, Mustafa Citak, Carl Haasper, Charalampos Zalavras, Eduardo M. Suero, Gerson Amaris

## PREGUNTA 5: ¿Cuál es la composición ideal de los clavos intramedulares (EEM) impregnadas de antibióticos?

**RECOMENDACIÓN:** La composición ideal de los clavos intramedulares (EEM) impregnados con antibióticos es desconocida. El núcleo debe consistir en una estructura rígida, como un clavo endomedular de Ender, agujas roscadas Ilizarov, clavos endomedulares bloqueados, clavos de fibra de carbono o pasadores seccionados o alambres de guía. Recomendamos que se agreguen al menos 2 gramos de vancomicina y 2.4 gramos de un aminoglucósido a cada paquete (40 gramos) de cemento de polimetilmetacrilato. Si se aísla un microorganismo específico, se debe incluir un tratamiento antibiótico dirigido.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Consenso

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 86%; en desacuerdo: 9%; abstención: 5% (supermayoría, consenso fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

La infección después del EEM de fracturas de huesos largos es una complicación reconocida que puede ser difícil de tratar con éxito [1]. La incidencia es variable en función del grado de compromiso de los tejidos blandos y los huesos, que va del 1,8% en fracturas cerradas y fracturas abiertas de Gustilo tipo I hasta un 12,5% en fracturas abiertas de tipo IIIb [2]. Casi la mitad de estos son causados por múltiples organismos. Zych *et al.* [2] informaron que el 56% de estas infecciones fueron causadas por un solo organismo, predominantemente causadas por *Staphylococcus aureus* (50%) seguido de *Bacteroides fragilis* (3%) y *Streptococcus pyogenes* (3%). Los casos restantes fueron causados por una combinación de estos y *Enterobacter cloacae*, *Serratia marcescens*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. En todas las infecciones, *Staphylococcus aureus* estuvo presente en el 64% de los casos.

Los clavos endomedulares impregnados con cemento antibiótico (ACIMN por sus siglas en inglés) se han descrito como una opción de tratamiento para esta complicación. Estos están diseñados para proporcionar estabilidad mientras se administran antibióticos locales. Inicialmente descritos por Paley y Herzenberg en nueve casos, usaron un tubo torácico como molde y un alambre guía como núcleo, cubierto con cemento óseo cargado de antibióticos [3]. La estrategia de tratamiento con el uso de ACIMN se realiza generalmente en dos etapas. Un desbridamiento e implantación iniciales son seguidos por una eliminación posterior con o sin intercambio de implante definitivo [4-6].

La mayor disparidad entre los ACIMN es el elemento utilizado como núcleo. Los investigadores han reportado diferentes componentes, entre ellos los clavos endomedulares de Ender, las agujas roscadas Ilizarov, los clavos endomedulares bloqueados, los clavos de fibra de carbono entrelazados, los pasadores seccionados o los alambres de guía [7]. Los ACIMNs actúan como espaciadores de cemento cargados de antibióticos, similares a los utilizados en la artroplastia de intercambio en dos tiempos para el tratamiento de la infección de la articulación periprotésica, [8] con fractura temporal adicional o estabilización ósea [9]. En cuanto a la rigidez de la construcción, el diámetro del núcleo es el factor más importante. Es importante tener en cuenta que estos son significativamente más débiles que los clavos endomedulares convencionales dado el recubrimiento antibiótico. Por lo tanto, el balance entre el diámetro del núcleo y el diámetro planificado de ACIMN se debe calcular cuidadosamente. En un estudio mecánico realizado por Marmor *et al.* [10] Se evaluaron diferentes diámetros del núcleo. Una resistencia a la flexión de la varilla de cemento de 5,8 mm de diámetro fue superior, 4,96 ± 0,67 N/m<sup>2</sup>, que una base de 3 mm, 3,07 ± 0,28 N / m<sup>2</sup>, (p = 0,0039).

El segundo factor importante es el grosor del manto de cemento, que actualmente se desconoce debido a las diferentes variables de la composición del cemento. Vaishya *et al.* [11] sugiere un grosor del manto de cemento de 2 a 3 mm sin evidencia clara que respalde esta afirmación. La reducción en el volumen de revestimiento de cemento plantea preocupaciones con respecto a la efectividad de la administración de antibióticos. Sin embargo, se ha demostrado que las propiedades de elución de los antibióticos impregnados dependen del área de la superficie y la porosidad de la mezcla, no del espesor. En un estudio de Karek *et al.* [12], demostraron que un manto delgado potencialmente permitiría para mayor elución de antibióticos causada posiblemente por el resultado de una reacción exotérmica más fría. Se han descrito diferentes técnicas de fabricación de ACIMN [3,7,13]. El uso de un molde y la fabricación manual ha sido común durante las últimas dos décadas. Estos tienen diferentes ventajas y desventajas, tales como la velocidad de fabricación y la morfología del implante. Los moldes, como los tubos torácicos, parecen ser la mejor opción, ya que generan un implante suave que facilita su posterior extracción. Kim *et al.* [5] evaluó el tiempo requerido para pelar el tubo torácico del ACIMN utilizando diferentes técnicas de enfriamiento con cemento. Descubrieron que la forma más rápida y efectiva es enfriar el cemento en agua fría y lubricar previamente el tubo del tórax con aceite mineral. También recomiendan el uso de un alambre guía intramedular de 3 mm con cuentas que se corta a una longitud de 3 cm más larga que la longitud del tubo, lo que permite la creación de un gancho o bucle para su posterior extracción.

Los antibióticos de amplio espectro se usan de forma rutinaria, ya que las infecciones generalmente son poli-microbianas. Los antibióticos más utilizados son la vancomicina, tobramicina, gentamicina o una mezcla de estos [14]. Los antibióticos deben tener ciertas propiedades para no comprometer su eficacia. Anagnostakos *et al.* [15] identificaron estas propiedades como disponibilidad en forma de polvo, cobertura de amplio espectro, actividad bactericida, propiedades de alta elución, termoestable e hipoalérgico [16]. Se desea una terapia dirigida si se ha aislado un microorganismo si se cumplen ciertos criterios. Las tasas de éxito reportadas varían con el uso de ACIMNs desde 69% a 100% con el uso de diferentes constructos y composiciones antibióticas similares [4,6,17-21]. Por lo tanto, consideramos la composición ideal es desconocida actualmente.

Consideramos, con las descripciones de la literatura disponibles, que hay varios detalles que deben tenerse en cuenta en la construcción de estos dispositivos. El núcleo debe consistir en una estructura rígida con el mayor diámetro posible para aumentar la rigidez sin comprometer la estabilidad del manto de cemento. El

sistema debe tener un elemento de extracción para su posterior eliminación. Según las concentraciones de antibióticos recomendadas para los espaciadores, la mayoría de los autores utilizan una mezcla de al menos 2 g de vancomicina y 2,4 g de un aminoglucósido en 40 g de cemento óseo. Investigaciones anteriores han demostrado que esta es la concentración mínima necesaria para asistir a una elución antibiótica de larga duración en el espacio circundante [22]. Existe poca evidencia de toxicidad sistémica con altas concentraciones de antibióticos en la mezcla de cemento utilizada para cubrir los clavos, pero no se ha establecido un rango de seguridad en la dosificación. Si se aísla un microorganismo específico, también se debe considerar un tratamiento antibiótico dirigido.

## REFERENCIAS

- [1] Patzakis MJ, Wilkins J, Wiss DA. Infection following intramedullary nailing of long bones. Diagnosis and management. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;182-191.
- [2] Court-Brown CM, Keating JF, McQueen MM. Infection after intramedullary nailing of the tibia. Incidence and protocol for management. *J Bone Joint Surg Br*. 1992;74:770-774.
- [3] Paley D, Herzenberg JE. Intramedullary infections treated with antibiotic cement rods: Preliminary results in nine cases. *J Orthop Trauma*. 2002;16:723-729. doi:10.1097/00005131-200211000-00007.
- [4] Koury KL, Hwang JS, Sirkin M. The antibiotic nail in the treatment of long bone infection: technique and results. *Orthop Clin North Am*. 2017;48:155-165. doi:10.1016/j.joc.2016.12.006.
- [5] Kim JW, Cuellar DO, Hao J, Seligson D, Mauffrey C. Custom-made antibiotic cement nails: A comparative study of different fabrication techniques. *Injury*. 2014;45:1179-1184. doi:10.1016/j.injury.2014.03.006.
- [6] Thonse R, Conway JD. Antibiotic cement-coated nails for the treatment of infected nonunions and segmental bone defects. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:163-174. doi:10.2106/JBJS.H.00753.
- [7] Wasko MK, Kaminski R. Custom-made antibiotic cement nails in orthopaedic trauma: review of outcomes, new approaches, and perspectives. *BioMed Res Int*. 2015;2015. doi:10.1155/2015/387186.
- [8] Gomez MM, Tan TL, Manrique J, Deirmengian GK, Parvizi J. The fate of spacers in the treatment of periprosthetic joint infection. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97. doi:10.2106/JBJS.N.00958.
- [9] Mendicino RW, Bowers CA, Catanzariti AR. Antibiotic-coated intramedullary rod. *J Foot Ankle Surg*. 2009;48:104-110. doi:10.1053/j.jfas.2008.06.010.
- [10] Marmor M, Lee M, Friedberg D, McDonald E. Increasing bending stiffness of antibiotic-impregnated cement-covered rod constructs: a biomechanical study. *Tech Orthop*. 2017;32:187-190. doi:10.1097/BTO.0000000000000219.
- [11] Vaishya R, Chauhan M, Vaish A. Bone cement. *J Clin Orthop Trauma*. 2013;4:157-163. doi:10.1016/j.jcot.2013.11.005.
- [12] Karek MR, Jackson NM, Flynn JC, Vaidya R, Markel DC. Elution profiles of two methods of antibiotic tibial nail preparations. *Orthopedics*. 2017;40:e436-e442. doi:10.3928/01477447-20170120-01.
- [13] Qiang Z, Jun PZ, Jie XJ, Hang L, Bing LJ, Cai LF. Use of antibiotic cement rod to treat intramedullary infection after nailing: preliminary study in 19 patients. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007;127:945-951. doi:10.1007/s00402-007-0315-x.
- [14] Anagnostakos K. Therapeutic use of antibiotic-loaded bone cement in the treatment of hip and knee joint infections. *J Bone Jt Infect*. 2017;2:29-37. doi:10.7150/jbji.16067.
- [15] Anagnostakos K, Kelm J. Enhancement of antibiotic elution from acrylic bone cement. *J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater*. 2009;90:467-475. doi:10.1002/jbm.b.31281.
- [16] Bistolfi A, Massazza G, Verné E, Massè A, Deledda D, Ferraris S, et al. Antibiotic-loaded cement in orthopedic surgery: a review. *ISRN Orthop*. 2011;2011:1-8. doi:10.5402/2011/290851.
- [17] Thonse R, Conway J. Antibiotic cement-coated interlocking nail for the treatment of infected nonunions and segmental bone defects. *J Orthop Trauma*. 2007;21:258-268. doi:10.1097/BOT.0b013e31803ea9e6.
- [18] Mauffrey C, Chaus GW, Butler N, Young H. MR-compatible antibiotic interlocked nail fabrication for the management of long bone infections: first case report of a new technique. *Patient Saf Surg*. 2014;8:14. doi:10.1186/1754-9493-8-14.
- [19] Pradhan C, Patil A, Puram C, Attarde D, Sancheti P, Shyam A. Can antibiotic impregnated cement nail achieve both infection control and bony union in infected diaphyseal femoral non-unions? *Injury*. 2017;48:S66-S71. doi:10.1016/S0020-1383(17)30497-7.
- [20] Bhatia C, Tiwari AK, et al. Role of antibiotic cement coated nailing in infected nonunion of tibia. *Malays Orthop J*. 2017;11:6-11. doi:10.5704/MOJ.1703.019.
- [21] Wasko MK, Borens O. Antibiotic cement nail for the treatment of posttraumatic intramedullary infections of the tibia: midterm results in 10 cases. *Injury*. 2013;44:1057-1060. doi:10.1016/j.injury.2013.05.001.
- [22] Masri BA, Duncan CP, Beauchamp CP. Long-term elution of antibiotics from bone-cement: an in vivo study using the prosthesis of antibiotic-loaded acrylic cement (PROSTALAC) system. *J Arthroplasty*. 1998;13:331-338.



Autor: Leonard Marais

## PREGUNTA 6: ¿Cuál es la composición ideal de los espaciadores/esferas con impregnación de antibióticos (ABI) en las infecciones postraumáticas? ¿Es necesaria la identificación microbiana preoperatoria?

**RECOMENDACIÓN:** Actualmente hay pruebas limitadas con respecto a la composición ideal de espaciadores o esferas de polimetilmetacrilato impregnadas con antibióticos (PMMA) en infecciones postraumáticas y la necesidad de identificación preoperatoria del organismo causante. Los datos disponibles sugieren que los espaciadores de PMMA, impregnados empíricamente con al menos 2 g de vancomicina por 40 mg de PMMA (con o sin gentamicina), pueden dar lugar a la curación de la infección en un alto porcentaje de casos con una tasa de unión ósea asociada aceptable. La identificación microbiana preoperatoria tiene una utilidad poco clara.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%; en desacuerdo: 0%; abstención: 5% (consenso unánime y más fuerte).

## JUSTIFICACIÓN

El desafío de lograr concentraciones adecuadas de antibióticos en el tejido local con antibióticos sistémicos ha llevado a la adición de un tratamiento con antibióticos locales en la mayoría de los protocolos de infección ósea. El uso de esferas de ABI PMMA está bien establecido en el tratamiento de la osteomielitis crónica. Klemm informó una tasa de curación de más del 90% en 405 casos de osteomielitis crónica con secuestro usando cadenas de esferas de PMMA impregnadas con gentamicina [1]. En particular, las esferas fueron prefabricadas con

gentamicina y Klemm no encontró cambios en el perfil de resistencia a la gentamicina durante un período de siete años. El uso de la terapia local con antibióticos también se ha recomendado en el escenario postraumático. Numerosos artículos de revisión abogan por el uso de ABI PMMA u otras formas de terapia local con antibióticos adyuvantes en el tratamiento de infecciones sépticas sin unión o postraumáticas [2-5].

Es interesante que una comparación reciente de los resultados del tratamiento con esferas (ABI) versus espaciadores no reveló di-

ferencias en la tasa de control de la infección, el tiempo de unión o la tasa de complicaciones con ninguna de las configuraciones [6]. La técnica de membrana inducida ("Masquelet") ha ganado popularidad en el manejo de defectos óseos post-infecciosos [7]. El procedimiento implica la colocación de un espaciador de PMMA en el defecto, seguido por un injerto óseo posterior en la segunda etapa en la membrana inducida resultante [8]. Originalmente, el procedimiento se describió utilizando cemento óseo sin antibióticos. Masquelet razonó que la inclusión de antibióticos puede aumentar el riesgo de resistencia a los organismos finales y que cambió las características biológicas de la membrana inducida [9]. Esta preocupación fue validada en un modelo animal por Nau *et al.*, quienes demostraron variaciones en la naturaleza de la membrana inducida con diferentes tipos de cemento óseo y antibióticos suplementarios [10]. En particular, Palacos con gentamicina todavía dio lugar a una tasa positiva en el crecimiento celular. Sin embargo, en los estudios clínicos que involucran defectos óseos postraumáticos (no post-infecciosos), las preocupaciones con respecto a la inhibición de la curación ósea no fueron tomadas en cuenta, con tasas de unión informadas del 82% (en defectos cilíndricos) al 100% (en defectos cónicos) con uso de espaciadores ABI [11,12].

Si bien la técnica original incluía PMMA sin antibióticos, varios otros autores han utilizado la ventaja potencial de la elución local de antibióticos durante la construcción del espaciador [13-18]. Si los datos del metaanálisis de Morelli *et al.* se analizan, parece que puede haber una ventaja terapéutica con la adición de antibióticos en términos de control de infecciones. Al evaluar los estudios que incluyeron solo defectos óseos post-infecciosos es notable que hubo recurrencia de la infección en dos de los 17 casos en los que se usó PMMA sin antibióticos, [19] en comparación con la no recurrencia en 58 casos en los que se utilizaron espaciadores ABI [5-8]. Además, la adición de antibióticos puede no necesariamente resultar en una curación ósea inferior con la unión informada en el 100% de los casos en los que se utilizaron espaciadores ABI de PMMA. La heterogeneidad de estos estudios, sin embargo, impide sacar conclusiones firmes a este respecto. Sin embargo, el uso exitoso de los espaciadores ABI se ha corroborado recientemente en una serie más amplia (que involucra 22 casos de defectos postraumáticos agudos y 21 defectos post-infecciosos) por Giannoudis *et al.*, Que informaron una tasa de unión general del 93% y Sólo un caso de infección recurrente a los 2 años de seguimiento.

A pesar de los resultados prometedores que se han logrado con ABI PMMA, la composición óptima de los espaciadores queda por determinar. Rathbone *et al.* examinó el efecto de 21 antibióticos diferentes sobre la viabilidad y la actividad osteogénica de los osteoblastos. La amikacina, tobramicina y vancomicina fueron los agentes menos citotóxicos [20]. Aún no se han realizado estudios clínicos comparativos bien diseñados para evaluar diferentes tipos de espaciadores en los recambios sépticos. La elección del antibiótico parece ser empírica en la mayoría de los estudios y ninguno ha informado que sea necesario determinar previamente el organismo causante. La composición más popular parece ser de 2 a 4 g de vancomicina agregada a 40 g de PMMA con o sin gentamicina (o tobramicina) [5,6,10-12].

## REFERENCIAS

- [1] Klemm K. The use of antibiotic-containing bead chains in the treatment of chronic bone infections. *Clin Microbiol Infect.* 2001;7:28-31.
- [2] Kanakaris NK, Tosounidis TH, Giannoudis PV. Surgical management of infected non-unions: an update. *Injury.* 2015;46 Suppl 5:S25-S32. doi:10.1016/j.injury.2015.08.009.
- [3] Mouzopoulos G, Kanakaris NK, Kontakis G, Obakponwve O, Townsend R, Giannoudis PV. Management of bone infections in adults: the surgeon's and microbiologist's perspectives. *Injury.* 2011;42 Suppl 5:S18-S23. doi:10.1016/S0020-1383(11)70128-0.
- [4] Lima ALL, Oliveira PR, Carvalho VC, Cimerman S, Savio E, Diretriz Panamericanas para el Tratamiento de las Osteomielitis e Infecciones de Tejidos Blandos Group. Recommendations for the treatment of osteomyelitis. *Braz J Infect Dis.* 2014;18:526-534. doi:10.1016/j.bjid.2013.12.005.
- [5] McNally M, Nagarajah K. (iv) Osteomyelitis. *Orthop Trauma.* 2010;24:416-429. doi:10.1016/j.morth.2010.09.004.
- [6] Qiu XS, Chen YX, Qi XY, Shi HF, Wang JF, Xiong J. Outcomes of cement beads and cement spacers in the treatment of bone defects associated with post-traumatic osteomyelitis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18:256. doi:10.1186/s12891-017-1614-1.
- [7] Morelli I, Drago L, George DA, Gallazzi E, Scarponi S, Romanò CL. Masquelet technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis. *Injury.* 2016;47 Suppl 6:S68-S76. doi:10.1016/S0020-1383(16)30842-7.
- [8] Masquelet AC, Fitoussi F, Begue T, Muller GP. [Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft]. *Ann Chir Plast Esthet.* 2000;45:346-353.
- [9] Masquelet AC. Induced membrane technique: pearls and pitfalls. *J Orthop Trauma.* 2017;31 Suppl 5:S36-S38. doi:10.1097/BOT.0000000000000979.
- [10] Nau C, Seebach C, Trumm A, Schaible A, Konradowitz K, Meier S, et al. Alteration of Masquelet's induced membrane characteristics by different kinds of antibiotic enriched bone cement in a critical size defect model in the rat's femur. *Injury.* 2016;47:325-334. doi:10.1016/j.injury.2015.10.079.
- [11] Taylor BC, Hancock J, Zitzke R, Castaneda J. Treatment of bone loss with the induced membrane technique: techniques and outcomes. *J Orthop Trauma.* 2015;29:554-557. doi:10.1097/BOT.0000000000000338.
- [12] J. Richard M, R. Creevy W, Tornetta P. The use of solid form-fitting antibiotic cement spacers in bone loss of the lower extremity. *Current Orthop Practice.* 2012;23:453-458. doi:10.1097/BCO.0b013e3182648c20.
- [13] Kawakami R, Konno SI, Ejiri S, Hatashita S. Surgical treatment for infected long bone defects after limb-threatening trauma: application of locked plate and autogenous cancellous bone graft. *Fukushima J Med Sci.* 2015;61:141-148. doi:10.5387/fms.2015-17.
- [14] Luo TD, Nunez FA, Lomer AA, Nunez FA. Management of recalcitrant osteomyelitis and segmental bone loss of the forearm with the Masquelet technique. *J Hand Surg Eur Vol.* 2017;42:640-642. doi:10.1177/1753193416650171.
- [15] Scholz AO, Gehrmann S, Glombitza M, Kaufmann RA, Bostelmann R, Flohe S, et al. Reconstruction of septic diaphyseal bone defects with the induced membrane technique. *Injury.* 2015;46 Suppl 4:S121-S124. doi:10.1016/S0020-1383(15)30030-9.
- [16] Wang X, Luo F, Huang K, Xie Z. Induced membrane technique for the treatment of bone defects due to post-traumatic osteomyelitis. *Bone Joint Res.* 2016;5:101-105. doi:10.1302/2046-3758.53.2000487.
- [17] Marais LC, Ferreira N. Bone transport through an induced membrane in the management of tibial bone defects resulting from chronic osteomyelitis. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2015;10:27-33. doi:10.1007/s11751-015-0221-7.
- [18] Giannoudis PV, Harwood PJ, Tosounidis T, Kanakaris NK. Restoration of long bone defects treated with the induced membrane technique: protocol and outcomes. *Injury.* 2016;47 Suppl 6:S53-S61. doi:10.1016/S0020-1383(16)30840-3.
- [19] El-Alfy BS, Ali AM. Management of segmental skeletal defects by the induced membrane technique. *Indian J Orthop.* 2015;49:643-648. doi:10.4103/0019-5413.168757.
- [20] Rathbone CR, Cross JD, Brown KV, Murray CK, Wenke JC. Effect of various concentrations of antibiotics on osteogenic cell viability and activity. *J Orthop Res.* 2011;29:1070-1074. doi:10.1002/jor.21343.



## PREGUNTA 7: ¿Las agujas recubiertas de cemento antibiótico (ACR) deben dejarse permanentemente *in situ*?

**RECOMENDACIÓN:** Si el ACR se usa como un implante temporal no bloqueado para el control de la infección, debe retirarse y reemplazarse por un constructo biomecánicamente estable (por ejemplo, un clavo endomedular bloqueado). Si el ACR se utiliza como un implante bloqueado tanto para la administración local de antibióticos como para la provisión de condiciones biomecánicas estables para la consolidación de la pseudoartrosis, se puede dejar en su lugar.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Limitado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 70%; en desacuerdo: 30%; abstención: 0% (gran mayoría, consenso débil).

### JUSTIFICACIÓN

Los ACR se pueden utilizar para dos indicaciones diferentes:

1. Los ACR se utilizan como implantes temporales sin bloqueo para la administración local de antibióticos en el canal intramedular para erradicar la infección. En casos con condiciones óseas estables, por ejemplo, osteomielitis crónica en huesos largos, la estabilidad rotacional del ACR no es relevante, mientras que en las pseudoartrosis infectadas con condiciones óseas inestables, el ACR se elimina después del control de la infección y se reemplaza por un Implante biomecánicamente estable, en la mayoría de los casos mediante un clavo de endomedular estándar en un procedimiento de revisión posterior.

Para esta indicación, solo existen notas técnicas, informes de casos y series de casos pequeñas con un máximo de 19 casos en un estudio [1-8]. En la serie de casos de 18 pacientes de Qiang *et al.*, el tiempo medio de residencia del ACR fue de 57 días, con un rango de 35 a 123 días [6]. Sancineto *et al.* publicó 19 casos con la eliminación de la ACR entre 6 y 76 semanas después de la cirugía [7]. Badhra y Roberts reportaron algunas dificultades en la eliminación de los clavos antibióticos que se han implantado durante más de dos meses. Encontraron que podría producirse un encarcelamiento proximal del clavo que requiera el desbridamiento del hueso y que deba abordarse con osteotomías [1]. Paley y Herzenberg también retuvieron sus varillas recubiertas de cemento hasta 753 días sin ninguna complicación importante, excepto una fractura de varilla en un paciente [5].

Hay un estudio realizado por Selhi *et al.* en el que, en algunos casos, se utilizaron ACR desbloqueados para las pseudoartrosis infectadas y se mantuvieron durante un período de tiempo más largo para lograr la curación ósea a pesar de la ausencia de estabilidad rotacional. Los ACR se mantuvieron durante un período que osciló entre 6 semanas y 22 meses, con un promedio de 10,6 meses [8]. Estas varillas generalmente se retuvieron hasta que se produjo la unión ósea o se realizaron procedimientos secundarios como la fijación externa, el enclavamiento intramedular y/o el injerto óseo.

2. Los ACR también se pueden usar como ACR bloqueado con una estabilidad biomecánica adecuada en las no-uniones de huesos largos infectados tanto para la administración local

de antibióticos como para el suministro de condiciones biomecánicas estables para la consolidación de la pseudoartrosis [9-11]. Para esta indicación, existen varias series de casos retrospectivos (con un máximo de 110 casos en un estudio). Se demostraron buenos resultados clínicos con un hueso no infectado curado en 105/110 pacientes (95%) [9]. La eliminación de la ACR no se informó en los artículos y se puede suponer que los implantes se dejaron en su lugar para no debilitar el hueso.

### REFERENCIAS

- [1] Bhadra AK, Roberts CS. Indications for antibiotic cement nails. *J Orthop Trauma*. 2009;23:S26-S30. doi:10.1097/BOT.0b013e31819f27aa.
- [2] Madanagopal SG, Seligson D, Roberts CS. The antibiotic cement nail for infection after tibial nailing. *Orthopedics*. 2004;27:709-712.
- [3] Mendicino RW, Bowers CA, Catanzariti AR. Antibiotic-coated intramedullary rod. *J Foot Ankle Surg*. 2009;48:104-110. doi:10.1053/j.jfas.2008.06.010.
- [4] Ohtsuka H, Yokoyama K, Higashi K, Tsutsumi A, Fukushima N, Noumi T, et al. Use of antibiotic-impregnated bone cement nail to treat septic nonunion after open tibial fracture. *J Trauma*. 2002;52:364-366.
- [5] Paley D, Herzenberg JE. Intramedullary infections treated with antibiotic cement rods: preliminary results in nine cases. *J Orthop Trauma*. 2002;16:723-729.
- [6] Qiang Z, Jun PZ, Jie XJ, Hang L, Bing LJ, Cai LF. Use of antibiotic cement rod to treat intramedullary infection after nailing: preliminary study in 19 patients. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007;127:945-951. doi:10.1007/s00402-007-0315-x.
- [7] Sancineto CF, Barla JD. Treatment of long bone osteomyelitis with a mechanically stable intramedullar antibiotic dispenser: nineteen consecutive cases with a minimum of 12 months follow-up. *J Trauma*. 2008;65:1416-1420. doi:10.1097/TA.0b013e31818c6a09.
- [8] Selhi HS, Mahindra P, Yamin M, Jain D, De Long WG, Singh J. Outcome in patients with an infected nonunion of the long bones treated with a reinforced antibiotic bone cement rod. *J Orthop Trauma*. 2012;26:184-188. doi:10.1097/BOT.0b013e318225f77c.
- [9] Conway J, Mansour J, Kotze K, Specht S, Shabtai L. Antibiotic cement-coated rods: an effective treatment for infected long bones and prosthetic joint nonunions. *Bone Joint J*. 2014;96-B:1349-1354. doi:10.1302/0301-620X.96B10.33799.
- [10] Riel RU, Gladden PB. A simple method for fashioning an antibiotic cement-coated interlocking intramedullary nail. *Am J Orthop*. 2010;39:18-21.
- [11] Thonse R, Conway J. Antibiotic cement-coated interlocking nail for the treatment of infected nonunions and segmental bone defects. *J Orthop Trauma*. 2007;21:258-268. doi:10.1097/BOT.0b013e31803ea9e6.



### 3.6. TRATAMIENTO: COBERTURA DE LA HERIDA

**Autores:** Konstantinos Malizos, Martin McNally, Efstratios Athanasis, James Chan

#### **PREGUNTA 1:** ¿Hay pruebas que respalden un tipo de cobertura del colgajo sobre otro (por ejemplo, músculo sobre colgajo fasciocutáneo) después de fracturas tibiales abiertas?

**RECOMENDACIÓN:** Los diferentes tipos de cobertura del colgajo después de las fracturas tibiales abiertas tienen resultados esencialmente equivalentes y comparables en términos de supervivencia del colgajo, curación ósea, fractura por estrés, infección, osteomielitis crónica y morbilidad en el sitio del donante. Los colgajos locales deben considerarse en traumas de baja energía, cuando estén disponibles. El tipo de colgajo debe adaptarse según la extensión y la profundidad del defecto del tejido blando y la ubicación de la fractura. En las fracturas de alta energía de la tibia, los colgajos musculares pueden ofrecer una reconstrucción más confiable con menos fallas en el colgajo y menos tasas de reoperación.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%; en desacuerdo: 5%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

#### **JUSTIFICACIÓN**

El tratamiento multidisciplinario de las fracturas abiertas de tibia severas con desbridamiento radical, la fijación del esqueleto y la cobertura estable temprana es esencial para la prevención de infecciones y la atención de traumas de alta calidad y sean costo-eficiente [1]. El sistema de clasificación de Gustilo-Anderson de las fracturas tibiales abiertas es un factor pronóstico significativo de complicaciones infecciosas y pseudoartrosis [2]. Las fracturas abiertas de la tibia tienen una alta incidencia de infección y unión defectuosa [3,4]. La cobertura de la herida no solo previene la desecación e infección de la herida, sino que también contribuye a la reparación de la fractura al servir como fuente local de células madre u osteoprogenitoras, factores de crecimiento y suministro vascular [5, 6].

Existe un creciente cuerpo de evidencia que demuestra que las características biológicas de los tejidos en un colgajo pueden influir significativamente en la curación de la fractura, y en la tasa de unión retrasada o pseudoartrosis. La sincronización de la cobertura de tejidos blandos también es un determinante crítico de la duración de la estancia hospitalaria y de la mayoría de las complicaciones y resultados postoperatorios tempranos [7]. La cobertura temprana se ha asociado con mayores tasas de unión y menores tasas de complicaciones e infecciones en comparación con las reconstruidas después de 5-7 días [2,5,7-9]. Además, la reconstrucción temprana mejora la supervivencia del colgajo, ya que la integración microquirúrgica del colgajo libre se vuelve más difícil con un retraso debido al aumento del entorno protrombótico, el edema tisular y los vasos cada vez más friables. Solo aquellos pacientes que acuden a centros con un servicio de cirugía plástica integrado en el departamento de politrauma, recibirán tratamiento definitivo de una fractura abierta severa de tibia con pérdida de tejido dentro de los parámetros establecidos de buenas prácticas [7].

Se recomienda el uso de "reparaciones y colgajos" para los hospitales especializados donde existe la experiencia disponible. Bolsas de esferas de antibióticos para disminuir las tasas de infección se han recomendado cuando hay pérdida de tejido segmentario, La contaminación generalizada o la infección establecida parece ser un factor predictivo independiente de resultados adversos de la reconstrucción del hueso y del colgajo [10,11].

Los colgajos fasciocutáneos pueden ser mejores en comparación con los colgajos musculares para la cobertura de los defectos poco profundos en las fracturas metafisarias que se unen rápidamente alrededor del tobillo, particularmente sin pérdida masiva de huesos o tejidos blandos [6,10,12]. Son más fáciles de monitorear después de la operación y tienden a tener un mejor drenaje venoso y linfático

con una hinchazón menos aguda y una mejor apariencia estética [10,13]. Además, se vuelven potencialmente sensibles y pediculares independientes de la neuroangiogénesis secundaria, lo que permite una elevación del colgajo de bajo riesgo para procedimientos posteriores [10,14,15].

Las células estromales humanas derivadas de músculo presentan un potencial para la osteogénesis significativamente mayor que las del tejido fasciocutáneo, incluidos tanto la piel como el tejido adiposo, y son equivalentes a las de la médula ósea [2,16,17]. Los colgajos musculares cubiertos con injertos de piel en aposición directa con fracturas diafisarias ayudan a borrar el espacio muerto, reduciendo las posibles complicaciones asociadas con la formación de hematomas. Pueden ser superiores para eliminar las bacterias del lecho de la herida [5] y mejorar la cicatrización, pero siguen siendo dependientes del pedículo y son difíciles de elevar para procedimientos secundarios como el injerto óseo.

Los colgajos musculares pueden tener una tasa de reoperación alta y falsa debido al difícil monitoreo postoperatorio. Una alternativa con los beneficios biológicos de ambos es un colgajo rotacional, como el colgajo anterolateral libre del muslo, que incluye un segmento de vasto lateral [11,14]. Los colgajos musculares con una paleta cutánea son más fáciles de controlar y, por lo tanto, tienen una mayor tasa de recuperación. Los colgajos rotatorios con tejido fasciocutáneo y músculo para los defectos proximales han demostrado significativamente más complicaciones, como infección, necrosis o pérdida parcial del colgajo, en comparación con los colgajos musculares libres en pacientes con el grado más grave de lesión ósea (44% en comparación con 23%), y es más probable que requieran una reintervención operativa [6,18].

La selección de los colgajos libres apropiados para los defectos apropiados también es de importancia crítica, ya que aquellos con pérdida extensa de tejido tridimensional necesitan colgajos musculares libres porque se ajustan mejor a tales defectos complejos [5]. Sin embargo, los colgajos fasciocutáneos libres son confiables y efectivos para cubrir las fracturas tibiales abiertas del tercio distal y el tobillo menos tridimensionales y pueden tolerar mejor los procedimientos quirúrgicos secundarios posteriores [11,14,15,19]. También es importante no subestimar las morbilidades del sitio del donante [6,13,18]. La experiencia del cirujano y la familiaridad con el colgajo también deben ser un factor importante en la selección del colgajo. Sin embargo, el dilema de elegir entre los colgajos musculares y los fasciocutáneos es menos relevante que identificar al paciente que está en riesgo de un mal resultado y manejarlos adecuadamente [12-

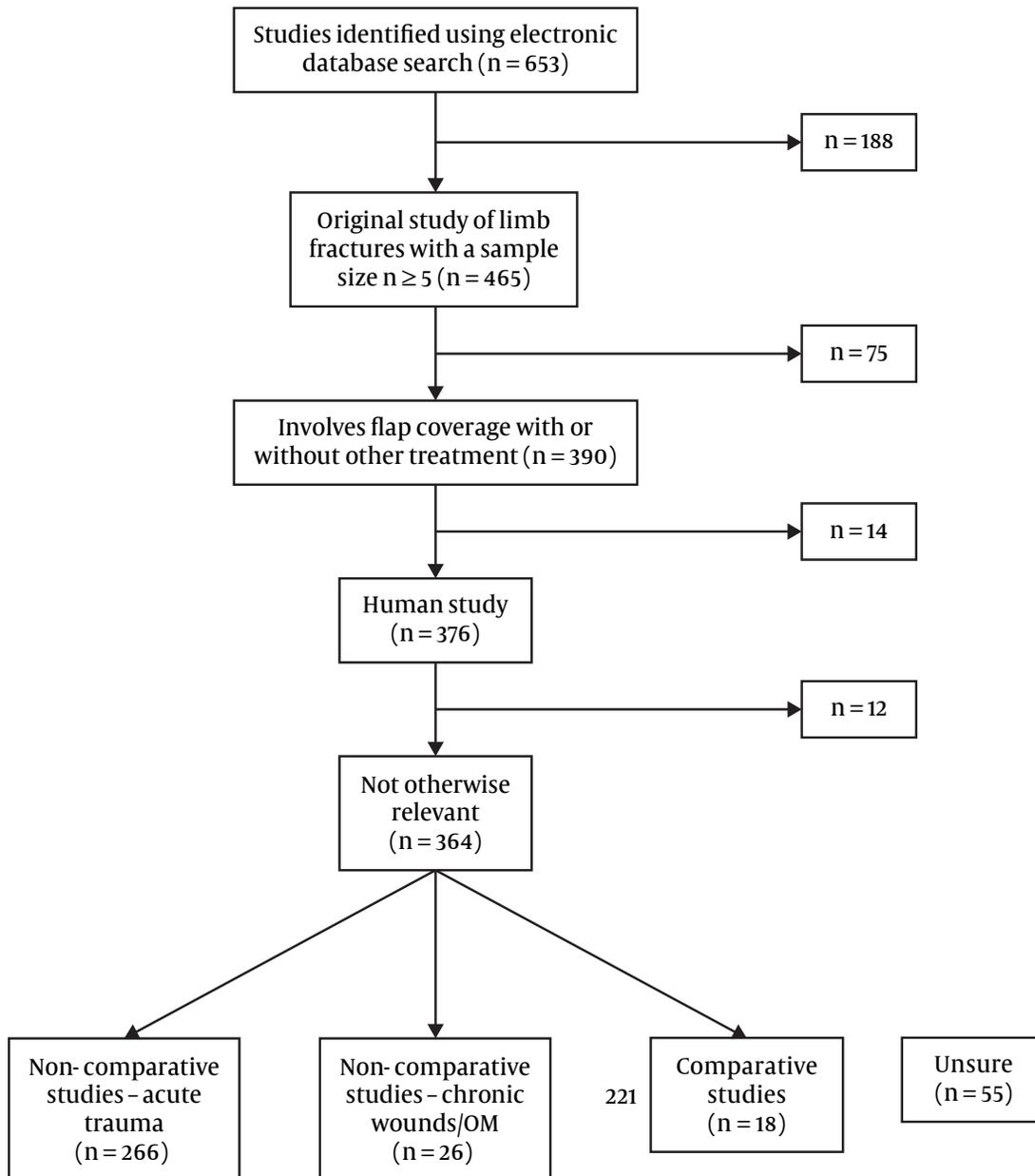


FIGURA 1. Diagrama de flujo de la revisión de la literatura.

14,16]. Finalmente, parece que hay pocas diferencias significativas entre los colgajos musculares y fasciocutáneos o entre los colgajos locales y libres [12,15,19-21].

Aunque no se identificó en los criterios de búsqueda, se consideró que el siguiente artículo era lo suficientemente importante como para ser incluido, ya que se trata de un estudio retrospectivo reciente de 39 pacientes con fracturas de tibia Gustillo IIIB, los colgajos musculares pueden ser preferibles a los colgajos fasciocutáneos en estos pacientes. La evaluación radiográfica de estos pacientes reveló un porcentaje significativamente mayor de pacientes tratados con un colgajo muscular que alcanzaba la unión de la fractura a los seis meses. Sin embargo, no hubo diferencia estadística entre los colgajos fasciocutáneos y musculares a los 3 o 12 meses [22]. Sin embargo, los colgajos locales son preferibles en el trauma de baja velocidad y la transferencia de tejido libre parece tener ventajas en las lesiones de alta velocidad [10,16].

Los estudios publicados sobre la reconstrucción de los defectos traumáticos de la tibia son en su mayoría estudios retrospectivos con cohortes de pacientes pequeñas y heterogéneas. Algunos de estos comparan músculo con colgajos fasciocutáneos, pero incluyen una amplia variedad de pacientes e indicaciones clínicas, sin detalles suficientes sobre los criterios utilizados para seleccionar la cobertura de fracturas tibiales abiertas [11,12,21]. Las medidas de resultado entre los estudios son diferentes, ya que no todos los estudios informan tiempo para la unión de la fractura, tasas de infección profunda o incluso supervivencia del colgajo. En general, hay una pequeña diferencia en el resultado clínico con respecto a las tasas de infección, la cicatrización de heridas o la unión de fracturas, pero ningún estudio tiene el poder suficiente para responder a estas preguntas. Estos parámetros impiden una revisión sistemática significativa o un meta-análisis que pueda proporcionar una guía estandarizada para el uso

de diferentes opciones de colgajos en el tratamiento de las fracturas abiertas de la tibia [1,11].

Para mejorar el resultado del paciente, se requieren pautas de consenso internacional apropiadas, desglosando también la duración de la estancia hospitalaria y el costo general de la atención médica [1].

En este punto, según nuestra comprensión de la literatura, creemos que los diferentes tipos de cobertura con colgajos después de las fracturas tibiales abiertas tienen resultados esencialmente equivalentes y comparables en términos de supervivencia, curación ósea, fractura por estrés, infección, osteomielitis crónica y La morbilidad del sitio donante, con el momento de la cobertura también es crucial. El tipo de colgajo debe basarse en la extensión y profundidad del defecto del tejido blando, la ubicación de la fractura y la experiencia del cirujano.

Más específicamente, si tenemos que categorizarlos:

1. En traumas de baja energía, el músculo local o los colgajos fasciocutáneos deben considerarse la reconstrucción de la elección, si están disponibles.
2. En las lesiones de alta energía, como las fracturas abiertas de la tibia, los colgajos musculares pueden ofrecer una reconstrucción más confiable con menos fracasos y menores tasas de reoperación. Los colgajos musculares libres son más ventajosos para la reconstrucción de defectos tridimensionales del hueso y tejidos blandos.
3. En pacientes con defectos simples alrededor de la tibia o el tobillo distal, los colgajos fasciocutáneos pueden ofrecer una mejor opción.

## REFERENCIAS

- [1] Hoekstra H, Smeets B, Metsemakers WJ, Spitz AC, Nijs S. Economics of open tibial fractures: the pivotal role of length-of-stay and infection. *Health Econ Rev.* 2017;7:32. doi:10.1186/s13561-017-0168-0.
- [2] Griffin M, Malahias M, Hindocha S, Khan W. Update on the management of compound lower limb fractures. *Open Orthop J.* 2012;6:518-524. doi:10.2174/1874325001206010518.
- [3] Patzakis MJ, Wilkins J, Moore TM. Use of antibiotics in open tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;31-35.
- [4] Dickson K, Katzman S, Delgado E, Contreras D. Delayed unions and nonunions of open tibial fractures. Correlation with arteriography results. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;189-193.
- [5] Ivanov PA, Shibaev EU, Nevedrov AV, Vlasov AP, Lasarev MP. Emergency soft tissue reconstruction algorithm in patients with open tibia fractures. *Open Orthop J.* 2016;10:364-374. doi:10.2174/1874325001610010364.
- [6] Chan JK-K, Harry L, Williams G, Nanchahal J. Soft-tissue reconstruction of open fractures of the lower limb: muscle versus fasciocutaneous flaps. *Plast Reconstr Surg.* 2012;130:284e-295e. doi:10.1097/PRS.0b013e3182589e63.
- [7] Townley WA, Nguyen DQA, Rooker JC, Dickson JK, Goroszeniuk DZ, Khan MS, et al. Management of open tibial fractures - a regional experience. *Ann R Coll Surg Engl.* 2010;92:693-696. doi:10.1308/003588410X12699663904592.
- [8] Hertel R, Lambert SM, Müller S, Ballmer FT, Ganz R. On the timing of soft-tissue reconstruction for open fractures of the lower leg. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1999;119:7-12.
- [9] Olesen UK, Juul R, Bonde CT, Moser C, McNally M, Jensen LT, et al. A review of forty five open tibial fractures covered with free flaps. Analysis of complications, microbiology and prognostic factors. *Int Orthop.* 2015;39:1159-1166. doi:10.1007/s00264-015-2712-z.
- [10] Sofiadellis F, Liu DS, Webb A, Macgill K, Rozen WM, Ashton MW. Fasciocutaneous free flaps are more reliable than muscle free flaps in lower limb trauma reconstruction: experience in a single trauma center. *J Reconstr Microsurg.* 2012;28:333-340. doi:10.1055/s-0032-1313764.
- [11] Yazar S, Lin CH, Lin YT, Ulusal AE, Wei FC. Outcome comparison between free muscle and free fasciocutaneous flaps for reconstruction of distal third and ankle traumatic open tibial fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2006;117:2468-2475; discussion 2476-2477. doi:10.1097/01.prs.0000224304.56885.c2.
- [12] Wagels M, Rowe D, Senewiratne S, Read T, Theile DR. Soft tissue reconstruction after compound tibial fracture: 235 cases over 12 years. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg.* 2015;68:1276-1285. doi:10.1016/j.bjps.2015.05.017.
- [13] Paro J, Chiou G, Sen SK. Comparing muscle and fasciocutaneous free flaps in lower extremity reconstruction—does it matter? *Ann Plast Surg.* 2016;76 Suppl 3:S213-S215. doi:10.1097/SAP.0000000000000779.
- [14] Pu LLQ. A comprehensive approach to lower extremity free-tissue transfer. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2017;5:e1228. doi:10.1097/GOX.0000000000001228.
- [15] Sabino J, Poller E, Tintle S, Jessie E, Fleming M, Martin B, et al. A decade of conflict: flap coverage options and outcomes in traumatic war-related extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2015;135:895-902. doi:10.1097/PRS.0000000000001025.
- [16] Jordan DJ, Malahias M, Hindocha S, Juma A. Flap decisions and options in soft tissue coverage of the lower limb. *Open Orthop J.* 2014;8:423-432. doi:10.2174/1874325001408010423.
- [17] Glass GE, Chan JK, Freidin A, Feldmann M, Horwood NJ, Nanchahal J. TNF-alpha promotes fracture repair by augmenting the recruitment and differentiation of muscle-derived stromal cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2011;108:1585-1590. doi:10.1073/pnas.1018501108.
- [18] Pollak AN, McCarthy ML, Burgess AR. Short-term wound complications after application of flaps for coverage of traumatic soft-tissue defects about the tibia. The Lower Extremity Assessment Project (LEAP) Study Group. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82-A:1681-1691.
- [19] Danino A-M, Gras M, Coeugnet E, Jebrane A, Harris PG. [Is muscle the best coverage for leg Gustilo IIIb fractures? A retrospective comparative study]. *Ann Chir Plast Esthet.* 2008;53:473-479. doi:10.1016/j.anplas.2008.04.005.
- [20] Demirtas Y, Neimetzade T, Kelahmetoglu O, Guneren E. Comparison of free muscle and perforator skin flaps for soft tissue reconstruction of the foot and ankle. *Foot Ankle Int.* 2010;31:53-58. doi:10.3113/FAI.2010.0053.
- [21] Franken JM, Hupkens P, Spauwen PHM. The treatment of soft-tissue defects of the lower leg after a traumatic open tibial fracture. *Eur J Plast Surg.* 2010;33:129-133. doi:10.1007/s00238-010-0405-9.
- [22] Mehta D, Abdou S, Stranix JT, Levine JP, McLaurin T, Tejwani N, Thanik V, Leucht P. Comparing radiographic progression of bone healing in gustillo iiib open tibia fractures treated with muscle versus fasciocutaneous flaps. *J Orthop Trauma.* 2018 Aug; 32(8):381-385. doi: 10.1097/BOT.0000000000001190



## PREGUNTA 2: ¿Cuál es el momento adecuado para la cobertura con colgajo de fracturas abiertas y defectos de heridas traumáticas?

**RECOMENDACIÓN:** El momento óptimo para la cobertura de la herida finalmente refleja cuando la herida se limpió adecuadamente y se convirtió en una "herida viva". Se prefiere la cobertura temprana del colgajo, idealmente dentro de los 3 a 7 días, cuando el paciente y la herida son adecuados.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Fuerte

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 95%; en desacuerdo: 5%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

### JUSTIFICACIÓN

El tiempo de cobertura de los tejidos blandos ha sido reconocido como uno de los determinantes más críticos de la duración de la estancia hospitalaria, la mayoría de las complicaciones postoperatorias tempranas y los resultados finales [1]. La cobertura temprana se ha asociado con tasas más altas de unión y menores tasas de complicaciones e infecciones en comparación con las reconstruidas después de 5-7 días [2-5]. Además, la reconstrucción temprana mejora la supervivencia del colgajo, ya que la integración microquirúrgica del colgajo libre se vuelve más desafiante con un retraso debido a un mayor ambiente protrombótico, edema tisular y vasos cada vez más friables. Solo aquellos pacientes que acuden a centros con un servicio de politrauma con cirugía plástica, recibirán un tratamiento definitivo de una fractura abierta severa de tibia con pérdida de tejido dentro de los parámetros establecidos de buenas prácticas [6]. En ocasiones, se ha recomendado el uso de "reparaciones y colgajos" para los hospitales especializados donde se dispone de la experiencia. Las bolsas de esferas de antibióticos para disminuir las tasas de infección han sido recomendadas durante mucho tiempo cuando hay pérdida de tejido segmentario, contaminación grave o infección establecida, ya que la infección del tejido del colgajo parece ser un predictor independiente de resultados adversos del colgajo y reconstrucción esquelética [7, 8].

Series de nivel IV de evidencia para transferencia de tejido libre para tratar heridas abiertas traumáticas con fracturas acompañantes se han publicado desde la primera transferencia de tejido libre por Buncke en 1970 [9]. En 1986, Godina abogó por la cobertura temprana de tejidos blandos en una revisión de 532 pacientes basada en una mayor tasa de insuficiencia de colgajos en aquellas heridas abiertas > 72 horas [10]. Sin embargo, durante ese período de tiempo, el manejo de la infección y particularmente el cuidado y tratamiento de la osteomielitis no se entendieron bien, y existía el dogma de que simplemente la colocación de una transferencia de tejido libre sobre implantes infectados u osteomielitis era suficiente para tratar y curar la infección. Tomó mucho tiempo romper este dogma. Varias series abogan por la necesidad de una cobertura temprana de los tejidos blandos en estos casos, debido a los tejidos blandos expuestos, así como a los resultados de una mayor falla del colgajo y que esta falla, a menudo acompañan la tasa de infección tardía [11-13]. Se ha descubierto que estos estudios tienen múltiples aspectos defectuosos, entre los que se incluyen la falta de experiencia y conocimiento en el diagnóstico y tratamiento de una infección existente [12], un volumen bajo de casos con la falta de experiencia resultante [11,13] y la conclusión inexacta de que en ese momento la colocación de un colgajo podría afectar la probabilidad de una unión ósea exitosa de cualquier manera.

Han aparecido muchos buenos estudios que confirman lo que saben el cirujano experimentado en pseudoartrosis y el experimentado en microcirugía: que la supervivencia del colgajo depende de

una herida descolonizada y "viva". Harrison *et al.* realizó una revisión bibliográfica exhaustiva de los artículos publicados de 1995 a 2011 y realizó un metanálisis de 15 artículos que cumplían con los criterios de inclusión. No informaron diferencias en el resultado cuando se realizó la transferencia de tejido libre y la supervivencia del colgajo o el resultado final [14]. Theodorakopoulou *et al.* informó una revisión sistemática de 11 estudios de lesiones de extremidades de alta energía relacionadas con la guerra tratadas con transferencia de tejido libre en el período subagudo (9 días a 3 años después de la lesión). No hubo asociación directa con el tiempo de colocación del colgajo con una tasa de éxito del colgajo libre del 95,5% en esta población de pacientes particularmente compleja [15].

Desde el año 2000, numerosas series de casos independientes de cirujanos experimentados en microcirugía, tampoco han mostrado diferencias en el resultado con respecto al momento de la colocación del colgajo libre [16-20]. Éstas representan transferencias de tejido bien ejecutadas, excepto en una serie con una mayor tasa de falla del colgajo general pero uniforme [19]. El hallazgo consistente fue que el momento de la transferencia de tejido libre no fue una causa directa del fracaso de la supervivencia del colgajo.

El trabajo original de Godina ahora parece estar desactualizado y no es aplicable a la práctica quirúrgica actual, ya que se relaciona con el tiempo de transferencia de tejido libre de heridas traumáticas.

### REFERENCIAS

- Griffin M, Malahias M, Hindocha S, Khan W. Update on the management of compound lower limb fractures. *Open Orthop J.* 2012;6:518-524. doi:10.2174/1874325001206010518.
- Ivanov PA, Shibaev EU, Nevedrov AV, Vlasov AP, Lasarev MP. Emergency soft tissue reconstruction algorithm in patients with open tibia fractures. *Open Orthop J.* 2016;10:364-374. doi:10.2174/1874325001610010364.
- Chan JK-K, Harry L, Williams G, Nanchahal J. Soft-tissue reconstruction of open fractures of the lower limb: muscle versus fasciocutaneous flaps. *Plast Reconstr Surg.* 2012;130:284e-295e. doi:10.1097/PRS.0b013e3182589e63.
- Townley WA, Nguyen DQA, Rooker JC, Dickson JK, Goroszeniuk DZ, Khan MS, et al. Management of open tibial fractures - a regional experience. *Ann R Coll Surg Engl.* 2010;92:693-696. doi:10.1308/003588410X12699663904592.
- Hertel R, Lambert SM, Müller S, Ballmer FT, Ganz R. On the timing of soft-tissue reconstruction for open fractures of the lower leg. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1999;119:7-12.
- Olesen UK, Juul R, Bonde CT, Moser C, McNally M, Jensen LT, et al. A review of forty five open tibial fractures covered with free flaps. Analysis of complications, microbiology and prognostic factors. *Int Orthop.* 2015;39:1159-1166. doi:10.1007/s00264-015-2712-z.
- Sofiadellis F, Liu DS, Webb A, Macgill K, Rozen WM, Ashton MW. Fasciocutaneous free flaps are more reliable than muscle free flaps in lower limb trauma reconstruction: experience in a single trauma center. *J Reconstr Microsurg.* 2012;28:333-340. doi:10.1055/s-0032-1313764.
- Yazar S, Lin CH, Lin YT, Ulusal AE, Wei FC. Outcome comparison between free muscle and free fasciocutaneous flaps for reconstruction of distal third and ankle traumatic open tibial fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2006;117:2468-2475; discussion 2476-2477. doi:10.1097/01.prs.000224304.56885.c2.
- McLean DH, Buncke HJ. Autotransplant of omentum to a large scalp defect, with microsurgical revascularization. *Plast Reconstr Surg.* 1972;49:268-274.

- [10] Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg.* 1986;78:285-292.
- [11] Bellidenty L, Chastel R, Pluvy I, Pauchot J, Tropet Y. [Emergency free flap in reconstruction of the lower limb. Thirty-five years of experience]. *Ann Chir Plast Esthet.* 2014;59:35-41. doi:10.1016/j.anplas.2013.08.004.
- [12] Kolbenschlag J, Klinkenberg M, Hellmich S, Germann G, Megerle K. Impact of timing of admission and microvascular reconstruction on free flap success rates in traumatic upper extremity defects. *J Reconstr Microsurg.* 2015;31:414-419. doi:10.1055/s-0035-1548550.
- [13] Choudry U, Moran S, Karacor Z. Soft-tissue coverage and outcome of Gustilo grade IIIB midshaft tibia fractures: a 15-year experience. *Plast Reconstr Surg.* 2008;122:479-485. doi:10.1097/PRS.0b013e31817d60e0.
- [14] Harrison BL, Lakhiani C, Lee MR, Saint-Cyr M. Timing of traumatic upper extremity free flap reconstruction: a systematic review and progress report. *Plast Reconstr Surg.* 2013;132:591-596. doi:10.1097/PRS.0b013e31829ado12.
- [15] Theodorakopoulou E, Mason KA, Pafitanis G, Ghanem AM, Myers S, Iwawgu FC. Free-tissue transfer for the reconstruction of war-related extremity injuries: a systematic review of current practice. *Mil Med.* 2016;181:27-34. doi:10.7205/MILMED-D-15-00059.
- [16] Starnes-Roubaud MJ, Peric M, Chowdry F, Nguyen JT, Schooler W, Sherman R, et al. Microsurgical lower extremity reconstruction in the subacute period: a safe alternative. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2015;3:e449. doi:10.1097/GOX.0000000000000399.
- [17] Derderian CA, Olivier W-AM, Baux G, Levine J, Gurtner GC. Microvascular free-tissue transfer for traumatic defects of the upper extremity: a 25-year experience. *J Reconstr Microsurg.* 2003;19:455-462. doi:10.1055/s-2003-44633.
- [18] Karanas YL, Nigriny J, Chang J. The timing of microsurgical reconstruction in lower extremity trauma. *Microsurgery.* 2008;28:632-634. doi:10.1002/micr.20551.
- [19] Gupta A, Lakhiani C, Lim BH, Aho JM, Goodwin A, Tregaskiss A, et al. Free tissue transfer to the traumatized upper extremity: risk factors for postoperative complications in 282 cases. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2015;68:1184-1190. doi:10.1016/j.bjps.2015.05.009.
- [20] Hill JB, Vogel JE, Sexton KW, Guillaumondegui OD, Corral GAD, Shack RB. Re-evaluating the paradigm of early free flap coverage in lower extremity trauma. *Microsurgery.* 2013;33:9-13. doi:10.1002/micr.21994.

**Autores:** Nathan O'Hara, David Lowenberg, Robert O'Toole

### PREGUNTA 3: ¿Las heridas abiertas por fractura deben cerrarse primariamente o cerrarse secundariamente? Si se cierran primariamente, ¿cuáles y bajo qué criterios?

**RECOMENDACIÓN:** Sí. El cierre primario de la herida (en muchas fracturas abiertas parece ser una estrategia segura y probablemente beneficiosa en el establecimiento moderno de técnicas mejoradas de desbridamiento, mejores métodos de estabilización de la fractura y mejor utilización de la administración sistémica temprana de antibióticos. Parece seguro para las fracturas abiertas de grado inferior y un subconjunto de las fracturas abiertas de grado superior cuando la herida se considera adecuada para el cierre primario de forma clínica.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 100%; en desacuerdo: 0%; abstención: 0% (consenso unánime y más fuerte).

#### MÉTODOS

Los ensayos controlados aleatorios, los ensayos no aleatorizados, los estudios observacionales prospectivos y retrospectivos fueron elegibles para su inclusión. Se realizaron búsquedas en Medline, Embase, CINAHL y el Registro Central de Ensayos Controlados de Cochrane (CENTRAL) hasta marzo de 2018 para estudios publicados sin restricción de idioma. Nuestra estrategia de búsqueda, incluidas las palabras clave y los encabezados MeSH, se proporcionan en el Apéndice. Los estudios elegibles cumplieron con los siguientes criterios: (1) todos los pacientes incluidos en el estudio tuvieron una fractura abierta, (2) la infección fue una variable de resultado y (3) hubo una comparación entre los pacientes con cierre primario de heridas y el cierre secundario de la herida. Se siguieron los elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA). La búsqueda inicial dio como resultado 303 artículos. Después de la eliminación de duplicados y la selección de títulos y resúmenes, se evaluaron y revisaron 12 artículos.

#### JUSTIFICACIÓN

La práctica tradicional de dejar abiertas todas las heridas por fractura abierta para repetir el desbridamiento en un momento posterior en un esfuerzo para minimizar el riesgo de infección profunda ha cambiado con el tiempo. Muchos cirujanos ahora cierran rutinariamente la mayoría de las heridas por fractura abierta en el momento del desbridamiento y la fijación iniciales, particularmente en las fracturas abiertas de menor grado y cuando se considera que la severidad y la contaminación de la herida son apropiadas para el cierre primario.

Una revisión sistemática de la literatura no revela ensayos aleatorios de nivel I que respalden la práctica del cierre primario de la

herida para fracturas abiertas, y la literatura que respalda este enfoque es consistentemente a favor de la práctica, pero también es relativamente débil. Hay un grupo de estudios más recientes que ha demostrado uniformemente tasas de infección del sitio quirúrgico más bajas con cierre primario que con cierre secundario para varias fracturas abiertas en adultos y niños [1 a 7] y solo un estudio más antiguo que muestra tasas de infección más altas con cierre primario [8]. Sin embargo, todos estos estudios son metodológicamente limitados ya que no tienen en cuenta el sesgo de selección entre las heridas menos graves que se les realizó cierre primario y las heridas más severas que se cerraron secundariamente. Como la gravedad de la herida está muy asociada con las tasas de infección, este sesgo es lo suficientemente importante como para que los resultados de estos estudios proporcionen una visión limitada de este problema, excepto para señalar que el cierre primario de algunas fracturas abiertas no parece estar asociado con tasas altas de infección. Otros autores han proporcionado datos similares que resumen las bajas tasas de infección utilizando una práctica de cierre primario de la herida en la gran mayoría de los casos de fractura abierta [9,10]. DeLong *et al.* utilizaron cierre primario en el 88% de las fracturas abiertas de tipo I, II y IIIA y tuvieron una tasa de infección del 4% [9]. Del mismo modo, Moola *et al.* usaron cierre primario en el 86% de las 297 fracturas y tuvieron una tasa de infección profunda del 4,7% [10]. Sin embargo, aunque es tranquilizador que el cierre primario de la mayoría de las fracturas abiertas resulte en una tasa de infección aceptable en comparación con los controles históricos, estos estudios tienen una metodología similar, ya que carecen de un grupo de control, por lo que se desconoce si es una práctica de uso más secundario. el cierre de heridas en estos pacientes habría resultado en una tasa de infección mayor o menor.

En 1993, se publicó un ensayo aleatorizado doble ciego que utilizó un diseño factorial para comparar el cierre de la herida primario y el retraso, así como el tipo de antibióticos utilizados [11]. Aunque el diseño aleatorio es atractivo, el tamaño de la muestra de solo 82 pacientes con una tasa de eventos baja presentando un riesgo sustancial de error de tipo II y este estudio tiene muy poca potencia para el resultado de la infección del sitio quirúrgico. La cohorte solo tuvo dos infecciones profundas en el sitio quirúrgico, por lo que su conclusión de que el cierre primario es seguro y tranquilizador ya que no hubo una tasa de infección alta en este grupo, pero tiene un valor limitado al comparar esta práctica con el cierre secundario.

La seguridad del cierre primario también se demostró en una comparación entre dos centros de Politrauma de Sudáfrica, uno que usaba el cierre primario de la herida y otro que no [12]. Este estudio también concluyó que el cierre primario era seguro, pero nuevamente tenía poca potencia con un tamaño de muestra de solo 95 pacientes y una tasa de infección general de solo 3,3% (3 pacientes). Por lo tanto, existe un riesgo significativo de error de tipo II con este estudio, y por lo tanto no puede proporcionar evidencia suficiente con respecto a cualquier diferencia potencial en los resultados entre las dos estrategias de cierre.

Dos estudios recientes de casos controlados brindan la mejor evidencia para respaldar esta práctica al mismo tiempo que intentan abordar el problema del sesgo de selección y al mismo tiempo tienen un tamaño de muestra y tasas de eventos adecuados para exhibir un poder estadístico adecuado. Jenkinson *et al.* usaron un diseño de estudio de cohorte emparejado por propensión para demostrar una tasa de infección más baja en el cierre de la herida primaria (4%) en comparación con el cierre de la herida secundaria (18%,  $p = 0,0001$ ), incluso después de incluir solo a los pacientes con la probabilidad de recibir un cierre demorado mediante la comparación de la propensión [13]. Scharfenberger *et al.* recopilaron los datos de forma prospectiva y compararon a sus pacientes con los controles históricos de un estudio previo sobre factores pensados para predecir la probabilidad de infección en el sitio quirúrgico y también demostraron que el cierre primario tenía un menor riesgo de infección (4% vs. 9%,  $p = 0,001$ ) [14]. Aunque estos dos estudios son metodológicamente superiores a los esfuerzos previos para comparar el efecto de la estrategia de cierre de la herida en las tasas de infección, los autores señalan que todavía existe un riesgo de sesgo de selección no medido y que se necesita un ensayo aleatorizado para comparar rigurosamente la eficacia de estas dos estrategias de cierre.

## REFERENCIAS

[1] Wei S, Cai X, Wang H, Qi B, Yu A. A comparison of primary and delayed wound closure in severe open tibial fractures initially treated with internal fixation and vacuum-assisted wound coverage: a case-controlled study. *Int J Surg.* 2014;12:688-694. doi:10.1016/j.ijss.2014.04.010.

- [2] Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:453-458.
- [3] Torchia ME, Lewallen DG. Open fractures of the patella. *J Orthop Trauma.* 1996;10:403-409.
- [4] Cullen MC, Roy DR, Crawford AH, Assenmacher J, Levy MS, Wen D. Open fracture of the tibia in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78:1039-1047.
- [5] Hope PG, Cole WG. Open fractures of the tibia in children. *J Bone Joint Surg Br.* 1992;74:546-553.
- [6] Swanson TV, Szabo RM, Anderson DD. Open hand fractures: prognosis and classification. *J Hand Surg Am.* 1991;16:101-107.
- [7] Nandra RS, Wu F, Gaffey A, Bache CE. The management of open tibial fractures in children: a retrospective case series of eight years' experience of 61 cases at a paediatric specialist centre. *Bone Joint J.* 2017;99-B:544-553. doi:10.1302/0301-620X.99B4.37855.
- [8] Russell GG, Henderson R, Arnett G. Primary or delayed closure for open tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72:125-128.
- [9] DeLong WG, Born CT, Wei SY, Petrik ME, Ponzio R, Schwab CW. Aggressive treatment of 119 open fracture wounds. *J Trauma.* 1999;46:1049-1054.
- [10] Moola FO, Carli A, Berry GK, Reindl R, Jacks D, Harvey EJ. Attempting primary closure for all open fractures: the effectiveness of an institutional protocol. *Can J Surg.* 2014;57:E82-E88.
- [11] Benson DR, Riggins RS, Lawrence RM, Hoeprich PD, Huston AC, Harrison JA. Treatment of open fractures: a prospective study. *J Trauma.* 1983;23:25-30.
- [12] Hohmann E, Tetsworth K, Radziejowski MJ, Wiesniewski TF. Comparison of delayed and primary wound closure in the treatment of open tibial fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127:131-136. doi:10.1007/s00402-006-0222-6.
- [13] Jenkinson RJ, Kiss A, Johnson S, Stephen DJG, Kreder HJ. Delayed wound closure increases deep-infection rate associated with lower-grade open fractures: a propensity-matched cohort study. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96:380-386. doi:10.2106/JBJS.L.00545.
- [14] Scharfenberger AV, Alabassi K, Smith S, Weber D, Dulai SK, Bergman JW, et al. Primary wound closure after open fracture: a prospective cohort study examining nonunion and deep infection. *J Orthop Trauma.* 2017;31:121-126. doi:10.1097/BOT.0000000000000751.

## APENDICE – ESTRATEGIA DE BUSQUEDA (SIN LIMITE DE TIEMPO DE PUBLICACIÓN)

**Ovid Medline** – 114 references retrieved on 03/14/2018 ((open adj3 fracture\*).ab,ti. OR "Fractures, Open".sh.) AND ((primary OR delay\* OR early OR secondary OR tim\* OR defi nitive OR immediate) adj3 (closure\*).ab,ti AND ((infection\* OR sepsis).ab,ti. OR Infection/ or "Wound Infection".sh. OR "Cross Infection".sh. OR "Sepsis".sh.)

**Embase** – 147 references retrieved on 03/14/2018 ((open NEXT/3 fracture\*):ab,ti OR 'open fracture'/de) AND ((primary OR delay\* OR early OR secondary OR tim\* OR defi nitive OR immediate) NEXT/3 (closure\*):ab,ti AND (infection\*:ab,ti OR sepsis:ab,ti OR 'infection'/exp OR 'wound infection'/de OR 'cross infection'/de OR 'hospital infection'/de OR 'sepsis'/ exp)

**CINAHL** – 29 references retrieved on 03/14/2018 ((open W3 fracture\*) OR MH Fractures, Open) AND ((primary OR delay\* OR early OR secondary OR tim\* OR defi nitive OR immediate) W3 (closure\*)) AND (infection\* OR sepsis)

**CENTRAL** – 13 references retrieved on 03/14/2018 – in Title, Abstract, Keywords (open NEAR/3 fracture\*) AND ((primary OR delay\* OR early OR secondary OR tim\* OR defi nitive OR immediate) NEAR/3 (closure\*)) AND (infection\* OR sepsis)



**Autores:** Daniel R. Schlatterer, Martin McNally, Gerard Chang, James K.K. Chan

## **PREGUNTA 4:** ¿Cuáles son las recomendaciones basadas en la evidencia para el uso de la terapia de heridas con presión negativa (NPWT) en fracturas abiertas y heridas traumáticas?

**RECOMENDACIÓN:** El NPWT es un apósito adecuado para el tratamiento a corto plazo (<7 días) de heridas traumáticas complejas sobre fracturas abiertas, antes del cierre definido de los tejidos blandos. NPWT no es superior a otros apósitos sellados y ha aumentado el costo inicial.

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Moderado

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 86%; en desacuerdo: 9%; abstención: 5% (supermayoría, consenso).

**Nota:** consulte la pregunta 2 en la Sección 1.2. Prevención de la atenuantes de riesgos por razones adicionales con respecto a NPWT.

### **MÉTODOS**

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura para identificar todos los estudios sobre el uso de NPWT para el tratamiento de fracturas abiertas y heridas traumáticas. Buscamos Ovid Medline, Scopus, y el Registro Central Cochrane de Ensayos Controlados (CENTRAL) hasta mayo de 2018 para estudios publicados. La estrategia de búsqueda, incluidas las palabras clave y los encabezados MeSH, se proporcionan en el Apéndice. Estudios elegibles cumplieron con los siguientes criterios: (1) todos los pacientes incluidos en el estudio tuvieron una fractura abierta o una herida traumática, (2) la infección fue una variable de resultado y (3) la intervención fue NPWT. Los criterios de exclusión fueron los artículos en idioma no inglés, los estudios no humanos, los documentos retraídos, los informes de casos, los artículos de revisión, los estudios sin seguimiento clínico/tasas de infección y los documentos de técnica sin datos de pacientes. Se siguieron los elementos de informe preferidos para las revisiones sistemáticas y los metanálisis (PRISMA). La búsqueda inicial resultó en 247 artículos. Después de la eliminación de duplicados y la selección de títulos y resúmenes, se evaluaron y revisaron 26 artículos.

### **JUSTIFICACIÓN**

Las heridas traumáticas y las heridas en las fracturas abiertas tienen un mayor riesgo de desarrollar una infección debido a la contaminación por una lesión, un flujo sanguíneo deficiente, una necrosis progresiva de los tejidos blandos y una exposición prolongada al entorno hospitalario [1]. Para minimizar este riesgo, las heridas se tratan con irrigación y desbridamiento completos (DAIR) seguidos de un cierre primario cuando sea posible o cobertura con un injerto o colgajo. Antes de la cobertura definitiva, la elección estándar era los apósitos oclusivos tradicionales con gasa estéril. Recientemente, ha habido una tendencia creciente en el uso de NPWT o cierre asistido por vacío (VAC) para el tratamiento de heridas antes de la cobertura [2]. Los defensores de este nuevo método citan las siguientes ventajas para respaldar su uso: disminuir el edema del tejido, mejorar el flujo sanguíneo local, limitar o prevenir infecciones, mejorar las tasas de colgajos y posiblemente reducir la necesidad general de colgajos.

Realizamos una revisión sistemática de la literatura, como se detalla anteriormente, para determinar el papel basado en la evidencia de NPWT en el tratamiento de heridas traumáticas y fracturas abiertas. Encontramos un grupo de estudios que apoyan el uso de NPWT en el tratamiento de heridas traumáticas y fracturas abiertas.

Las poblaciones de estudio fueron una mezcla de niños y adultos con heridas traumáticas o fracturas abiertas, todos los cuales recibieron NPWT. Encontraron que la NPWT era segura y efectiva y dio lugar a tasas de infección similares o más bajas, redujo las complicaciones del colgajo, redujo el tamaño del injerto y redujo la necesidad de colgajos libres en comparación con los controles históricos [3-10]. Sin

embargo, aunque prometedoros, todos los estudios fueron series de casos retrospectivos que estaban limitados metodológicamente porque carecían de un grupo comparativo y eran de naturaleza retrospectiva. Ocho estudios compararon la NPWT con la gasa tradicional en el tratamiento de heridas traumáticas agudas o fracturas abiertas. Cinco eran ensayos controlados aleatorios prospectivos y tres eran estudios de control de casos retrospectivos. Los tres estudios retrospectivos evaluaron las fracturas abiertas de tibia y encontraron que el NPWT tenía tasas de infecciones significativamente más bajas (8,4-10% vs. 22,6-33%), complicaciones de la herida y fallas en los colgajos en comparación con la gasa tradicional [11-13]. Estos hallazgos son alentadores, pero son susceptibles a las limitaciones inherentes de los estudios retrospectivos, especialmente el sesgo de selección.

La mejor evidencia para respaldar la NPWT se encontró en cuatro ensayos prospectivos aleatorizados de control que compararon la NPWT con la gasa tradicional en pacientes con heridas traumáticas agudas o fracturas abiertas. Tres estudios evaluaron la tasa de infección como un resultado. Dos de los 3 estudios mostraron una disminución significativa en la tasa de infección con NPWT (4,6-5,4% frente a 22-28%) en comparación con la gasa [14,15], mientras que el otro estudio no encontró diferencias entre los dos [16]. Con respecto al tiempo de curación, 2 de los ensayos prospectivos aleatorizados de control estudiaron el tiempo de granulación como resultado y ambos mostraron que el NPWT era superior a los apósitos de gasa [16,17].

Con respecto a la duración del tratamiento con NPWT, 3 estudios evaluaron retrospectivamente los casos de heridas traumáticas o fracturas abiertas tratadas con < 7 días de NPWT antes de la cobertura de la herida versus > 7 días de NPWT antes de la cobertura de la herida y las compararon en términos de tasa de infección y reoperación tardía. Los 3 estudios encontraron una mayor tasa de infección en los casos tratados con > 7 días de NPWT concluyó que, si bien NPWT puede ser útil en el tratamiento de heridas traumáticas, su uso debe limitarse a < 7 días o el riesgo de infección aumenta [18-20]. Sin embargo, todos estos estudios son metodológicamente limitados, ya que no tienen en cuenta el sesgo de selección entre las heridas menos graves que se cubrieron anteriormente y las heridas más graves que requirieron más tiempo hasta la cobertura. Dado que la gravedad de la herida está muy asociada con las tasas de infección, este sesgo es lo suficientemente importante como para que los resultados de estos estudios brinden una visión limitada de este problema. Otra serie retrospectiva de casos evaluó las fracturas abiertas tratadas con DAIR y NPWT antes de la cobertura del colgajo. Todos los pacientes tuvieron > 3 días, es decir, 18 días, de NPWT, ya que fueron tratados con retraso después de la estabilización y luego se transfirieron a su centro de referencia para su cobertura. Encontraron tasas bajas de pérdida del "flap" e infección, comparables a los controles históricos de pacientes tratados con menos de tres días antes de la cobertura definitiva [21].

Existe una creciente cantidad de datos que respaldan la NPWT como una modalidad complementaria en todas las etapas del tratamiento para las heridas traumáticas y las fracturas abiertas. Existe una asociación entre la disminución de las tasas de infección y la disminución del tiempo de curación con NPWT en comparación con los apósitos de gasa. Existe evidencia para respaldar el NPWT durante más de 72 horas sin mayores tasas de infección, aunque el uso prolongado de más de 7 días puede aumentar el riesgo de infección. En este momento, el uso de NPWT para heridas traumáticas y fracturas abiertas requiere un estudio adicional extenso.

## REFERENCIAS

- [1] Schlatterer DR, Hirschfeld AG, Webb LX. Negative pressure wound therapy in grade IIIB tibial fractures: fewer infections and fewer flap procedures? *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473:1802-1811. doi:10.1007/s11999-015-4140-1.
- [2] Parrett BM, Matros E, Pribaz JJ, Orgill DP. Lower extremity trauma: trends in the management of soft-tissue reconstruction of open tibia-fibula fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2006;117:1315-1322.
- [3] Yang R, Wang Z, Huang W, Zhao Y, Xu L, Yu S. A suitable option for Gustilo and Anderson grade III injury. *Med Sci Monit.* 2016;22:3018-3024.
- [4] Li R, Ren G, Tan X, Yu B, Hu J. Free flap transplantation combined with skin grafting and vacuum sealing drainage for repair of circumferential or sub-circumferential soft-tissue wounds of the lower leg. *Med Sci Monit.* 2013;19:510-517.
- [5] Leininger BE, Rasmussen TE, Smith DL, Jenkins DH, Coppola C. Experience with wound VAC and delayed primary closure of contaminated soft tissue injuries in Iraq. *J Trauma.* 2006;61:1207-1211.
- [6] Bollero D, Carnino R, Risso D, Gangemi EN, Stella M. Acute complex traumas of the lower limbs: a modern reconstructive approach with negative pressure therapy. *Wound Repair Regen.* 2007;15:589-594.
- [7] Brandi C, Grimaldi L, Nisi G, Silvestri A, Brafa A, Calabro M, et al. Treatment with vacuum-assisted closure and cryo-preserved homologous de-epidermalised dermis of complex traumas to the lower limbs with loss of substance, and bones and tendons exposure. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2008;61:1507-1511.
- [8] Dedmond BT, Kortesis B, Pungler K, Simpson J, Argenta J, Kulp B, et al. The use of negative-pressure wound therapy (NPWT) in the temporary treatment of soft-tissue injuries associated with high-energy open tibial shaft fractures. *J Orthop Trauma.* 2007;21:11-17.
- [9] Herscovici DJ, Sanders RW, Scaduto JM, Infante A, DiPasquale T. Vacuum-assisted wound closure (VAC therapy) for the management of patients with high-energy soft tissue injuries. *J Orthop Trauma.* 2003;17:683-688.
- [10] Halvorson J, Jinnah R, Kulp B, Frino J. Use of vacuum-assisted closure in pediatric open fractures with a focus on the rate of infection. *Orthopedics.* 2011;34:e256-e260.

- [11] Joethy J, Sebastin SJ, Chong AKS, Peng YP, Puhaindran ME. Effect of negative-pressure wound therapy on open fractures of the lower limb. *Singapore Med J.* 2013;54:620-623.
- [12] Rezzadeh KS, Nojan M, Buck A, Li A, Vardanian A, Crisera C, et al. The use of negative pressure wound therapy in severe open lower extremity fractures: identifying the association between length of therapy and surgical outcomes. *J Surg Res.* 2015;199:726-731.
- [13] Blum ML, Esser M, Richardson M, Paul E, Rosenfeldt FL. Negative pressure wound therapy reduces deep infection rate in open tibial fractures. *J Orthop Trauma.* 2012;26:499-505.
- [14] Stannard JP, Volgas DA, Stewart R, McGwin GJ, Alonso JE. Negative pressure wound therapy after severe open fractures: a prospective randomized study. *J Orthop Trauma.* 2009;23:552-557.
- [15] Virani SR, Dahapute AA, Bava SS, Muni SR. Impact of negative pressure wound therapy on open diaphyseal tibial fractures: a prospective randomized trial. *J Clin Orthop Trauma.* 2016;7:256-259.
- [16] Arti H, Khorami M, Ebrahimi-Nejad V. Comparison of negative pressure wound therapy (NPWT) & conventional wound dressings in the open fracture wounds. *Pak J Med Sci.* 2016;32:65-69.
- [17] Saaiq M, Hameed-Ud-Din, Khan MI, Chaudhery SM. Vacuum-assisted closure therapy as a pretreatment for split thickness skin grafts. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2010;20:675-679.
- [18] Bhattacharyya T, Mehta P, Smith M, Pomahac B. Routine use of wound vacuum-assisted closure does not allow coverage delay for open tibia fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2008;121:1263-1266.
- [19] Hou Z, Irgit K, Strohecker KA, Matzko ME, Wingert NC, DeSantis JG, et al. Delayed flap reconstruction with vacuum-assisted closure management of the open IIIB tibial fracture. *J Trauma.* 2011;71:1705-1708.
- [20] Liu DSH, Sofiadellis F, Ashton M, MacGill K, Webb A. Early soft tissue coverage and negative pressure wound therapy optimises patient outcomes in lower limb trauma. *Injury.* 2012;43:772-778.
- [21] Steiert AE, Gohritz A, Schreiber TC, Krettek C, Vogt PM. Delayed flap coverage of open extremity fractures after previous vacuum-assisted closure (VAC) therapy - worse or worth? *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2009;62:675-683.

## APÉNDICE – ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

**Ovid Medline 22:** (((open adj3 fracture\*) or trauma\*) adj3 wound\*). ab,ti. or ("Fractures, Open".sh. or soft tissue injuries/) AND (NPWT or negative pressure wound therapy or VAC or (vac\* adj3 clos\*)) ab,ti. or negative-pressure wound therapy/AND ((infection\* or sepsis).ab,ti. or Infection/ or wound healing/ or "Wound Infection".sh. or "Cross Infection".sh. or "Sepsis".sh.)

**Scopus 25:** (open W/3 fracture\* OR trauma\* W/3 wound\* ) AND ( npwt OR {negative pressure wound therapy} OR vac OR vac\* W/3 clos\* ) AND ( infection\* OR sepsis OR wound\* W/3 heal\* ) in TITLE-ABS-KEY

**CENTRAL 21:** (open near/3 fracture\* OR trauma\* near/3 wound\* ) and ( npwt OR "negative pressure wound therapy" OR vac OR vac\* near/3 clos\* ) and ( infection\* OR sepsis OR wound\* near/3 heal\* ) in in Title, Abstract, Keywords Combined: 237

## 3.7. TRATAMIENTO: RESULTADOS

**Autores:** Mustafa Citak, Carl Haasper, Kenneth Egol, William T. Obremeskey, Hussein Abdelaziz, Philip Linke

**PREGUNTA 1:** ¿Cuál es la medida de resultado más adecuada (clínica, radiográfica, de laboratorio, etc.) para el tratamiento de la infección temprana después de la fijación de fractura (ITFF)?

**RECOMENDACIÓN:** La curación de fracturas y el control de infecciones parecen ser la medida de resultado más adecuada para monitorear la respuesta al manejo de la ITFF. En segundo lugar, el éxito del tratamiento después del tratamiento de la infección después de la fijación de la fractura se evalúa mejor mediante una combinación del cuadro clínico del paciente y los exámenes de laboratorio, como los cultivos de tejidos, la tasa de sedimentación de eritrocitos (VSG) y la proteína C reactiva (PCR).

**NIVEL DE EVIDENCIA:** Consenso

**VOTO DEL DELEGADO:** De acuerdo: 70%; en desacuerdo: 10%; abstención: 20% (supermayoría, consenso débil).

## JUSTIFICACIÓN

Independientemente del sitio de la fractura, el método de fijación primaria, la profundidad de la infección, los resultados del cultivo, la naturaleza de la fractura (cerrada o abierta) o el algoritmo de tra-

tamiento elegido para el tratamiento de la infección, la curación de la fractura parece ser el resultado final más apropiado. Medida para el tratamiento de una ITFF temprana. Cabe señalar que sigue exis-

tiendo una gran heterogeneidad con una gran variabilidad en la definición de una infección temprana con respecto al momento de su aparición. La ITFF es una de las complicaciones más graves en la cirugía traumatológica ortopédica, que puede afectar la unión de la fractura, llevar a resultados funcionales pobres o incluso a la pérdida de la extremidad [1,2]. El manejo de la ITFF y el de la infección articular periprotésica (IAP) difieren entre sí en algunos aspectos. Cuando se trata una ITFF temprana, el objetivo principal debe ser lograr la curación de la fractura para evitar la unión tardía o no-unión en lugar de la erradicación inmediata de la infección [1,3].

Para complicar el manejo de la infección, está el hecho de que no existe un consenso claro con respecto a lo que constituye el éxito del tratamiento. Estudios previos han definido el éxito del manejo de la infección basado en factores como la curación ósea, el examen clínico, los resultados de los cultivos y los marcadores de laboratorio VSG y PCR.

Para identificar la mejor medida de resultado disponible para el tratamiento de las infecciones tempranas después de la reparación de la fractura, incluimos todas las publicaciones que informaron sobre los resultados después del tratamiento de la ITFF temprana [4-37]. Sin embargo, encontramos una gran heterogeneidad en la definición de una infección temprana con respecto al momento de su aparición, una que varía de dos semanas a cinco meses [4,6,10,12,16,18,22,25-28,31]. Varios documentos informaron sobre la eliminación de la infección o su recurrencia, ya sea exclusivamente o con nuevas medidas de resultado; otros estudios sobre el resultado funcional y clínico o sobre la curación de heridas y tejidos blandos y algunos estudios sobre la tasa de mortalidad. Solo hay un número limitado de informes sobre investigaciones de laboratorio, microbiológicas o histológicas como medidas de resultado [33,35-37].

Es importante tener en cuenta que cualquier causa de inflamación causará un aumento en la VSG y la PCR del paciente. Por ejemplo, se ha demostrado que el daño tisular relacionado con la cirugía y las prácticas como el enclavado endomedular fresado desencadenan una respuesta inflamatoria sistémica y pueden conducir a un aumento de la VSG y la PCR en el período postoperatorio temprano [36,37]. Si bien la sensibilidad de los reactantes de fase aguda para la presencia de inflamación es alta, siempre se deben considerar las etiologías no infecciosas. Estudios recientes han demostrado que la histología del tejido es una opción para la confirmación de la infección cuando los cultivos no son concluyentes; sin embargo, esta técnica es laboriosa y también es propensa a resultados falsos negativos [33,35].

La medida de resultado más común en la mayoría de los estudios fue la curación de fracturas o la unión ósea [4-32]. La gran mayoría de los estudios identificados tienen solo un nivel de evidencia de bajo a moderado con diseños retrospectivos de series de casos y tamaños de muestra relativamente pequeños. Además, la medición del resultado de una estrategia de gestión específica fue el foco principal de solo unos pocos estudios. Independientemente del sitio de la fractura, el método de fijación primaria, la profundidad de la infección, los resultados del cultivo, la naturaleza de la fractura (cerrada o abierta) o el algoritmo de tratamiento elegido para la infección, se extrajeron y analizaron las medidas de resultado. Debido a la considerable heterogeneidad, también se realizó un análisis descriptivo [4-32].

Hubo cinco estudios con una serie de casos relativamente grande. Rightmire *et al.*, Berkes *et al.*, Al-Mayahi *et al.*, Hellebrekers *et al.* y, recientemente, Kuehl *et al.* informó sobre los resultados después del tratamiento de una ITFF temprana o aguda de extremidades superiores e inferiores, así como de la pelvis y la columna vertebral dentro de los primeros cuatro meses en 69 pacientes, seis semanas en 123 pacientes, cinco meses en 71 pacientes, tres meses en 44 pacientes y tres semanas en 49 pacientes, respectivamente. Además de la cura de la infección, la unión por fractura fue una medida de resultado importante en tres de ellos. En los estudios de Hellebre-

kers *et al.*, Berkes *et al.* y Rightmire *et al.*, en el que también se incluyeron las fracturas abiertas, se logró la unión de la fractura en solo 63%, 71% y 68% con retención de implantes, respectivamente. Los implantes tuvieron que retirarse debido a la recurrencia de la infección en muchos casos [4,16,21,25,27]. La tasa de fracaso después de la ITFF del tobillo fue del 28% entre los casos infectados tempranos (dentro de las primeras seis semanas), lo que podría estar relacionado con la persistencia de la infección, una artritis no sindical o postraumática [22]. En el estudio de Zalavras *et al.*, La infección se repitió en tres de las cuatro infecciones identificadas dentro de las primeras tres semanas después de la fijación de la fractura de tobillo que se había manejado con desbridamiento y retención del implante [9]. En contraposición, Ziegler *et al.* han informado recientemente una tasa de éxito del 100% con la curación de las fracturas de tobillo sin remisiones después del desbridamiento y la retención después de la ITFF que definitivamente se produjeron dentro de los tres meses posteriores a la cirugía [14].

Respecto a la ITFF con enclavamiento endomedular del fémur y la tibia, solo hubo un caso de pseudoartrosis infectado de un total de 13 infecciones agudas dentro del primer mes en el estudio retrospectivo realizado por Chen *et al.* No hubo diferencias significativas con respecto al tiempo de curación de la fractura entre los casos con retención del clavo y los de intercambio de clavo [31]. Entre los pacientes incluidos con clavos endomedulares infectados en los tres estudios más antiguos, solo se pudieron identificar unos pocos casos con una infección temprana dentro de las primeras tres semanas y se observó una unión tardía [11-13]. En otro estudio prospectivo de cohorte multicéntrico que informaba sobre ITFF de la tibia, el 56% de las fracturas curaron radiográficamente al año, en comparación con el 88% de las que no estaban infectadas, y el tiempo de unión fue significativamente más largo que el de las fracturas no infectadas. Sin embargo, solo 5 de 23 casos infectados fueron infecciones tempranas [15]. También se observó una unión retardada en 3 de 15 fracturas de tibia y fémur infectadas tratadas con placas sin contacto debido a ITFF dentro de las 10 semanas posteriores a la cirugía primaria [19]. La tasa de mortalidad a corto y largo plazo fue la medida de resultado tras el tratamiento de la ITFF dentro de los tres meses posteriores a la cirugía de la cadera en los estudios retrospectivos de Duckworth *et al.* y Edwards *et al.* [24,26]. Partanen *et al.* También se realizó un análisis de control similar pero emparejado, aunque no todos los casos incluidos fueron infecciones tempranas. Además del resultado funcional y la tasa de mortalidad, también se analizó la curación de fracturas. La falta de unión se observó en 8 de 19 casos, ya que la infección probablemente afectó la curación de la fractura [29].

La ITFF profunda de las fracturas de húmero proximal o distal tratadas con osteosíntesis en placa tuvo una alta tasa de pseudoartrosis, lo que dio como resultado un mal resultado funcional [20,28].

Las infecciones del trayecto del pin en forma de fijación con alambre de Kirschner o fijadores externos se pueden manejar de forma conservadora y la curación espontánea de fracturas se puede lograr con la resolución de la infección [7,17,23]. La unión por fractura también fue la medida de resultado común para evaluar el éxito del manejo de la ITFF de los huesos planos, incluidas las costillas, la clavícula o la mandíbula [5,18,30,32]. Puede evaluarse tanto clínica como radiológicamente [5,10,14,16,17,25].

Incluso en las fases tardías, la erradicación de la infección con la restauración de un resultado funcional aceptable es definitivamente el objetivo final cuando se trata una ITFF. En cualquier caso, en este momento la curación por fractura parece ser la medida de resultado más apropiada en el caso de una infección temprana. Tan pronto como se logre la curación de la fractura, se puede considerar remover el implante para la erradicación definitiva de la infección.

## REFERENCIAS

- [1] 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;49:511–522. doi:10.1016/j.injury.2016.09.019.
- [2] Willey M, Karam M. Impact of infection on fracture fixation. *Orthop Clin North Am*. 2016;47:357–364. doi:10.1016/j.ocl.2015.09.004.
- [3] Zimmerli W. Clinical presentation and treatment of orthopaedic implant-associated infection. *J Intern Med*. 2014;276:111–119. doi:10.1111/joim.12233.
- [4] Kuehl R, Tschudin-Sutter S, Morgenstern M, Dangel M, Egli A, Nowakowski A, et al. Time-dependent differences in management and microbiology of orthopaedic internal fixation-associated infections: an observational prospective study with 229 patients. *Clin Microbiol Infect*. 2018. doi:10.1016/j.cmi.2018.03.040.
- [5] Thiels CA, Aho JM, Naik ND, Zielinski MD, Schiller HJ, Morris DS, et al. Infected hardware after surgical stabilization of rib fractures: outcomes and management experience. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;80:819–823. doi:10.1097/TA.0000000000001005.
- [6] Wang J, Zhang H, Wang S. Application of vacuum sealing drainage in the treatment of internal fixation instrument exposure after early postoperative infection. *Minerva Chir*. 2015;70:17–22.
- [7] Tosti R, Foroohar A, Pizzutillo PD, Herman MJ, Kirschner wire infections in pediatric orthopaedic surgery. *J Pediatr Orthop*. 2015;35:69–73. doi:10.1097/BPO.000000000000208.
- [8] Yusof NM, Halim AS. Outcomes of infected grade IIIB open tibial fractures. *Singapore Med J*. 2012;53:591–594.
- [9] Zalavras CG, Christensen T, Rigopoulos N, Holtom P, Patzakis MJ. Infection following operative treatment of ankle fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:1715–1720. doi:10.1007/s11999-009-0743-8.
- [10] Nazri MY, Halin YA. Outcome of infection following internal fixation of closed fractures. *Med J Malaysia*. 2004;59:665–669.
- [11] Zych GA, Hutson JJ. Diagnosis and management of infection after tibial intramedullary nailing. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;153–162.
- [12] Court-Brown CM, Keating JF, McQueen MM. Infection after intramedullary nailing of the tibia. Incidence and protocol for management. *J Bone Joint Surg Br*. 1992;74:770–774.
- [13] Patzakis MJ, Wilkins J, Wiss DA. Infection following intramedullary nailing of long bones. Diagnosis and management. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;182–191.
- [14] Ziegler P, Schlemer D, Flesch I, Bahrs S, Stoeckle U, Werner S, et al. Quality of life and clinical-radiological long-term results after implant-associated infections in patients with ankle fracture: a retrospective matched-pair study. *J Orthop Surg Res*. 2017;12:114. doi:10.1186/s13018-017-0608-x.
- [15] Doshi P, Gopalan H, Sprague S, Pradhan C, Kulkarni S, Bhandari M. Incidence of infection following internal fixation of open and closed tibia fractures in India (INFINITI): a multi-centre observational cohort study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18:156. doi:10.1186/s12891-017-1506-4.
- [16] Hellebrekers P, Leenen LPH, Hoekstra M, Hietbrink F. Effect of a standardized treatment regime for infection after osteosynthesis. *J Orthop Surg Res*. 2017;12:41. doi:10.1186/s13018-017-0535-x.
- [17] Lu D, Wang T, Chen H, Sun L-J. Management of pin tract infection in pediatric supracondylar humerus fractures: a comparative study of three methods. *Eur J Pediatr*. 2017;176:615–620. doi:10.1007/s00431-017-2884-1.
- [18] Li Z, Zhou Z, Li P, Zeng W, Qing H, Tang W. Retrospective study on multi-drug-resistant bacterium infections after rigid internal fixation of mandibular fracture. *J Oral Maxillofac Surg*. 2016;74:770–777. doi:10.1016/j.joms.2015.10.023.
- [19] Alemdar C, Azboy I, Atiç R, Özkul E, Gem M, Kapukaya A. Management of infectious fractures with “non-contact plate” (NCP) method. *Acta Orthop Belg*. 2015;81:523–529.
- [20] Lawrence TM, Ahmadi S, Morrey BF, Sánchez-Sotelo J. Wound complications after distal humerus fracture fixation: incidence, risk factors, and outcome. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23:258–264. doi:10.1016/j.jse.2013.09.014.
- [21] Al-Mayahi M, Betz M, Müller DA, Stern R, Tahintzi P, Bernard L, et al. Remission rate of implant-related infections following revision surgery after fractures. *Int Orthop*. 2013;37:2253–2258. doi:10.1007/s00264-013-2092-1.
- [22] 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;44:1002–1006. doi:10.1016/j.injury.2013.02.027.
- [23] Shabtai L, Dolkart O, Chechik O, Amar E, Steinberg E, Mozes G, et al. Incidence and severity of infections after closed reduction and external fixation of proximal humeral fractures. *J Orthop Trauma*. 2013;27:e81–e86. doi:10.1097/BOT.0b013e318269b3e9.
- [24] Duckworth AD, Phillips S-A, Stone O, Moran M, Breusch SJ, Biant LC. Deep infection after hip fracture surgery: predictors of early mortality. *Injury*. 2012;43:1182–1186. doi:10.1016/j.injury.2012.03.029.
- [25] Berkes M, Obremskey WT, Scannell B, Ellington JK, Hymes RA, Bosse M, et al. Maintenance of hardware after early postoperative infection following fracture internal fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:823–828. doi:10.2106/JBJS.I.00470.
- [26] Edwards C, Counsell A, Boulton C, Moran CG. Early infection after hip fracture surgery: risk factors, costs and outcome. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:770–777. doi:10.1302/0301-620X.90B6.20194.
- [27] Rightmire E, Zurakowski D, Vrahas M. Acute infections after fracture repair: management with hardware in place. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:466–472. doi:10.1007/s11999-007-0053-y.
- [28] Athwal GS, Sperling JW, Rispoli DM, Cofield RH. Acute deep infection after surgical fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007;16:408–412. doi:10.1016/j.jse.2006.09.021.
- [29] Partanen J, Syrjälä H, Vähänikkilä H, Jalovaara P. Impact of deep infection after hip fracture surgery on function and mortality. *J Hosp Infect*. 2006;62:44–49. doi:10.1016/j.jhin.2005.04.020.
- [30] Duncan SFM, Sperling JW, Steinmann S. Infection after clavicle fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;439:74–78.
- [31] Chen CE, Ko JY, Wang JW, Wang CJ. Infection after intramedullary nailing of the femur. *J Trauma*. 2003;55:338–344. doi:10.1097/01.TA.0000035093.56096.3C.
- [32] Iizuka T, Lindqvist C, Hallikainen D, Pauku P. Infection after rigid internal fixation of mandibular fractures: a clinical and radiologic study. *J Oral Maxillofac Surg*. 1991;49:585–593.
- [33] Gitajn IL, Heng M, Weaver MJ, Ehrlichman LK, Harris MB. Culture-negative infection after operative fixation of fractures. *J Orthop Trauma*. 2016;30:538–544. doi:10.1097/BOT.0000000000000618.
- [34] Qiang Z, Jun PZ, Jie XJ, Hang L, Bing LJ, Cai LF. Use of antibiotic cement rod to treat intramedullary infection after nailing: preliminary study in 19 patients. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007;127:945–951. doi:10.1007/s00402-007-0315-x.
- [35] Simpson AHRW, Wood MK, Athanasou NA. Histological assessment of the presence or absence of infection in fracture non-union. *Injury*. 2002;33:151–155.
- [36] Garnavos C, Xirou S-T, Nikolatos A, Kanakaris N, Tzortzi P, Balbouzis T, et al. Alteration of body temperature, erythrocyte sedimentation rate, and C-reactive protein after reamed intramedullary nailing: a prospective study. *J Orthop Trauma*. 2005;19:323–328.
- [37] Neumaier M, Scherer MA. C-reactive protein levels for early detection of postoperative infection after fracture surgery in 787 patients. *Acta Orthop*. 2008;79:428–432. doi:10.1080/17453670710015355.

