



ORIGINAL

Factores asociados con infección en fracturas diafisarias de tibia



Carlos Mario Olarte^a, Guillermo Rueda^b, Marla Karin Cuello^c,
José Leonardo Tovar Curieux^d, Omar Ricardo Herrera Sánchez^{e,*}
y Meilyn Adriana Muskus Ealo^e

^a Instructor titular clínico de traumatología, Programa de ortopedia y traumatología. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS). Hospital de San José. Bogotá; Hospital Universitario Infantil de San José. Fundación Santa Fe de Bogotá, Bogotá, Colombia

^b Instructor titular clínico de cadera, Programa de ortopedia y traumatología. FUCS. Hospital de San José, Bogotá, Colombia

^c Ortopedista, FUCS, Hospital de San José, Bogotá, Colombia

^d Instructor asistente clínico de cadera, Programa de ortopedia y traumatología. FUCS. Hospital de San José, Bogotá, Colombia

^e Residente de cuarto año, Programa de ortopedia y traumatología, FUCS. Hospital de San José, Bogotá, Colombia

Recibido el 9 de diciembre de 2015; aceptado el 11 de abril de 2017

Disponible en Internet el 15 de junio de 2017

PALABRAS CLAVE

Fractura abierta;
Diafisaria;
Tibia;
Infección;
Osteomielitis

Resumen

Introducción: Una de las principales complicaciones de las fracturas abiertas es la infección, con implicación directa en la recuperación funcional y reincorporación a las actividades diarias. El objetivo del estudio fue identificar los factores asociados con infección en fracturas diafisarias de tibia abierta en dos hospitales universitarios de cuarto nivel entre el 1 de julio de 2010 y el 30 de junio de 2014.

Materiales y métodos: Se recopilaron datos de pacientes mayores de 18 años con fractura abierta diafisaria de tibia en una cohorte retrospectiva, con un seguimiento mínimo de 6 meses. Se realizó un análisis bivariante para encontrar relación entre los factores de riesgo más frecuentes con el desenlace de infección y consolidación.

Resultados: Se siguió a 123 pacientes, de los cuales el 83% eran hombres. La media de edad fue 34 años (DE: $\pm 12,65$). El índice de infección fue del 14%, mayor en las fracturas IIIA y IIIB en el 33% según la clasificación de Gustillo y Anderson. Se observó una relación entre la gravedad de la fractura (Gustillo IIIB; RR: 5,83; IC95: 2,11-16,09) y la infección del sitio operatorio (ISO), y el uso de fijador externo provisional (RR: 2,03; IC95: 1,49-2,77) con ISO.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: orherrerass@fucsalud.edu.co (O.R. Herrera Sánchez).

Conclusión: La infección es una afección multifactorial, pero la condición *per se* para su desarrollo está en relación con el grado de gravedad de la fractura determinada por la Clasificación para fracturas abiertas de Gustillo y Anderson, y la fijación externa inicial.

Nivel de evidencia clínica: Nivel II.

© 2017 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Open fracture;
Diaphyseal;
Tibia;
Infection;
Osteomyelitis

Factors associated with infection in open tibial diaphyseal fractures

Abstract

Background: One of the main complications of open fractures are infections, which have a direct impact on functional recovery and reincorporation into daily activities. The objective of this study was to identify the factors associated with infection in tibial diaphyseal open fractures in two Level IV University Hospitals, between 1 July 2010 and 30 June 2014.

Materials and methods: Data from patients older than 18 years with open tibial diaphyseal fracture were collected from a retrospective cohort, with a minimum follow-up of 6 months. A bivariate analysis was performed to find a relationship between the most frequent risk factors and the outcome of infection and consolidation.

Results: A total of 123 patients were followed-up, of whom 83% were men. The mean age was 34 years (SD: ± 12.65). The infection rate was 14%, and was higher in IIIA and IIIB fractures in 33%, according to the Gustillo and Anderson classification. A relationship between the severity of the fracture (Gustillo III B; RR: 5.83; 95% CI: 2.11-16.09) and operative site infection (ISO) was observed, as well as the use of provisional external fixation (RR: 2.03; 95% CI: 1.49-2.77) with ISO.

Discussion: Infection is a multifactorial condition, but the condition *per se* for its development is related to the degree of severity of the fracture according to the Classification for open fractures of Gustillo and Anderson and the initial external fixation.

Evidence level: II.

© 2017 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Las fracturas de tibia son las fracturas de huesos largos más frecuentes^{1,2}. El Centro Nacional de Estadísticas de Salud de Estados Unidos reporta una incidencia anual de 492.000 fracturas de la tibia y el peroné en ese país; cerca del 24% de estas fracturas son abiertas, de las cuales entre el 29 y el 60% son de grado III de Gustillo y Anderson^{3,4}. Las fracturas de tibia abierta son fracturas que afectan no solo al tejido óseo sino también a la vitalidad de los tejidos blandos hasta el punto de llegar a comprometer la viabilidad de la extremidad⁵. Según la clasificación de fracturas abiertas de Gustillo y Anderson, la incidencia de infección reportada en la bibliografía de fracturas de grado I de Gustillo es del 0-2%; de las de grado II, del 2-5%; de las de grado IIIA, entre el 5 y el 10%; de las de grado IIIB, del 10-25%, hasta alcanzar el 50% en las fracturas de grado IIIC⁶; con lo anterior se podría indicar que el riesgo de infección se incrementa conforme al grado de exposición ósea y el tiempo de evolución^{7,8}. En el año 2010, en nuestra institución se describió una incidencia de infección de fracturas abiertas de grado III del 87%, por encima de lo reportado en la bibliografía mundial, aunque debe aclararse que dicho análisis fue realizado en pacientes con fijación externa provisional, con un promedio

de duración de 7,2 días (rango de 4 a 15 días), para realizar la conversión a manejo definitivo, con lo que aumentaba así el riesgo de infección⁹.

Patzakis et al. propusieron que las fracturas abiertas de grado I se deben tratar con cefalosporinas de primera generación; las de grado II deben recibir medicación anti-biótica para gérmenes gramnegativos, por ser fracturas con mayor energía, y a las fracturas de grado III, por riesgo por contaminación por *Clostridium difficile*, se les debe añadir tratamiento con penicilina cristalina¹⁰. No obstante, algunos estudios muestran que los microorganismos aislados en las fracturas abiertas no son los mismos que se aíslan durante los procesos infecciosos, sino que son contaminación con flora intrahospitalaria¹¹. Además, el espacio muerto y la necrosis subsiguiente de tejidos blandos alrededor de la fractura también son considerados importantes factores determinantes en la colonización bacteriana. El lavado quirúrgico en salas de cirugía y el desbridamiento para eliminar partículas contaminantes está indicado por la gran mayoría de autores y debe realizarse de forma sistemática cada 48-76 horas para eliminar el tejido necrótico subsiguiente, según el criterio del cirujano^{12,13}. Las metas en el manejo de las fracturas abiertas de huesos largos son la prevención de la infección, la unión de la fractura y la restauración de la función, lo

cual se logra realizando un manejo inicial de la lesión según la gravedad, evaluando el compromiso clínico del paciente y sus comorbilidades¹⁴.

El protocolo de atención institucional para el manejo de las fracturas abiertas utilizado en los dos hospitales universitarios, bajo el cual se rigió el manejo de los pacientes incluidos en este estudio, se inicia con una revisión primaria y reanimación del paciente, la cual incluye la toma de imágenes diagnósticas, estudios paraclínicos y valoración por otros servicios según se requiera. Posteriormente se realiza una revisión secundaria, en la cual se valora cada uno de los sistemas, con lo que se genera un diagnóstico inicial, que determina el tipo de lesión y la vitalidad de la extremidad. Tras ello se inicia el tratamiento de paciente estabilizado, el cual incluye irrigación de la herida, profilaxis antitetánica y antibiótica e inmovilización de la fractura. Una vez que se ha clasificado la fractura según la clasificación de Gustillo y Anderson de fracturas abiertas, se inicia el manejo antibiótico correspondiente según el grado de gravedad de la fractura con cefalosporinas de primera generación para fracturas de grados I y II, y cefalosporina de primera generación más aminoglucósidos para fracturas de grado III, a las cuales se añade penicilina cristalina según el riesgo de infección por *Clostridium difficile*. Se realiza un desbridamiento quirúrgico en las primeras 8 horas posteriores a la fractura y lavados quirúrgicos cada 48 horas hasta tener un tejido limpio y vital. Dependiendo de la gravedad de la lesión, el estado de la herida, el grado de contaminación y el estado hemodinámico del paciente, se realiza estabilización quirúrgica de la fractura de forma temporal (con fijador externo) o definitiva.

El objetivo del presente estudio fue identificar la incidencia de infección en fracturas abiertas diafisarias de tibia y su relación con factores asociados con infección, como: comorbilidades, tabaquismo, tiempo de inicio del antibiótico posterior a la fractura, tiempo de realización del primer lavado quirúrgico y tipo de fijación, y si estos parámetros afectan a la consolidación de dichas fracturas, en el Hospital de San José y el Hospital Infantil Universitario de San José, de cuarto nivel. Además, deben tenerse en cuenta las principales complicaciones de las fracturas abiertas, la repercusión a nivel sistémico, funcional y el retardo en la reincorporación a las actividades de la vida diaria.

Materiales y métodos

Este es un estudio observacional de tipo cohorte retrospectiva, con seguimiento mínimo a 6 meses en el Hospital de San José y el Hospital Infantil Universitario de San José, en la ciudad de Bogotá, Colombia, durante el período comprendido entre el 1 de julio de 2010 y el 30 de junio de 2014. Se incluyó a los pacientes que ingresaron en el servicio de urgencias, con diagnóstico de fractura abierta diafisaria de tibia, los cuales cumplían los siguientes criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años de edad y fisis cerradas. Se excluyó a los pacientes que presentaban fracturas de origen no traumático, antecedente previo de intervención en la misma extremidad, pacientes que previamente estuvieran recibiendo tratamiento antibiótico de amplio espectro intravenoso por cualquier otra causa y pacientes de los cuales no se les pudo completar el seguimiento. Se

realizó seguimiento mínimo de 6 meses con estudios de diagnóstico por la imagen y datos de la historia clínica. Se obtuvo información sociodemográfica (sexo, edad y estrato social). Se clasificó la fractura según la clasificación de Gustillo y Anderson para fracturas abiertas y la clasificación de la Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese-Association for the Study of Internal Fixation (AO-ASIF) para el trazo de fractura.

Se determinaron los tiempos de atención inicial desde el momento del traumatismo en número de horas, así como el tiempo en horas de fijación inicial y lavado quirúrgico hasta el momento de su última intervención, de ser necesario. Se describió el tipo de fijación inicial y definitiva (fijador externo definitivo, clavo, placa con tornillos o manejo ortopédico únicamente).

La recopilación de datos y la clasificación de la fractura abierta según el sistema de clasificación de Gustillo y Anderson fue realizada únicamente por los investigadores principales, con experiencia para establecer la clasificación de la fractura.

Como variables de desenlace se consideró infección superficial, definida como «paciente con cambios locales en piel, eritema, rubor, calor, ausencia de secreción y que no requiere reintervención». La infección profunda se definió como presencia de fístula activa, secreción purulenta por herida quirúrgica y/o existencia de cultivos positivos, y requerimiento de reintervención quirúrgica. Según el tiempo de presentación, la infección se categorizó en temprana (aquella ocurrida dentro de los primeros 30 días) y tardía (aquella ocurrida después del día 31 del postoperatorio). La consolidación de la fractura se evaluó radiológicamente a los 6 meses postoperatorios y se definió como la existencia de callo óseo visible en foco de fractura, con más de tres corticales continuas, sumando las proyecciones AP y lateral¹⁵.

Para el análisis de la información se usó el paquete estadístico STATA 10 y el programa Microsoft Excel. Se efectuó un análisis estadístico descriptivo de los datos. Se utilizaron tablas de asociación para calcular el riesgo relativo (RR) para comparar los desenlaces dicotómicos entre la infección del sitio operatorio (ISO) y los factores de riesgo. Se consideró una significancia estadística en resultados menores a 0,05.

El protocolo tuvo la aprobación del comité de investigaciones y ética de la Facultad de Medicina de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, el cual fue clasificado como una investigación sin riesgo.

Resultados

Se incluyó a 132 pacientes con diagnóstico de fractura abierta de tibia diafisaria que ingresaron en el servicio de urgencias de las dos instituciones. El promedio de edad fue 34 años (desviación estándar [DE]: $\pm 12,65$); con un rango de edad entre 19 y 79 años. El 83% (n = 110) fue de sexo masculino. En relación con los estratos socioeconómicos, la información estuvo disponible en 73 pacientes (55,3%), de los cuales el 93,1% pertenecía a los estratos del 1 al 3.

En el grupo estudio, el 94% (n = 125) de los pacientes negó presentar comorbilidades previas al evento. Los restantes presentaron diabetes, neoplasias y enfermedad varicosa. Teniendo en cuenta que estas patologías preexistentes

Tabla 1 Características sociodemográficas y clínicas (n=132)

Características	% (n)
<i>Edad, promedio (DE)</i>	34 (12,65)
<i>Sexo</i>	
Masculino	83,3 (110)
<i>Estrato</i>	
1	3,79 (5)
2	27,27 (36)
3	20,45 (27)
4	3,03 (4)
5	0,76 (1)
6	0 (0)
No disponible	44,70 (59)
<i>Patologías preexistentes</i>	
Diabetes mellitus	2,27 (3)
Neoplasias	2,27 (3)
Enfermedad varicosa	0,76 (1)
Niega	94,7 (125)
<i>Tabaquismo</i>	
Sí	28,03 (37)
No	71,97 (95)
<i>Mecanismo del traumatismo</i>	
Accidente autopedestre	31,82 (42)
Ocupante de vehículo automotor	50 (66)
Caída desde altura	6,06 (8)
Traumatismo por aplastamiento	6,06 (8)
Actividad deportiva	4,55 (6)
Otro (contundente o machetazo)	1,52 (2)

DE: desviación estándar.

pueden generar un estado de inmunosupresión del paciente, se interrogó la presencia de este tipo de enfermedades y se encontró un porcentaje muy bajo de estas en el grupo de estudio, por lo cual se decidió no tenerlas en cuenta para el análisis estadístico. En cuanto al consumo de cigarrillo activo, se encontró un bajo porcentaje de pacientes en la población total en estudio. En cuanto al mecanismo del traumatismo, encontramos que la causa más frecuente son lesiones ocasionadas por vehículo automotor, entre los cuales encontramos motocicletas y automóviles (tabla 1).

La distribución de las fracturas según la clasificación de Gustillo y Anderson fue 31% (n = 41) para las de grado I; 23,5% (n = 31) para las de grado II; 24,2% (n = 32) para las de grado IIIA; 11,4% (n = 15) para las de grado IIIB; 3% (n = 4) para las de grado IIIC, y 6,8% (n = 9) para las de grado IIIA por tiempo de evolución.

Para el análisis del seguimiento mínimo de 6 meses se excluyó a 9 pacientes dado que no completaron dicho tiempo. Se observa la distribución de los pacientes infectados, teniendo en cuenta el tiempo de presentación de la infección (ISO temprana o tardía), y el compromiso de tejidos (ISO superficial o profunda); son más frecuentes las infecciones tardías y profundas (tabla 2).

En la distribución de fracturas según la clasificación de Gustillo y Anderson, se encontró una división homogénea de las fracturas y se observó una relación directa entre

Tabla 2 Características de pacientes infectados (n=123)

Características	% (n)
Infección del sitio operatorio (ISO)	
<i>Pacientes infectados</i>	14,63 (18)
ISO temprana	27,78 (5)
ISO tardía	72,22 (13)
ISO superficial	38,89 (7)
ISO profunda	61,11 (11)
<i>Pacientes NO infectados</i>	85,37 (105)

la gravedad de la fractura y el porcentaje de infección (tabla 3).

En el análisis de los factores de riesgo para infección (tabla 4), se observa que un porcentaje muy bajo de los pacientes presenta diabetes mellitus, por lo cual no se tiene en cuenta como un factor de riesgo para desarrollar infección; en cambio, todos los pacientes fumadores entre 10 y 20 cigarrillos al día desarrollaron infección.

En cuanto al tiempo de inicio del antibiótico posterior a la fractura, teniendo en cuenta un rango de administración antes de 3 o después de 3 horas, y antes de 6 o después de 6 horas, se encontró disminución en el número de pacientes infectados al iniciar antibiótico antes de las 3 horas (n = 8) y un aumento en el número de pacientes infectados después de las 6 horas (n = 10). No se encontró diferencia en el número de infectados con relación al tiempo de inicio de antibiótico entre los grupos de las 3 horas, con un RR de 1,01 (intervalo de confianza al 95% [IC95]: 0,81-2,07), y las 6 horas, con un RR de 1,29 (IC95: 0,81-2,07).

Respecto a la realización del primer lavado quirúrgico, no se encontró diferencia en el desarrollo de infección, en los pacientes que recibieron este tratamiento quirúrgico 12 horas antes o 12 horas después de la fractura.

Se realizó fijación externa provisional en el 47% (n = 58) de los pacientes, que fue el método de fijación más frecuente, seguido por la fijación con clavo endomedular en el 40% (n = 50) de los casos; se encontró un aumento en el número de pacientes infectados en el grupo con fijación externa provisional.

De los factores de asociación estudiados, los que describen riesgo para la presencia de ISO fueron: las fracturas Gustillo y Anderson de grado IIIB (RR: 5,83; IC95: 2,11-16,09) y la fijación externa provisional (RR: 2,03; IC95: 1,49-2,77) con un tiempo promedio de uso de 7,2 días en los pacientes infectados (tabla 4).

De los cultivos realizados a los pacientes con ISO, el 55,6% (n = 10) mostró crecimiento de flora polimicrobiana, donde el 33% (n = 6) correspondía a *Staphylococcus aureus*, *S. marcescens*, *S. hominis* y *Pseudomonas* sp, y en el 44,4% (n = 8) restante de los casos no se aisló germen.

Para el análisis de los resultados de consolidación se tomó como muestra a 121 pacientes ya que dos pacientes requirieron amputación supracondílea como manejo definitivo antes del seguimiento a los 6 meses. El porcentaje de consolidación en el presente estudio fue del 68,6% (n = 83). Se encontró relación entre la no consolidación de la fractura y variables como ISO (RR: 10,92; IC95: 3,36-35,41) y tabaquismo (RR: 2,18; IC95: 1,29-3,70), con un riesgo relativo significativo, aunque se observó en este último grupo mayor

Tabla 3 Existencia de infección según el grado de fractura abierta de Gustillo y Anderson. % (n=123)

	Total (n=123)	Infectados (n=18)	No infectados (n=105)	RR (IC95)	Chi ²
<i>Clasificación de las fracturas de Gustillo y Anderson</i>					
Grado I	30,89 (38)	5,55 (1)	35,24 (37)	0,16 (0,02-1,07)	0,012
Grado II	24,39 (30)	5,55 (1)	27,62 (29)	0,20 (0,029-1,38)	0,044
Grado IIIA	24,39 (30)	33,34 (6)	22,85 (24)	1,46 (0,69-3,06)	0,34
Grado IIIB	9,76 (12)	33,34 (6)	5,71 (6)	5,83 (2,11-16,09)	0,0003
Grado IIIC	3,25 (4)	11,11 (2)	1,90 (2)	5,83 (0,88-38,81)	0,042
Grado IIIA por tiempo	7,32 (9)	11,11 (2)	6,6 (7)	1,667 (038-7,39)	0,5

Chi²: prueba de chi al cuadrado; IC95: intervalo de confianza al 95%; RR: riesgo relativo.

Tabla 4 Factores de riesgo y existencia de infección. % (n=123)

Factores de riesgo	Total (n=123)	Infectados (n=18)	No infectados (n=105)	RR (IC95)	Chi ²
<i>Comorbilidades</i>					
Diabetes mellitus	2,47 (3)	5,55 (1)	66,67 (2)	2,91 (0,28-30,51)	0,3500
Neoplasias	2,47 (3)		100(3)	0	0,4700
Niega	95,12 (117)	14,52 (17)	85,47 (100)	1,167 (0,14-9,41)	0,88
<i>Tabaquismo</i>					
<10 cigarrillos al día	30,08 (37)	33,33 (6)	29,52 (31)	1,13 (0,55-2,31)	0,74
10-20 cigarrillos al día	13,82 (17)	100(6)	16,19 (17)	0	0,07
>20 cigarrillos al día	15,45 (19)		12,38 (13)	2,23 (0,97-5,08)	0,023
	0,81 (1)		0,95 (1)	0	0,67
<i>Tiempo de inicio del antibiótico posterior a la fractura</i>					
≤3 horas	44,72 (55)	44,44 (8)	44,76 (47)	1,01 (0,64-1,57)	0,98
>3 horas	55,28 (68)	55,56 (10)	55,24 (58)		
≤6 horas	55,2 (68)	44,4 (8)	57,14 (60)	1,29 (0,81-2,07)	0,32
>6 horas	44,71 (55)	55,56 (10)	24,86 (45)		
<i>Tiempo de realización del primer lavado quirúrgico posterior a la fractura</i>					
≤12 horas	47,15 (58)	50(9)	46,67 (49)	0,94 (0,57-1,54)	0,79
>12 horas	52,85 (65)	50(9)	53,33 (56)		
<i>Fijación inicial</i>					
Fijación externa provisional	47,15 (58)	83,35 (15)	40,95 (43)	2,03 (1,49-2,77)	0,0009
Fijación interna endomedular	40,66 (50)		47,62 (50)	0	0,0001
Fijación interna con placa	5,69 (7)	5,55 (1)	5,71 (6)	0,97 (0,12-7,60)	0,98
Fijación externa definitiva	3,25 (4)	5,55 (1)	2,86 (3)	1,94 (0,21-17,68)	0,55
Ortopédico	3,25 (4)	5,55 (1)	2,86 (3)	1,94 (0,21-17,68)	0,55

Chi²: prueba de chi al cuadrado; IC95: intervalo de confianza al 95%; RR: riesgo relativo.

riesgo en los pacientes consumidores de 10-20 cigarrillos al día (tabla 5).

Discusión

Las fracturas abiertas de tibia por lo general se asocian con una alta tasa de complicaciones, las cuales incluyen infección entre el 3 y el 40%; osteomielitis, el 17,9%; pseudoartrosis, el 15,5%, y pérdida del colgajo, el 5,8%^{16,17}.

El tratamiento de las fracturas abiertas se considera una verdadera urgencia ortopédica. Sin embargo, el tratamiento óptimo de estas fracturas no ha sido definido claramente por la bibliografía ortopédica. Los principios actuales del tratamiento consisten en la administración temprana del antibiótico en el momento inicial de la evaluación

del paciente, seguido de desbridamiento quirúrgico exhaustivo, estabilización temprana de la fractura, ya sea temporal o definitiva, profilaxis antibiótica durante 48 horas después de cada procedimiento quirúrgico y el retraso en el cierre de las heridas, para un resultado deseable de consolidación y restablecimiento de la función¹⁸.

Se analizaron los factores de riesgo del aumento en la tasa de infección en fracturas diafisarias de tibia abierta, los cuales mostraron una asociación entre el grado de clasificación de la fractura abierta según la clasificación de Gustillo y Anderson y la fijación externa provisional durante más de 7,2 días, con el desenlace de infección. De igual forma, encontramos asociación entre consumo de cigarrillo y la no consolidación de las fracturas. No se logró establecer aumento del riesgo de infección con la existencia de comorbilidades como diabetes mellitus o neoplasias ya

Tabla 5 Factores de riesgo y consolidación. % (n=121)

Factores de riesgo	Seguimiento a 6 meses				Chi ²
	Total (n=121)	Consolidado (n=83) 68,6%	No consolidado (n=38) 31,4%	RR (IC95)	
<i>ISO</i>					
Infectados	14,63 (18)	3,61 (3)	39,47 (15)	10,92 (3,36-35,41)	
No infectados	85,37 (103)	96,39 (80)	60,53 (23)		
<i>Tabaquismo</i>					
<10 cigarrillos al día	29,75 (36)	21,69 (18)	47,37 (18)	2,18 (1,29-3,70)	0,0041
10-20 cigarrillos al día	14,05 (17)	14,46 (12)	13,16 (5)	1,28 (0,5-3,29)	0,8500
No fumador	15,70 (19)	7,23 (6)	34,21 (13)	4,66 (1,94-36,93)	0,0002
	70,25 (85)	78,31 (65)	52,63 (20)	1,49 (1,08-2,053)	0,0041
<i>Clasificación de las fracturas de Gustillo y Anderson</i>					
Grado I	31,40 (38)	37,35 (31)	18,42 (7)	0,49 (0,24-1,01)	0,0373
Grado II	24,79 (30)	24,10 (20)	26,32 (10)	1,09 (0,57-2,10)	0,7930
Grado IIIA	24,79 (30)	25,30 (21)	23,68 (9)	0,94 (0,47-1,85)	0,8500
Grado IIIB	9,93 (12)	7,23 (6)	15,79 (6)	2,18 (0,75-6,33)	0,1400
Grado IIIC	1,65 (2)	0	5,26 (2)	0	0,0350
Grado IIIA por tiempo	7,44 (9)	6,02 (5)	10,53 (4)	1,74 (0,49-6,144)	0,3810

Chi²: prueba de chi al cuadrado; IC95: intervalo de confianza al 95%; ISO: infección del sitio operatorio; RR: riesgo relativo.

que el porcentaje de esta población presente en el estudio era muy bajo, por lo cual fueron excluidas del análisis estadístico.

Court Brown et al. encontraron que, según la clasificación de Gustillo y Anderson el aumento en el grado de gravedad de la fractura, se correlaciona positivamente con mayor incidencia de la infección, mayor estancia hospitalaria, mayor número de procedimiento quirúrgicos y mayor tiempo de consolidación¹⁹. En 2007, Zalavras et al. afirmaron que la tasa de infección en fracturas abiertas aumenta progresivamente según el aumento en la clasificación de la fractura²⁰, lo cual es similar a lo reportado en la bibliografía mundial y a lo encontrado en nuestro estudio, salvo que nuestros resultados no fueron estadísticamente significativos.

En 2014, Scolaro et al.²¹ realizaron una revisión sistemática de la asociación de consumo de cigarrillo y el aumento de complicaciones asociadas con fracturas de tibia abiertas, y encontraron que el consumo de cigarrillo aumenta el riesgo de infección el 7% y de no unión de las fracturas el 12%. Teniendo en cuenta lo escrito en la bibliografía mundial y lo hallado por Scolaro et al., en nuestro estudio se observó que existe una relación entre la no consolidación y el consumo de cigarrillo ya que gran parte de las fracturas que no consolidaron pertenecían al grupo de pacientes fumadores, por lo que se estableció el consumo de cigarrillo como factor de riesgo para la no consolidación de las fracturas. Además, no se observó relación entre el consumo de cigarrillo y el aumento en la ISO.

La fijación externa provisional es uno de los manejos indicados en fracturas abiertas dependiendo de la gravedad, el estado hemodinámico del paciente y el estado de los tejidos blandos, entre otras causas. Se lleva a cabo con el fin de realizar un control de daños y manejo de tejidos blandos para diferir un manejo definitivo de la fractura, una vez que el paciente se encuentra en condiciones óptimas para realizar una fijación definitiva.

Metsemakers et al., en 2014, realizaron un estudio retrospectivo con el fin de identificar factores de riesgo asociados

a infección y no consolidación de fracturas abiertas diafisarias de tibia, y encontraron que el uso inicial de fijador externo era un factor de riesgo para infección y no consolidación de la fractura, lo cual se asemeja a lo encontrado en nuestro estudio, donde la mayoría de los pacientes infectados fueron manejados con fijador externo inicial, durante 7,2 días por término medio, lo que demostró ser un factor de riesgo para infección del sitio operatorio con un valor estadísticamente significativo.

Aunque muchos estudios reportan controversias en el manejo de fracturas abiertas, todos los protocolos de manejo incluyen la irrigación y el desbridamiento quirúrgico prioritario, el manejo antibiótico y la estabilización de la fractura como una necesidad en el tratamiento²². En la mayoría de la bibliografía no se encuentra una correlación entre el tiempo del tratamiento quirúrgico de las fracturas abiertas y la tasa de infección. El uso de 6 horas como el punto de corte para el desbridamiento quirúrgico parece estar basado más en el antecedente histórico que en la evidencia científica, y algunos autores lo califican de arbitrario e incluso recomiendan reevaluar dicha regla. Solo un estudio ha encontrado una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a complicaciones infecciosas cuando el tiempo entre la lesión y el desbridamiento quirúrgico fue inferior a las 5 horas. No obstante, Bednar y Parikh demostraron en sus series de casos que no existía diferencia en los pacientes llevados a cirugía después de 6 horas, siempre y cuando el paciente tuviese antibiótico intravenoso de forma temprana (2 horas después del traumatismo). En nuestro estudio, no encontramos diferencia en la realización del desbridamiento quirúrgico antes o después de las 12 horas posteriores a la fractura para el desarrollo de infección.

En cuanto al manejo antibiótico profiláctico, se ha demostrado que la administración de antibiótico debe iniciarse lo antes posible. Se ha observado mayor riesgo de infección en aquellos pacientes a quienes se les inicia dicho manejo después de las primeras 3 horas posteriores a la fractura^{23,24}. En nuestro estudio, no encontramos diferencia

estadísticamente significativa en el inicio del manejo antibiótico antes de 3 o 6 horas posteriores a la fractura con relación a la ISO.

En cuanto a los agentes infecciosos, se encontraron bacterias grampositivas y gramnegativas en gran parte de los pacientes infectados, y los restantes mostraron crecimiento de flora polimicrobiana, lo cual es congruente con lo descrito en la bibliografía universal.

Este estudio, pese a estar bien diseñado, presenta entre sus limitaciones el tamaño de la muestra ya que se requiere un número mayor de casos para demostrar las relaciones de causalidad de diferentes variables. Aparte de ello, la pérdida en el seguimiento de los casos secundaria a la remisión de los pacientes a otras instituciones de la red de las empresas promotoras de salud, disminuyó aún más la población de estudio. No se pudo controlar la variable tiempo por ser un hospital de referencia ya que los pacientes ingresan incluso con 6 horas de evolución o más.

Los resultados apoyan la importancia de una estabilización definitiva de forma precoz y el aumento del riesgo de infección de acuerdo con la gravedad de la fractura, pero no aclara el papel de las comorbilidades preexistentes, el tabaquismo, el tiempo de inicio del tratamiento antibiótico y del desbridamiento quirúrgico.

Se puede concluir que la infección y la consolidación como resultado final son de carácter multifactorial, pero la condición *per se* para el desarrollo de esta está en relación con el grado de gravedad de la fractura que se correlaciona muy bien con el sistema de clasificación para fracturas abiertas de Gustillo y Anderson, el uso prolongado de la fijación externa inicial y el tabaquismo, respectivamente. Por esto, la clasificación para fracturas abiertas de Gustillo y Anderson se debe realizar de forma precisa y habitual, al igual que una estabilización definitiva de forma precoz, ya que ambas han demostrado tener un valor pronóstico positivo.

Responsabilidades éticas

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

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

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

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Okike K, Bhattacharyya T. Trends in the management of open fractures. A critical analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:2739-48.
- Enninghorst N, McDougall D, Hunt JJ, Balogh ZJ. Open tibia fractures: timely debridement leaves injury severity as the only determinant of poor outcome. *J Trauma.* 2011;70:6-352, discussion 6-7.
- Melvin JS, Dombroski DG, Torbert JT, Kovach SJ, Esterhai JL, Mehta S. Open tibial shaft fractures: I. Evaluation and initial wound management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010;18:10-9.
- Metsemakers WJ, 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;46:5-740.
- Zalavras CG, Marcus RE, Levin LS, Patzakis MJ. Management of open fractures and subsequent complications. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:884-95.
- Sungaran J, Harris I, Mourad M. The effect of time to theatre on infection rate for open tibia fractures. *ANZ J Surg.* 2007;77:886-8.
- Crowley DJ, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Irrigation of the wounds in open fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89:580-5.
- Pollak AN. Timing of debridement of open fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:548-51.
- Ramírez Lamas JC, Torres Higuera JK, Nossa JM, Olarte CM, Rueda G. Infección de fracturas tibiales abiertas con y sin fijación externa provisional hospital de San José 2008-2009. *Medicina y Cirugía.* 2010;19:135-40.
- Holtom PD. Antibiotic prophylaxis: current recommendations. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:598-100.
- 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;94:107-12.
- Giannoudis PV, Papakostidis C, Roberts C. A review of the management of open fractures of the tibia and femur. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:281-9.
- Dougherty PJ, Silverton C, Yeni Y, Tashman S, Weir R. Conversion from temporary external fixation to definitive fixation: shaft fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:5124-7.
- Pollak AN, Jones AL, Castillo RC, Bosse MJ, MacKenzie EJ, Group LS. 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.
- den Boer FC, Bramer JA, Patka P, Bakker FC, Barentsen RH, Feilzer AJ, et al. Quantification of fracture healing with three-dimensional computed tomography. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1998;117:345-50.
- Bali K, Aggarwal S, Kumar V, Mootha AK, Rawal S, Tahasildar N, et al. Operative management of type II and type IIIa open tibial fractures presenting from 6-24 hours after injury: an Indian experience. *Current Orthopaedic Practice.* 2011;22:262-6.
- Khatod M, Botte MJ, Hoyt DB, Meyer RS, Smith JM, Akeson WH. Outcomes in open tibia fractures: relationship between delay in treatment and infection. *J Trauma.* 2003;55:949-54.
- Harley BJ, Beaupre LA, Jones CA, Dulai SK, Weber DW. The effect of time to definitive treatment on the rate of nonunion and infection in open fractures. *J Orthop Trauma.* 2002;16:484-90.
- Chua W, Murphy D, Siow W, Kagda F, Thambiah J. Epidemiological analysis of outcomes in 323 open tibial diaphyseal fractures: a nine-year experience. *Singapore Med J.* 2012;53:385-9.
- Melvin JS, Dombroski DG, Torbert JT, Kovach SJ, Esterhai JL, Mehta S. Open tibial shaft fractures: II Definitive management and limb salvage. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010;18:108-17.
- 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;96:674-81.

22. Crowley DJ, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Debridement and wound closure of open fractures: the impact of the time factor on infection rates. *Injury*. 2007;38:879–89.
23. Mundi R, Chaudhry C, Niroopan G, Petrisor B, Bhandari M. Open Tibial Fractures: Updated Guidelines for Management. *JBJs Reviews*. 2015;3:1–7.
24. 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*. 2015;55:146–50.