

Actualización en el manejo de fracturas abiertas. Prevención de infección. Utilidad de cultivos de herida. Revisión Bibliográfica.

Update on the management of open fractures. Infection Prevention. Utility of wound Culture. Bibliographic review.

Atualização sobre o manejo de fraturas expostas. Prevenção de infecções. Utilidade das culturas de feridas. Revisão bibliográfica.

Juan Filippini¹, Gottardo Bianchi², Paola Filomeno³

RESUMEN

En las fracturas abierta una de las complicaciones más temidas por los cirujanos ortopédicos es la infección de partes blandas y ósea. A pesar de múltiples investigaciones, las pautas de manejo terapéutico para las fracturas abiertas continúan en constante cambio. El objetivo principal de nuestro trabajo fue realizar una actualización sobre la prevención de la infección en las fracturas abiertas a través de una búsqueda bibliográfica poniendo especial énfasis en la utilidad de los cultivos (recuento microbiano) de heridas en el perioperatorio de estas fracturas.

Palabras clave: Fractura; Fractura expuesta; Cultivo de heridas.

SUMMARY

In open fractures, one of the most feared complications by orthopedic surgeons is soft tissue and bone infection. Despite multiple investigations, therapeutic management guidelines for open fractures, is constantly changing. The main objective of our work was to

make an update on the prevention of infection in open fractures through a bibliographic search, with special emphasis on the usefulness of cultures (microbial count) of wounds in the perioperative period of these fractures.

Keywords: Fractures, Open fracture [Mesh] AND wound culture.

RESUMO

Nas fraturas abertas, uma das complicações mais temidas pelos cirurgiões ortopédicos é a infecção de tecidos moles e ossos. Apesar de várias investigações, as diretrizes de tratamento terapêutico para fraturas expostas estão mudando constantemente. O principal objetivo do nosso trabalho foi atualizar a prevenção de infecção em fraturas expostas por meio de uma pesquisa bibliográfica, com ênfase especial na utilidade das culturas (contagem microbiana) de feridas no período perioperatório dessas fraturas.

Palavras-chave: Fraturas, Fratura exposta; Cultura de ferida

¹ Instituto Nacional de Ortopedia y Traumatología. Clínica de Traumatología y Ortopedia, Facultad de Medicina, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. Correo electrónico: jfilippini02@gmail.com. ORCID: 0000-0002-7912-2654.

² Clínica de Traumatología y Ortopedia, Facultad de Medicina, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. ORCID: 0000-0001-8222-4435.

³ Clínica de Traumatología y Ortopedia, Facultad de Medicina, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. ORCID: 0000-0003-4664-1527.

Fecha de recibido: 08/03/2019 - Fecha de aceptado: 21/10/2020

INTRODUCCIÓN

Una fractura abierta se define como una lesión en la que la fractura y su hematoma se comunican con el entorno a través de un defecto traumático en los tejidos blandos circundantes y la piel que los recubre. Estas lesiones son particularmente susceptibles a las infecciones tanto de los huesos como de los tejidos blandos, y las estrategias de manejo temprano deben apuntar a minimizar el riesgo de tales infecciones. ⁽¹⁾

El desafío actual del cirujano de trauma no es simplemente salvar la extremidad sino restaurar la función máxima. El tratamiento de las lesiones abiertas se encuentra ahora en la "era de restauración funcional". La restauración funcional se ve favorecida por el uso precoz de antibióticos de amplio espectro, el desbridamiento agresivo de las heridas, la estabilización adecuada de la fractura y el cierre o cobertura tempranos de la herida para lograr lo antes posible la curación ósea y de los tejidos blandos.

La infección es la principal complicación que lleva a la necesidad de procedimientos secundarios, pseudoartrosis, falla de colgajos e incluso amputaciones. Este hecho ha estimulado a los cirujanos a intentar identificar las bacterias que causan la contaminación de la herida. ⁽²⁾ Sin embargo, varios estudios previos no mostraron correlación entre los cultivos positivos iniciales de la herida y el desarrollo posterior de infección. ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ A pesar de los avances y los adecuados cuidados, las series continúan publicando porcentajes de infecciones no despreciables. Varían dependiendo de la clasificación de Gustilo y Anderson, las lesiones de tipo III tienen un mayor riesgo de infección (9% a 50%) en comparación con el tipo II (2% a 10%) y el tipo I (2%). ⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

Una de las tantas controversias en el manejo de las fracturas expuestas, sobre todo aquellas graves, dado que son las que requerirán desbridamientos seriados, sigue siendo la elección del sitio y el

momento óptimo para la toma de cultivos. ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

Por lo tanto, nos planteamos como pregunta de investigación: ¿Cuál es la utilidad actual de los cultivos de heridas en las fracturas abiertas?

MÉTODOS

Estrategia de búsqueda

En primer lugar, se analizó la bibliografía clásica en textos actualizados. Luego se realizó una búsqueda incluyendo la siguiente base de datos: Medline (interfase Pubmed), de acuerdo a los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados del año 1999 al 2019; idiomas inglés, español y portugués y con abstract disponibles.
- Artículos sobre fracturas expuestas y cultivos de herida.

Criterios de exclusión:

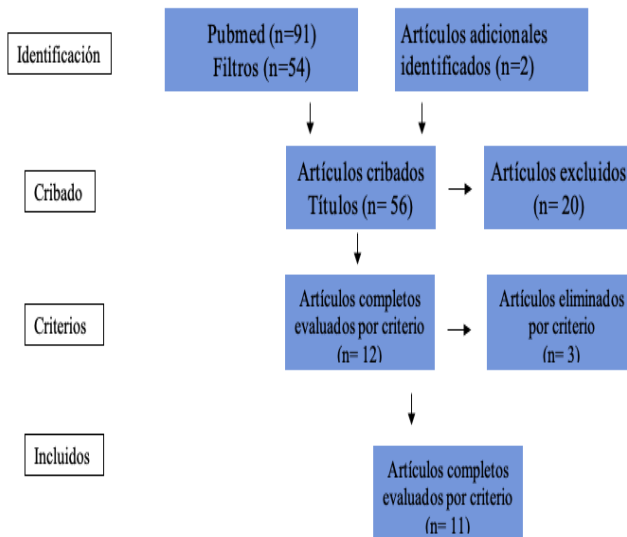
- Artículos sobre osteomielitis
- Reporte de casos, revisiones bibliográficas.

RESULTADOS

De la búsqueda inicial finalizada en mayo 2019 se obtuvieron un total de 91 artículos con las palabras claves mencionadas. Al limitar la búsqueda a los últimos 20 años se obtuvieron 57 artículos. Luego limitamos la búsqueda por idiomas: Inglés, Español y Portugués, quedando con 54 artículos. Posteriormente seleccionamos artículos que presentarán abstract disponible y obtuvimos 51. En este momento se realizó una lectura de los títulos y se aplicaron los criterios de exclusión obteniendo 36 artículos. Se analizaron los abstract de estos artículos aplicando los criterios de inclusión obteniendo 12 artículos. Con la lectura de texto completo se eliminaron 3 artículos dado que sus objetivos no coincidían con los de nuestra búsqueda. Por último, del análisis de las referencias bibliográficas de los estudios seleccionados se agregaron 2 artículos. La búsqueda fue

realizada por dos revisores independientes finalizando con 11 artículos seleccionados. La búsqueda se resume en el flujograma. (Figura 1)

Figura 1: Selección de estudios - Flujograma



Análisis de los datos

Se analizaron los datos teniendo en cuenta el nivel de evidencia adjudicado a cada artículo. Los estudios se clasificaron según el sistema de puntuación del centro de medicina basada en la evidencia. Para los estudios sobre terapia o pronóstico, la evidencia de Nivel I se atribuye a los ensayos controlados aleatorizados bien diseñados y realizados, la evidencia de Nivel II son estudios de cohorte, la evidencia de Nivel III son estudios de casos y controles, la evidencia de Nivel IV son series de casos y la evidencia de Nivel V son artículos de opinión de expertos.

La amplia mayoría de los pacientes estudiados en los artículos seleccionados presentaban fracturas abiertas de huesos largos, principalmente la tibia. En 3 estudios seleccionados se clasificaron las fracturas abiertas con la clasificación de Gustilo y Anderson.

Los artículos seleccionados correspondían: 1 de nivel de evidencia I, 6 nivel de evidencia II, 2 nivel de evidencia III y 2 nivel de evidencia IV. Con motivos de orden didácticos los expondremos y

analizaremos por orden según su nivel de evidencia.

Artículos de nivel de evidencia I: Seleccionamos solamente el trabajo de Carsenti-Etesse et al. ⁽¹¹⁾

En su estudio se propusieron dos objetivos, evaluar la correlación entre los microorganismos cultivados en cultivos preoperatorios y peri operatorios con aquellos cultivados en sitios infectados; así como determinar si la eficacia demostrada de la pefloxacina (fluoroquinolona) en la infección ósea, podría extenderse a la profilaxis antibiótica indicada en las fracturas expuestas.

Para lograr el segundo objetivo planteado, realizaron un ensayo clínico controlado y randomizado, asignando pacientes al azar para recibir una dosis única de 800 miligramos de pefloxacina intravenoso (grupo P) o un curso de 2 días de cefazolina intravenoso (1 gramos cada 6 horas) combinado con oxacilina oral (1 gramo/día) durante 3 días (grupo C). Luego se recogieron sistemáticamente cuatro muestras sobre el lugar de la fractura en la sala de emergencia, al comienzo de la cirugía antes de la aplicación de antisépticos, al final de la cirugía antes del cierre de la herida y a las 48hs del desbridamiento obteniendo una muestra desde el drenaje aspirativo. Trataron pacientes con fracturas abiertas de tibia tipo I y II de Gustilo definieron infección de la fractura expuesta dentro de los 3 meses postoperatorio, como una fístula o compromiso inflamatorio local con aislamiento de un microorganismo patógeno, re intervención dentro de los 3 meses por sospecha de infección o aislamiento de microorganismos patógenos del sitio quirúrgico cuando el paciente era re intervenido por otra razón. En 316 pacientes fue administrado un antibiótico que cubría principalmente gérmenes gram negativos (grupo P) y 300 pacientes recibieron un antibiótico que cubría sobre todo gérmenes gram positivos (grupo C). La tasa de contaminación inicial a la llegada del paciente fue 30% en ambos

grupos. Al final de la cirugía y en los aspirados de drenaje, la contaminación se debió principalmente a bacterias gram positivo. Entre las especies gram positivo, los estafilococos representaron el 70% de las especies cultivadas siendo los estafilococos coagulasa negativos sensibles a meticilina aislados con mayor frecuencia. *Estafilococcus aureus* representó el 8% y siempre fue estafilococo aureus sensible a meticilina. Entre las bacterias gram negativo, *Acinetobacter* spp. y *Enterobacter* spp. se cultivaron de manera similar en ambos grupos de tratamiento y en conjunto representaron el 60% de las bacterias gram negativo. Del análisis comparativo entre los cultivos positivos al final de la cirugía y aquellos que sufrieron infección posterior, se observó correlación significativa entre ambos ($P < 0.01$); sin embargo, los gérmenes detectados al inicio no indicaron exactamente el tipo de especies infectantes. Además, se encontró una distribución similar de bacterias en los pacientes infectados, tanto en el grupo P como C.

Por lo tanto, la similitud en la distribución de cepas contaminantes en ambos grupos de tratamiento al cierre de la herida y en pacientes infectados sugiere la posibilidad de contaminación peri operatoria y del origen nosocomial de estas cepas.

Por último, a los pacientes que se administró antibiótico para cubrir gram positivos, desarrollaron significativamente más gérmenes gram negativos y viceversa. Entonces la pefloxacina, a pesar de evidenciar algunas ventajas demostró no ser suficiente para cubrir adecuadamente la profilaxis en las fracturas expuestas.

Artículos de nivel de evidencia II: Se seleccionaron seis trabajos. Los artículos de Faisham et al. ⁽¹²⁾ Valenziano et al. ⁽¹³⁾ Lingaraj et al. ⁽¹⁴⁾ coinciden en su metodología y resultados, por lo tanto se analizaron en conjunto. Estos autores estudiaron cohortes prospectivas de pacientes comparando los gérmenes contaminantes en las fracturas abiertas

desarrollados en cultivos tomados en el sitio fracturado a la llegada del paciente y luego del desbridamiento, con aquellos gérmenes cultivados en pacientes que presentaron infección en la evolución. De los aislamientos que surgieron en los cultivos iniciales positivos, ninguno fue el organismo que finalmente se cultivó a partir de las heridas infectadas.

Los organismos contaminantes en las fracturas expuestas estudiadas fueron principalmente organismos gram positivo. Sin embargo, los organismos infectantes fueron principalmente gram negativo y/o gram positivos resistentes. Por lo tanto, informaron que los cultivos iniciales en las fracturas abiertas no demostraron utilidad, pero sí mayor gasto.

El trabajo de Ojo et al. ⁽⁹⁾ se realizó en un hospital de bajos recursos en Nigeria, donde tomaron muestras de hisopos superficiales en heridas y cultivados en medios de crecimiento ricos, en 60 pacientes, previo al primer desbridamiento y los compararon con los resultados de cultivos en los pacientes infectados. Tuvieron 18,3% de infectados en el estudio. Ningún paciente con un cultivo negativo inicial desarrolló una infección de la herida. Por lo cual informaron que los cultivos iniciales de muestras superficiales de heridas de fracturas abiertas previas al desbridamiento presentaron un valor predictivo positivo de 91% y un valor predictivo negativo de 100%. Este estudio ha demostrado que, en un entorno hospitalario con pocos recursos, donde la atención prehospitalaria no está disponible y los pacientes se presentan tardíamente, los hisopos superficiales son eficaces para predecir organismos que pueden causar infecciones en las heridas. En el estudio de D'Souza et al. ⁽¹⁵⁾ llevaron a cabo la misma metodología, pero los resultados fueron distintos. Los cultivos previos al desbridamiento mostraron mayor sensibilidad (83%), mientras que los cultivos posteriores al desbridamiento tenían mayor especificidad (87%) para detectar infecciones. Por otro lado, en el estudio de Sen et al. ⁽¹⁶⁾ se propusieron

entender el papel de la bacteriología cuantitativa en las heridas de las fracturas abiertas e infectadas. Midieron la carga bacteriana en la piel, los músculos o el periostio responsables de causar la infección en la herida. Utilizaron la estimación microbiológica cuantitativa mediante el método de Merritt. Ellos mostraron que la contaminación de $>10^5$ bacterias/gramo de tejido de piel estuvo relacionada con una infección posterior. Además, cualquier nivel de contaminación muscular predijo una infección futura en la herida. Es probable que la presencia de bacterias en el tejido muscular al final del desbridamiento pueda ser una fase subclínica en el desarrollo de una infección posterior.

Artículos de nivel de evidencia III: Se seleccionaron dos estudios como cohortes no comparativas. Los artículos de Hannigan et al. ⁽¹⁷⁾ y Bartow-Mc Kenney et al. ⁽¹⁸⁾ siguen la misma línea de investigación. Como se ha visto, la mayoría de los estudios informados que caracterizan la colonización de bacterias y/o la infección de fracturas abiertas dependen de la metodología basada en el cultivo clínico. Sin embargo, las técnicas de cultivo tradicionales muestran desventajas. Por lo tanto los avances en la tecnología de secuenciación de ADN de alto rendimiento permiten el estudio del microbioma humano a través de la secuenciación de la subunidad pequeña 16S ARN ribosomal (ARNr) específica de la bacteria. Estos autores, recogieron muestras de microbiota del centro de la herida y de la piel adyacente (5 cm de la herida) de cada paciente, en la presentación en la sala de emergencias antes del desbridamiento, intraoperatoriamente y después del desbridamiento. Además, recogieron muestras adicionales en la primera y segunda visita de seguimiento ambulatorio. Hannigan et al. ⁽¹⁷⁾ concluyen que las comunidades bacterianas de la herida son menos similares a las de la piel sana en la presentación en sala de emergencias, pero se vuelven más similares a medida que progresa la

cicatrización, lo que indica el valor pronóstico potencial de los perfiles de 16S ARNr, para identificar aquellas fracturas expuestas con riesgo de complicación. Bartow-Mc Kenney et al. ⁽¹⁸⁾ destacaron una discrepancia en la velocidad a la que se produce esta convergencia, entre heridas contusas y heridas penetrantes. Por lo tanto, se concluyó que el mecanismo de lesión puede dictar una estructura de comunidad microbiana distinta y también alterar la dinámica de la comunidad dependiente del tiempo. Estos enfoques genómicos son cada vez más accesibles y brindan mayor resolución y precisión al eliminar los sesgos asociados con el cultivo de bacterias.

Artículos de nivel de evidencia IV: Se seleccionaron dos series de casos. Yusuf et al. ⁽¹⁹⁾ estudiaron retrospectivamente a 30 pacientes con fracturas expuestas graves (Gustilo III) que afectaban tanto al miembro superior como inferior. Tomaron cultivos de la herida previo al tratamiento antibiótico, previo al desbridamiento inicial y en el segundo desbridamiento. Se encontraron que el 53% y el 88% de las fracturas están contaminadas al momento de la cirugía inicial y al momento de la cirugía de revisión, respectivamente. Pero no informaron desarrollo de infección en la serie estudiada. Por lo tanto demostraron un alto nivel de contaminación en las fracturas abiertas, sin correlación con la aparición de infección posterior. Por último, Lenarz et al. ⁽²⁰⁾ llevaron a cabo un estudio observacional, retrospectivo. Ellos evaluaron su protocolo de actuación sobre las fracturas abiertas en su servicio de trauma, donde regresaban al paciente a quirófano para llevar a cabo un nuevo desbridamiento quirúrgico de la herida, hasta que los cultivos obtenidos después del procedimiento fueran negativos. Los resultados mostraron una tasa global de infección profunda del 4,3%.

Se destaca que, de 173 fracturas tipo III, solo 5,7% tuvieron una infección profunda. Además, analizaron la población estudiada en busca de determinar factores de riesgo para el desarrollo de infección posterior a

una fractura expuesta. Los pacientes diabéticos y con obesidad tenían mayor riesgo de infección ($p=0,042$) y ($p=0,017$). Por lo tanto, concluyeron que, siguiendo este protocolo, los cultivos positivos obtenidos después del desbridamiento indicaban un desbridamiento inadecuado, que requerirá un retorno a la sala de operaciones para un desbridamiento adicional. Los resultados se resumen en la Tabla 1.

DISCUSIÓN

Desde los trabajos de Gustilo et al. ⁽¹⁾⁽²¹⁾ y Patzakis et al. ⁽²²⁾⁽²³⁾⁽²⁴⁾ se conoce la elevada contaminación que presentan las fracturas abiertas en su etapa inicial. Estos autores demostraron la importancia de la terapia antibiótica para disminuir las tasas de infección de las fracturas expuestas, logrando cambiar su pronóstico. Las actuales guías recomiendan: iniciar el tratamiento antibiótico tan temprano como sea posible, incluso en la etapa prehospitalaria (menos de 60 minutos desde el traumatismo), en aquellas lesiones clínicamente poco contaminadas (correspondiente con Gustilo I y II) la administración de una cefalosporina de primera generación (por ejemplo: cefazolina 1gr intravenoso cada 8 horas), con el objetivo de cubrir principalmente contaminantes gram +; en aquellas altamente contaminadas (Gustilo III) agregar un aminoglucósido (gentamicina 240 miligramos intravenoso en monodosis diaria) para ampliar el espectro a contaminantes gram negativos. De forma independiente en aquellas lesiones con sospecha de contaminación anaerobia o compromiso vascular recomiendan agregar un agente antianaeróbico (penicilina 4 millones unidades internacionales intravenoso cada 6 horas u otros). En alergias a betalactámicos, considerar un régimen con similar espectro. Los planes deben administrarse durante las 24 horas posteriores al desbridamiento y en las lesiones altamente contaminadas continuar hasta

las 72 horas, no más de 24 horas luego del cierre de la herida. Por último, no olvidar actuar sobre el tétano en los pacientes que presenten su inmunización incompleta. Además, con el objetivo de prevenir la infección en las fracturas expuestas recomiendan realizar un desbridamiento precoz de las heridas, inmediato para las lesiones graves y dentro de las primeras 24 horas para el resto de las lesiones, mediante un abordaje orto-plástico; llevar a cabo la adecuada estabilización ósea y la cobertura de los defectos de partes blandas de forma precoz (dentro de los siete días posteriores al trauma para prevenir la contaminación secundaria de la herida). En caso de lesiones graves (Gustilo III) recomiendan una segunda observación a las 24-48 horas para delimitar exactamente la lesión. ⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾

Sin embargo, si tenemos en cuenta la clasificación de Gustilo y Anderson modificada, que a pesar de sus desventajas, continúa siendo la clasificación más aplicada; las fracturas expuestas tipo III tienen un riesgo de infección de 9% a 50%, el tipo II de 2% a 10% y el tipo I de 2%. Por lo tanto, predecir qué pacientes tendrán una infección sigue siendo difícil. ⁽²⁴⁾

Múltiples trabajos coinciden en que, durante las fracturas abiertas las bacterias contaminantes se adquieren en la comunidad (microbiota más entorno) y las que provocan infección son las bacterias intrahospitalarias y no las del sitio de la lesión. En general, se considera que los cultivos en el momento de la presentación (antes de los signos y síntomas) tienen poco valor predictivo para detectar infección. ⁽²⁾⁽⁹⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁷⁾

Kreder et al. ⁽⁵⁾ y Robinson et al. ⁽³¹⁾ estudiaron los cultivos pre-desbridamiento destacando su elevada sensibilidad pero baja especificidad para detectar infecciones. En esta revisión, los trabajos de D'souza et al. ⁽⁹⁾ de forma similar informaron una elevada sensibilidad de los cultivos cualitativos pre-desbridamiento (83%) para la

Tabla 1: Características de los artículos seleccionados.

Estudio	Evidencia	Sitio de toma de Muestra	Momento de muestra	Tejido	Utilidad (+ o -)
Carsenti-Etesse. H; 1999; Eur. Journal. Clin. Microbiol. Infect Dis. Epidemiology of Bacterial Infection During Management of Open Leg Fracture	I	Herida de exposición	Urgencia, predesbridamiento, posdesbridamiento	No específica	Cultivos cualitativos: Posdesbridamiento + (P<0,01)
Sen. RK;2000; Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong). Bacterial load in tissues and its predictive value for infection in open fractures.	II	Herida de exposición	posdesbridamiento	Piel, musculo, periostio	Cultivos Cuantitativo: posdesbridamiento +, predice infección si piel >10 ⁵ bacterias/gr. Tejido o bacterias en tejido muscular.
Faisham. W. I; 2001; Med Journal Malaysia; Bacteriological Study and its Role in the Management of Open Tibial Fracture.	II	Herida de exposición	Predesbridamiento, intraop, posdesb. Y en infección.	Piel, musculo, medula osea	Cultivos cualitativos: predesb., intraop. Y posdesb. -
Valenziano. CP; 2002; Archives Orthop Trauma Surg; Efficacy of primary wound cultures in long bone open extremity fractures: are they of any value?	II	Herida de exposición	Previo al antibiótico y en infección	No específica	Cultivos cualitativos: predesbridamiento Mayor costo
D'Souza. A; 2008; Journal of Orthopaedic Surgery. The use of qualitative cultures for detecting infection in open tibial fractures	II	Herida de exposición	Predesb., posdesbr. y en infección.	Tejidos, No específica	Cultivos cualitativos: predesb.= Sens. 83%, posdesbr. = Esp. 87%.
Lenarz. CJ; Journal Bone Joint Surg American vol. 2010. Timing of Wound Closure in Open Fractures Based on Cultures Obtained After Debridement.	IV	Herida de exposición	Posdesbr. hasta cultivo -	No específica	Cultivos cualitativos hasta cierre de herida: Posdesb. +
ojo OD; 2010; Journal of Wound Care; Superficial swab cultures in open fracture management: insights from a resource-poor setting.	II	Herida de exposición superficial.	Predesb. Y en infección.	Hisopo	Cultivos cualitativos superficiales (medios enriquecidos): predesb. +, VPP =91% y VPN =100%.
Yusuf E; 2015; Acta Orthopædica Belgica. A descriptive study on the surgery and the microbiology of Gustilo type III fractures in an university hospital in Switzerland.	IV	Herida de exposición	Predesb. Inicial y en revisiones.	No específica	Cultivos cualitativos: predesb. -
Lingaraj, et al; 2015; Journal of Natural Science, Biology and Medicine; Predebridement wound culture in open fractures does not predict postoperative wound infection: A pilot study.	II	Herida de exposición	Predesb. Y en infección.	No específica.	Cultivos cualitativos: predesb. -
Hannigan D; 2014; journal of orthopaedic research; Culture-Independent Pilot Study of Microbiota Colonizing Open Fractures and Association with Severity, Mechanism, Location and Complication from Presentation to Early Outpatient Follow-Up.	III	Herida de exposición y piel adyacente 5cm.	Predesb., intraop., posdesbr. y en seguimiento.	No específica	Estudio genómico de microbiota, no cultivos: +
Bartow-McKenney C, 2018; Wound Repair Regen. The microbiota of traumatic, open fracture wounds is associated with mechanism of injury.	III	Herida de exposición y piel adyacente 5cm.	Predesb., intraop., posdesbr. y en seguimiento.	No específica	Estudio genómico de microbiota, no cultivos: +. Agrega relación de microbiota con mecanismo lesional.

detección de infecciones y en Ojo et al. ⁽¹⁵⁾ los mismos cultivos mostraron un valor predictivo positivo de 91% y valor predictivo negativo de 100%. En cambio los estudios de Faisham et al. ⁽¹²⁾ Yusuf et al. ⁽¹³⁾ y Lingaraj et al. ⁽¹⁴⁾ no encontraron utilidad para los cultivos cualitativos pre-desbridamientos e incluso Valenziano et al. ⁽¹⁹⁾ informaron mayores costos y tiempo de laboratorio al solicitarlos de rutina, sin beneficio clínico significativo. Según Ryan et al. ⁽¹⁰⁾ y Zalavras et al. ⁽³³⁾ menos del 20% de los cultivos iniciales predecían el microorganismo infectante y sugirieron que los cultivos pre-desbridamiento no deberían realizarse de rutina. Valenziano et al. ⁽¹⁹⁾ explican que, cuando se toma un cultivo, el patógeno infectante podría no obtenerse debido a una técnica deficiente o probablemente, porque el microorganismo está presente en pequeñas cantidades, lo que dificulta la recolección de muestras adecuadas. Sumado a esto, los antibióticos administrados son bactericidas para los microorganismos que crecen en cultivos de heridas primarias, lo que permite la aparición de ciertas cepas de bacterias resistentes que estaban presentes en pequeñas cantidades cuando se tomaron los cultivos. Finalmente, es posible que las bacterias infectantes sean nosocomiales y no estuvieran presentes cuando se tomaron los cultivos (contaminación secundaria).

Por otro lado, los estudios de Carsenti-Essen et al. ⁽¹¹⁾ D'Souza et al. ⁽¹⁵⁾ Sen et al. ⁽¹⁶⁾ y Lenarz et al. ⁽²⁰⁾ destacan la utilidad de los cultivos cualitativos pos-desbridamientos para predecir que fracturas abiertas se infectarán, aunque no cual germen será el causante de la infección posterior. De manera similar, Ryan et al. ⁽¹⁰⁾ informaron que los cultivos posteriores al desbridamiento pueden ser útiles. Los cultivos positivos en el momento del cierre de la herida no predicen el microorganismo infeccioso, sino que se correlacionan con el desarrollo de la infección. Para Sen et al. ⁽¹⁶⁾ y Lenarz et al. ⁽²⁰⁾ cualquier cultivo pos-desbridamiento positivo es indicador

de desbridamiento insuficiente. D'Souza et al. ⁽¹⁵⁾ obtienen una especificidad del 87% de los cultivos pos-desbridamientos. En cambio, Faisham et al. ⁽¹²⁾ no recomiendan estos cultivos y sugieren una breve terapia antibiótica asociada a una rápida cobertura de partes blandas para evitar la infección. Blease et al. ⁽³³⁾ en su reporte recomienda obtener cultivos de manera rutinaria solo, posteriores al desbridamiento o en aquellas lesiones que se produzcan en ambientes anormales o marinos. Según Sen et al. ⁽¹⁶⁾ los cultivos cuantitativos predicen mejor que aquellos cualitativos, cuales pacientes tendrán infección. Ellos mostraron que cualquier crecimiento bacteriano en muestras de tejido muscular, así como muestras de piel que desarrollen $>10^5$ bacterias/gramo de tejido, indicarán que pacientes requerirán nuevos desbridamientos de la herida de exposición para evitar la infección. Destacando la importancia del tipo de tejido enviado para estudio bacteriológico.

Entonces, a la llegada del paciente con fractura abierta los microorganismos mayormente encontrados son gram positivos y a medida que aumenta su contaminación, aumentan los gérmenes gramnegativos. En los pacientes que desarrollan infección se detectan microorganismos variados y muchas veces asociados, principalmente se nombran estafilococos aureus y estafilococos coagulasa negativo con un perfil de resistencia aumentado. Además, se encuentran gérmenes gramnegativos resistentes como pseudomonas spp, enterobacter spp, escherichia coli y ciertos gérmenes anaerobios. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾⁽²¹⁾ A pesar de las contradicciones, algunos de los elementos citados podrían guiar el tratamiento y el seguimiento de las fracturas abiertas. Según Hannigan et al. ⁽¹⁷⁾ y Bartow-Mc Kenney et al. ⁽¹⁸⁾ son necesarios biomarcadores confiables para lograr identificar que pacientes se infectarán. En sus trabajos caracterizaron los gérmenes que colonizan las fracturas abiertas mediante los estudios genómicos del microbiota. Su conocimiento durante las fases agudas de la lesión, antes de los signos clínicos de infección, puede ser una lectura rica del entorno de la herida que

proporcione información valiosa sobre los mecanismos de complicación inminente. Estos autores plantean que, para desarrollarse una infección no es suficiente con que se cumplan los postulados de Koch, el papel del microbioma en la modulación de la respuesta inmune del huésped y la resistencia a los microorganismos patógenos y oportunistas es cada vez más evidente. Los microorganismos son exquisitamente sensibles al entorno de su huésped y de igual manera, la respuesta inmune del huésped reacciona de forma rápida y precisa a las fluctuaciones del microbiota. En el contexto de una fractura abierta, el microbioma de la piel se altera como resultado del cambio en el entorno local y la contaminación generada por la lesión. Los cambios microbianos locales pueden tener un impacto significativo en las defensas locales y sistémicas del huésped, la curación de tejidos blandos y en última instancia, el resultado clínico. Esta herramienta demuestra mayores posibilidades de uso clínico, logrando evitar las desventajas de los cultivos bacterianos. ⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾

Por lo tanto, hasta el momento un paciente que sufre una fractura expuesta presentará una infección dependiendo de variados factores como: severidad del trauma, severidad de la herida, mecanismo traumático (penetrante diferente a contuso), características del huésped, del ambiente y tratamiento instaurado. Además, según trabajos actuales se han identificado varios factores de riesgo para el desarrollo de complicaciones infecciosas en estos pacientes: sexo masculino, diabetes mellitus, tabaquismo, politraumatismos, fracturas de extremidades inferiores, fracturas de tipo III de Gustilo-Anderson y heridas contaminadas. ⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾

Esta revisión presenta ciertas limitaciones. Durante la búsqueda realizada se encontraron escaso número de publicaciones con respecto al tema y en su mayoría antiguos. En los estudios seleccionados, se reconocen sesgos,

principalmente la selección bacteriana determinada por el uso antibiótico indicado pre-desbridamiento y la ausencia de una definición única y clara de los pacientes que desarrollan infección luego de las fracturas abiertas. Los trabajos de Hannigan et al. ⁽¹⁷⁾ y Bartow-Mc Kenney et al. ⁽¹⁸⁾ no cumplieron estrictamente los criterios de inclusión, ya que no estudian el recuento bacteriano de una fractura abierta.

CONCLUSIONES

Las guías actuales frente a una fractura abierta continúan recomendando el uso de antibioticoterapia precoz, incluso en la atención prehospitalaria y de amplio espectro. El desbridamiento de las heridas debe ser meticuloso, completo, “sin pensar en la reconstrucción del defecto” e idealmente mediante un abordaje ortoplástico.

La escasa bibliografía encontrada puede deberse a la contundencia de las publicaciones previas, hallando escaso número y calidad de investigaciones con respecto al tema.

Según el análisis realizado, el uso de los cultivos de heridas durante las etapas iniciales de una fractura abierta no se recomienda de manera uniforme. Debemos conocer el rendimiento que nos puede brindar cada prueba y así marcar su utilidad/rendimiento.

Se destaca la importancia en las condiciones de la toma de los cultivos, debiendo especificar momento, sitio y tipo de tejido.

Se obtendrá mayor valor de los cultivos, al asociarlos a otros factores clínicos.

La prevención de las complicaciones relacionadas con la infección de las fracturas abiertas sigue siendo un desafío, debido a una comprensión incompleta de cómo la colonización y la contaminación microbiana influyen en la curación y los resultados clínicos. Así como los estudios de ADN bacteriano en la microbiota están comenzando a aportar su uso clínico, esperamos contar en el futuro con otras herramientas novedosas para solucionar

algunos de nuestros problemas.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

NOTA DEL EDITOR

El editor responsable es Asdrúbal Silveri.

NOTA DE CONTRIBUCIÓN: El manuscrito ha sido leído y aprobado por todos los autores, y cada autor contribuyó al contenido del manuscrito. Dr. Juan Filippini: concepción, diseño, ejecución, análisis, interpretación de los resultados, redacción, revisión crítica, Dr. Gottardo Bianchi: concepción, diseño, interpretación de los resultados, redacción, revisión crítica y Dra. Paola Filomeno: diseño, análisis, interpretación de los resultados, redacción, revisión crítica.

REFERENCIAS

- 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;24:742-6.
- Rockwood and Green's fractures in adults; Initial Management of Open Fractures; 8ta ed. Wolters Kluwer Health. 2015:353-397.
- Merritt K. Factors increasing the risk of infection in patients with open fractures. *J Trauma*. 1988;28:823-827.
- Moore TJ, Mauney C, Barron J. The use of quantitative bacterial counts in open fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1989:227-230.
- Kreder HJ, Amstrong P. The significance of perioperative cultures in open pediatric lower-extremity fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1994:206-212.
- Giannoudis P, Papakostidis C, Roberts C. A review of the management of open fractures of the tibia femur. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88:281-289.
- 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):1-6.
- Ktistakis I, Giannoudi M, Giannoudis PV. Infection rates after open tibial fractures: are they decreasing? *Injury*. 2014;45:1025-1027.
- Ojo OD, Oluwadiya KS, Ikem IC, Oginni LM, Ako-Nai AK, Daniel FV. Superficial swab cultures in open fracture management: insights from a resource-poor setting. *J. of Wound Care*. 2010;19(10):432-8.
- Ryan SP, Pugliano V. Controversies in initial Management of open fractures. *Scandinavian Journal of Surgery*. 2013;103:132-137.
- Carsenti-Etesse H, Doyon F, Desplaces N, Gagey O, Tancredi C, Pradier C, et al. Epidemiology of Bacterial Infection During Management of Open Leg Fractures. *Eur. Journal Clin. Microbiol. Infect. Dis*. 1999;18(5):315-23.
- Faisham WI, Nordin S, Aidura M. Bacteriological Study and its Role in the Management of Open Tibial Fracture. *Med. Journal Malaysia*. 2001;56(2):201-6.
- Valenziano CP, Chattar-Cora D, O'Neill A, Hubli EH, Cudjoe EA. Efficacy of primary wound cultures in long bone open extremity fractures: are they of any value? *Archives Orthop. Trauma Surg*. 2002;122(5):259-61
- Lingaraj R, Santoshi JA, Devi S, Najimudeen S, Gnanadoss JJ, Kanagasabai Ret al. Predebridement wound culture in open fractures does not predict postoperative wound infection: A pilot study. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*. 2015;6(Suppl 1):S63-8.
- D'Souza A, Rajagopalan N, Amaravati R.S. The use of qualitative cultures for detecting infection in open tibial fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2008;16(2):175-8.
- Sen RK, Murthy N, Gill SS, Nagi ON. Bacterial load in tissues and its predictive value for infection in open fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2000;8(2):1-5.
- Hannigan D, Hodkinson B.P, McGinnis K, Tyldsley AS, Anari JB, Horan AD, Grice EA, et al. Culture- Independent Pilot Study of Microbiota Colonizing Open Fractures and Association with Severity, Mechanism, Location and Complication from Presentation to Early Outpatient Follow-Up. *Journal of orthopaedic research*. 2014;32(4):597-605
- Bartow-McKenney C, Hannigan GD, Horwinski J, Hesketh P, Horan AD, Mehta S, Grice EA. The microbiota of traumatic, open fracture wounds is associated with mechanism of injury. *Wound Repair Regen*. 2018.
- Yusuf E, Steinrücken J, Buchegger T, Trampuz A, Borens OA descriptive study on the surgery and the microbiology of Gustilo type III fractures in an university hospital in Switzerland. *Acta Orthopædica Belgica*. 2015;81(2):327-32.
- 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. *Journal Bone Joint Surg. American*. 2010;18;92(10):1921-6.

21. 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;58:453-538.
22. Patzakis MJ, Ivler D. Antibiotic and bacteriologic considerations in open fractures. *South Med J.* 1977;70(Suppl 1):46-8.
23. Patzakis MJ, Harvey JP Jr, Ivler D. The role of antibiotics in the management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56:532-41.
24. 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(8):529-33.
25. Gosselin R, Roberts I, Gillespie WJ. Antibiotics for preventing infection in open limb fractures. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2004;1:CD003764.
26. Hauser CJ, Adams CA Jr, Eachempati SR. Council of the Surgical Infection Society. Prophylactic antibiotic use in open fractures: an evidence-based guideline. *Surg. Infect. (Larchmt).* 2006;7:379-405.
27. Jaeger M, Maier D, Kern WV, Südkamp NP. Antibiotics in trauma and orthopedic surgery - a primer of evidence-based recommendations. *Injury.* 2006;37(Suppl 2):S74-80.
28. 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(3):751-4.
29. Nanchahal J, et al. standards for the management of open fractures of the lower limb. *British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons.* 2009.
30. Trauma quality improvement program. Best practices in the management of orthopaedic trauma. *American college of surgeons;* 2015.
31. 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(4):283-6.
32. Zalavras CG, Patzakis MJ, Holtom PD, Sherman R. Management of Open Fractures. *Infect Dis Clin N Am.* 2005;19:915-929.
33. Blease R, Kanlić E. Management of open fractures. *Bosnian Journal of medical sciences.* 2005;5(4):14-21.
34. Matos MA, Lima LG, de Oliveira LA. Predisposing factors for early infection in patients with open fractures and proposal for a risk score. *J. Orthop. Traumatol.* 2015;16:195-201.
35. 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(10):1965-1982
36. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control.* 1999;27(2):97-132.

