

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
POSGRADO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS**



**“FACTORES DE RIESGO DE INFECCIONES RELACIONADAS A
FRACTURAS EN HOSPITAL NACIONAL ROSALES. ESTUDIO DE CASOS Y
CONTROLES”**

Presentado Por:

Dr. Carlos Antonio Marroquín Rivas

Para Optar al Título de:

Especialista en Ortopedia y Traumatología

Asesor de tesis:

Dr. Álvaro Guillermo Sánchez Chávez

Ciudad Universitaria “Dr. Fabio Castillo Figueroa”, El Salvador, Diciembre, 2025

Contenido

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	4
Definición de infecciones relacionadas a fracturas	4
Epidemiología	4
Etiología.....	5
Patogénesis.....	5
Criterios diagnósticos de las infecciones relacionadas a fracturas.....	6
Clasificación De Las Infecciones Relacionadas A Fracturas.....	8
Prevención de las infecciones relacionadas a fracturas.....	9
Tratamiento de las infecciones relacionadas a fracturas	10
Estrategia de manejo de las infecciones relacionadas a fracturas	12
Factores de riesgo	14
Razones por las que la investigación propuesta es importante.	16
2. MATERIALES Y MÉTODOS	17
Tipo de diseño.....	17
Población de estudio	17
Método de recogida de datos	18
Variables	19
Entrada y gestión informática de los datos	23
Estrategia de análisis.....	24
3. RESULTADOS	25
4. DISCUSION.....	31
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

RESUMEN

La incidencia de las infecciones relacionadas a fracturas (IRF) implica un decremento en la calidad de vida de los pacientes, y un alto coste de recursos para su tratamiento. Actualmente hay escasa evidencia científica para generar manejos estandarizados. Se resalta la importancia de la prevención de las IRF, y que existen factores de riesgo modificables y no modificables, relacionados en la incidencia de las IRF que podrían ser abordados. El objetivo de esta investigación consiste en identificar los factores que se relacionan con la evolución hacia IRF en los pacientes atendidos por fracturas en el Hospital Nacional Rosales.

Materiales y métodos. Se realizó un estudio de casos y controles no apareado, en relación 1:2, a partir de fuentes documentales (expedientes clínicos) de los pacientes consecutivos atendidos en los últimos años hasta alcanzar la muestra de 150 sujetos. Las variables por medir fueron las identificadas a nivel internacional. Se realizó análisis univariado para identificar a los factores que constituyeron el modelo para un análisis multivariado.

Resultados. En total 150 pacientes fueron incluidos en el estudio, 50 casos y 100 controles. Los factores de riesgo identificados individualmente en la incidencia de IRF fueron estancia en UCI, días de estancia hospitalaria, tabaquismo, diabetes mellitus, ERC, infección en otro sitio del cuerpo, días de uso de ATB, mecanismo de la fractura, trazo de la fractura, fractura expuesta, tiempo de espera para manejo inicial y tiempo de espera para manejo definitivo en fracturas expuestas. En el análisis multivariado los únicos factores que mostraron significancia fueron diabetes mellitus y la presencia de una fractura expuesta, los cuales aumentan 3.4 y 5.2 veces el riesgo de presentar IRF (OR= 3.45 y OR= 5.23, respectivamente).

Conclusión. A pesar de los datos obtenidos, se necesitan realizar estudios con mayor número de muestra y con mayor potencia estadística para poder realizar conclusiones definitivas sobre el grado de incidencia de los factores en las IRF.

Palabras clave: factores de riesgo, fracturas óseas, infecciones, fracturas abiertas, antibacterianos, fijación interna de fracturas.

1. INTRODUCCIÓN

Definición de infecciones relacionadas a fracturas

En 1996, Arens et al, reportaron que, en la literatura científica a esa fecha, no se contaba con la definición del término “infección” (1). Fue hasta en 2018, que Metsemakers et al, encontraron que solo el 2% de los ensayos clínicos randomizados relacionados con el manejo de fracturas, tenían una definición del término “infección”. El Fracture-Related Infection Consensus Group publicó en 2018 las bases para un nuevo concepto de “infecciones relacionadas a fracturas”. Con la ayuda de la fundación AO y la Sociedad Europea de Infecciones Óseas y Articulaciones (EBJIS por sus siglas en inglés), expertos de 9 países llegaron en consenso a la definición de “infecciones relacionadas a fracturas” y sus criterios diagnósticos. En el año 2020 el grupo internacional de expertos actualizó el concepto y sus criterios diagnósticos, incluyendo criterios confirmatorios y criterios sugestivos del proceso infeccioso (1,2). La definición actualizada de “infecciones relacionadas a fracturas” se refiere a todo proceso infeccioso que se presenta en el contexto de una fractura, incluyendo:

- Las infecciones alrededor de los implantes,
- Las no uniones óseas infectadas,
- Infecciones hematógenas durante el proceso de consolidación de una fractura y,
- Las infecciones en las fracturas que no tienen fijación interna.

Epidemiología

La incidencia de infecciones en pacientes con fracturas cerradas y fracturas abiertas es de aproximadamente el 2% y más de 30%, respectivamente. Se estima que aproximadamente 10 personas de cada 100,000 habitantes presentan infecciones relacionadas a fracturas en los países europeos. Se asume que la incidencia de la patología irá en aumento en los próximos años. Los países con ingresos medianos y bajos tienen especial riesgo por el número de fracturas expuestas y la disponibilidad de recursos que poseen (3) .

Etiología

Numerosos estudios han demostrado a varios organismos involucrados en las infecciones relacionadas a fracturas. El conocimiento de los agentes causales puede ayudar al desarrollo de guías para el tratamiento de la enfermedad. *Staphylococcus aureus* es el patógeno más conocido en las infecciones de la piel, tejidos blandos y las infecciones de sitio quirúrgico. En los procedimientos ortopédicos, las infecciones de sitio quirúrgico son causadas principalmente por *Staphylococcus aureus*, seguido de especies de *pseudomonas* (4).

En las últimas 2 décadas la resistencia a los antibióticos por parte de los patógenos ha aumentado, todo esto es debido al uso empírico de la antibioticoterapia para el manejo de las infecciones. Otras de las posibles causas del aumento de la resistencia de las bacterias a los antibióticos son la formación de biofilm, aumento de la virulencia y la formación de moléculas de adhesión por parte del patógeno (4).

Patogénesis

Se ha hipotetizado que las infecciones relacionadas a fracturas ocurren debido a:

1. La exposición del tejido óseo o de los tejidos profundos al ambiente externo, ya sea en el contexto de una fractura expuesta o durante la colocación de materiales de osteosíntesis.
2. La inoculación de microorganismos por diseminación hematógena proveniente de un foco infeccioso en cualquier parte del cuerpo.

Una vez inoculado el microorganismo, la formación de biofilm del patógeno sobre los materiales de osteosíntesis juega un papel crucial en la patogénesis de las infecciones relacionadas a fracturas. Los microorganismos en el biofilm sobreviven a concentraciones más altas de antibióticos, además, no se alcanzan las concentraciones sanguíneas adecuadas del antibiótico para que éste ejerza su efecto, todo esto debido al compromiso del periostio por el mecanismo de la lesión o por el mismo procedimiento quirúrgico. El tiempo también es un factor importante en la patogénesis de la infección, ya que el biofilm se forma en las primeras semanas después del evento causal y, además, la curación de la

fractura es crucial para la resolución de la infección, lo cual se da de semanas a meses (5,6).

Cuando un material es colocado en una fractura, se produce una “carrera” entre las células del huésped para recubrir dicho material, produciendo una respuesta adaptativa, pero cuando un patógeno infeccioso llega a la superficie del material, puede expresar moléculas de adhesión que van a iniciar la colonización y la formación del biofilm (7), ver figura 1.

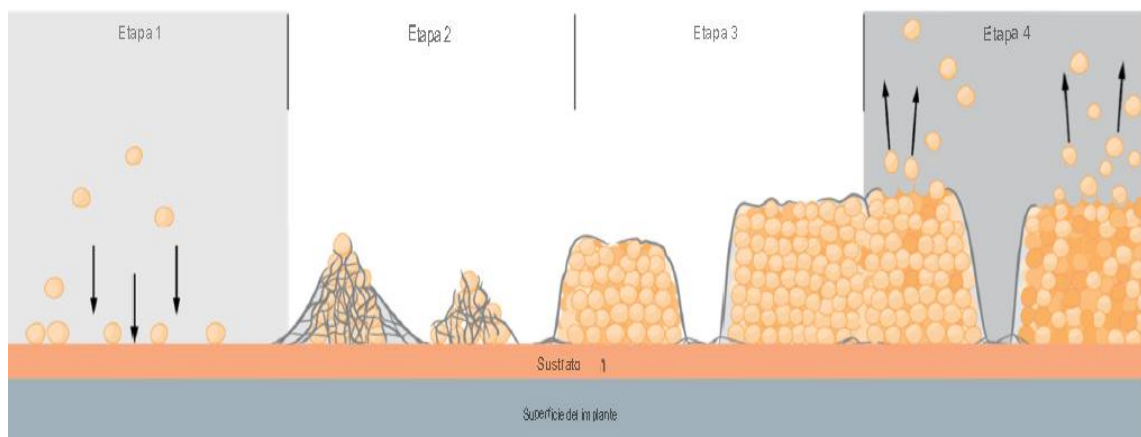


Figura 1. Formación del biofilm. (7)

Criterios diagnósticos de las infecciones relacionadas a fracturas

El diagnóstico de las infecciones relacionadas a fracturas se basa en varios pilares, cada uno de los cuales se relaciona con el otro en un proceso dinámico para su identificación.

Los pilares con los siguiente:

1. Criterios clínicos
2. Marcadores inflamatorios y
3. Estudios de imagen.

Para el diagnóstico de las infecciones relacionadas a fracturas se toman en cuenta los criterios diagnósticos confirmatorios y sugestivos en el período pre quirúrgico y post-quirúrgico (1), ver figura 2 y tabla 1.

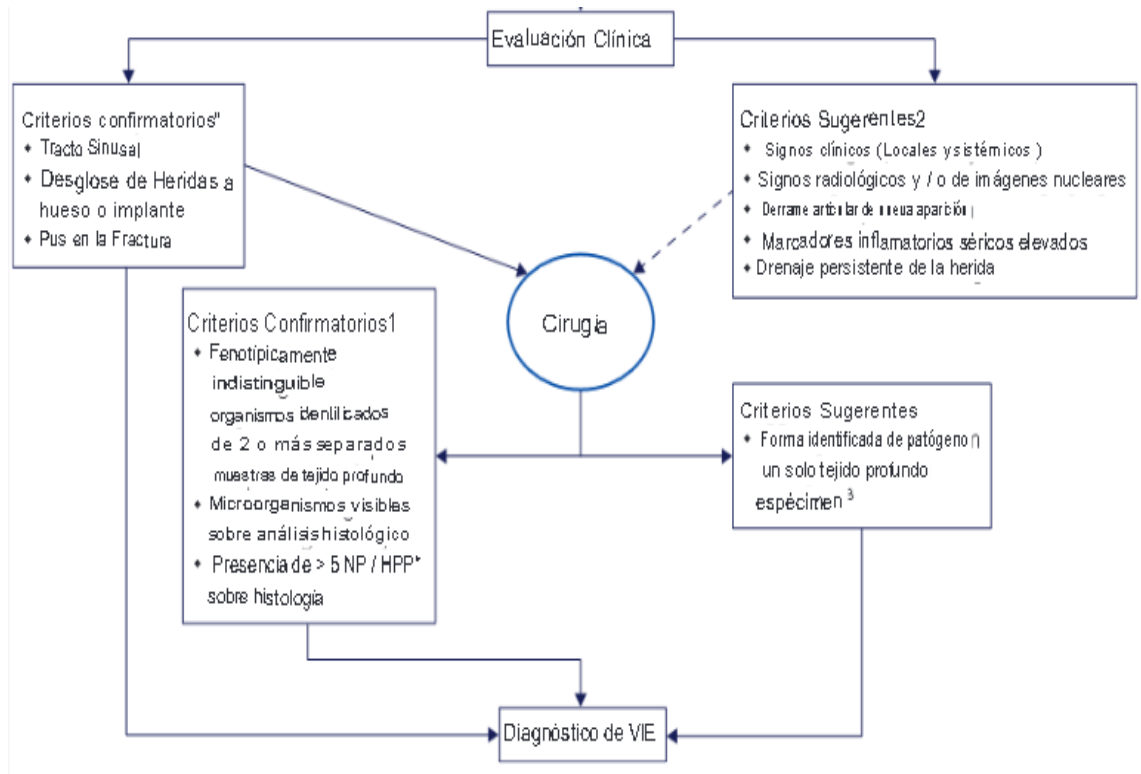


Figura 2. Pilares diagnósticos de infección relacionada a fractura. (1)

Los principales objetivos del uso de estudios de imagen son: 1) adquirir más certeza sobre la presencia o ausencia de infecciones relacionadas a fracturas, 2) identificar hallazgos propios de procesos infecciosos, como secuestros óseos, inflamación, tractos sinuosos y abscesos, y 3) establecer el grado de consolidación ósea y estabilidad del implante (8,9).

Tabla 1. Criterios diagnósticos para infecciones relacionadas a fracturas. (9)

CRITERIOS CONFIRMATORIOS	1) Fístula, seno o dehiscencia de herida (con comunicación al hueso o al implante)
	2) Drenaje de pus de la herida o presencia de pus durante la cirugía.

	3) Cultivos positivos de al menos 2 tejidos profundos/implantes separados cuyas muestras son tomadas durante una intervención quirúrgica.
	4) La presencia de microorganismos en tejido profundo tomado durante una intervención quirúrgica, según lo confirmado por análisis histopatológico.
CRITERIOS SUGESTIVOS	1) Signos clínicos: dolor sin carga de peso; enrojecimiento local; hinchazón local; aumento de la temperatura local; y fiebre $\geq 38,3$ C.
	2) Signos radiológicos: lisis ósea en el lugar de la fractura o alrededor del implante, aflojamiento del implante, aparición de secuestro óseo, fallo en la consolidación ósea, reacción perióstica.
	3) Un organismo patógeno identificado mediante cultivo a partir de una única muestra de tejido profundo/implante tomado durante una operación intervención.
	4) Marcadores inflamatorios séricos elevados: velocidad de sedimentación globular, recuento de glóbulos blancos, proteína C reactiva.
	5) Drenaje de la herida persistente, creciente o de nueva aparición, más allá de los primeros días postoperatorios.
	6) Derrame articular de nueva aparición en pacientes con una fractura intraarticular o cuando un implante penetra la cápsula articular.

Clasificación De Las Infecciones Relacionadas A Fracturas

Las infecciones relacionadas a fracturas se pueden clasificar de acuerdo con el tiempo transcurrido en la aparición de los síntomas desde el momento de la fractura, el tipo de paciente, la vía de infección, la consolidación de la fractura, los síntomas producidos, la cobertura de los tejidos blandos, etc. Pero la clasificación más aceptada y utilizada es la

propuesta por Willenegger y Roth, que clasifica la enfermedad en base al tiempo de aparición de los síntomas desde el momento de la fractura, definiendo 3 categorías:

- 1) Temprana (< 3 semanas)
- 2) Intermedia (entre 3 y 10 semanas) y
- 3) Tardía (> 10 semanas).

A pesar de las nuevas clasificaciones de la enfermedad, se necesita establecer un consenso para guiar a un manejo adecuado de la enfermedad (10).

Prevención de las infecciones relacionadas a fracturas

La medida más importante para la disminución del riesgo de las infecciones perioperatorias es el uso de antibiótico como profilaxis (11).

Las medidas para poder prevenir los procesos infecciosos en la cirugía ortopédica los podemos dividir según el momento de la cirugía en: 1) medidas preoperatorias, 2) medidas intraoperatorias y 3) medidas postoperatorias (7,11). Se resumen las medidas en la tabla 2.

Tabla 2. Medidas para prevenir las infecciones relacionadas a fracturas. (7,11)

MEDIDAS PREOPERATORIAS	<ul style="list-style-type: none">• Manejo de infecciones activas.• Antibiótico profiláctico.• Glucemia controlada.• Lavados prequirúrgicos con antisépticos del miembro a operar.• Lavado de manos con soluciones antisépticas por el cirujano.• Uso de soluciones a base de alcohol para el área quirúrgica.• Remover el vello del área quirúrgica.• Cese de tabaquismo.
-----------------------------------	---

<p style="text-align: center;">MEDIDAS INTRA-OPERATORIAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuado aporte de oxígeno. • Prevenir la hipotermia. • Mantener la puerta del quirófano cerrada. • Ventilación con flujo laminar. • Uso de mascarillas nivel 2 para todo el personal del quirófano. • Recambio de ropas quirúrgicas las veces necesarias. • Solo el personal esencial debe estar dentro del quirófano. • Tiempos quirúrgicos los más cortos posibles.
<p style="text-align: center;">MEDIDAS POSTOPERATORIAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Heridas operatorias selladas. • No realizar cambio de apósitos en las primeras 24 horas. • Retirar los drenos lo más pronto posible. • Informar al paciente y a los familiares para que se identifique algún proceso infeccioso temprano.

Tratamiento de las infecciones relacionadas a fracturas

El manejo de las infecciones relacionadas a fracturas sigue siendo un desafío para el ortopeda tratante. A pesar de toda la información publicada al momento, no hay ensayos clínicos sobre estrategias quirúrgicas para el manejo de éstas. La erradicación completa de la infección requiere:

- 1) Desbridación del tejido afectado
- 2) Remoción de los implantes o cuerpos extraños
- 3) Creación de un ambiente estable para la fractura
- 4) Manejo del espacio muerto y
- 5) La administración sistémica y local de antibióticos.

1) Desbridación del tejido afectado

Realizar una desbridación del tejido afectado sigue siendo un paso crítico en el manejo de las infecciones, incluye además la remoción del tejido desvascularizado de la fractura. Durante el procedimiento se toman varias muestras para realizar cultivos. Después de la remoción del tejido se realiza un lavado copioso, generalmente con solución salina normal, no se ha encontrado ventajas al añadir alguna solución antiséptica o algún antibiótico a la solución para el lavado quirúrgico. Aún hay controversia en cuanto al número de litros ideal para realizar el procedimiento (12).

2) Remoción de los implantes o cuerpos extraños

Se han descritos varias tendencias para el manejo de las infecciones y la remoción de los implantes, en términos generales son 3 las opciones de tratamiento: 1) Remoción del implante en caso de que ya exista una consolidación de la fractura, 2) Desbridación, terapia antibiótica y retención del implante y 3) Desbridación y recambio del implante en una o dos etapas. Para cada una de estas tendencias aún no hay un consenso en cuanto a la duración del tratamiento antibiótico y la decisión de la elección del tratamiento es basado principalmente en la opinión de expertos en el tema (13).

3 y 4) Creación de estabilidad y manejo del espacio muerto para la fractura

Al realizar el desbridamiento del tejido infectado se genera un espacio muerto que presenta las características ideales para la proliferación bacteriana y la formación del biofilm debido al poco aporte sanguíneo del área afectada y un pH bajo, por lo que el manejo de este espacio es muy importante para el tratamiento de la infección. Uno de los objetivos del manejo del espacio muerto es brindar una estabilidad mecánica a la fractura, por lo que el uso de polimetilmetacrilato se ha convertido en uno de las opciones más viables para este propósito, y cuando los espacios muertos son de gran tamaño, la combinación de colocar materiales de osteosíntesis junto con espaciadores de cemento está siendo utilizada ampliamente (12).

5) Administración sistémica y local de antibióticos

La terapia con antibióticos no debe ser iniciada antes de realizar el procedimiento quirúrgico y tomar muestras para cultivos. En caso de un diagnóstico confirmatorio se puede iniciar la terapia empírica y mantenerla hasta el resultado de los cultivos tomados en el procedimiento quirúrgico. Una vez se obtiene el resultado del cultivo, la terapia antibiótica puede ser dirigida, generalmente se maneja con antibióticos endovenosos durante las primeras 2 semanas, y luego, se continua con antibióticos orales por 4 semanas más, hasta completar 6 semanas de tratamiento. Los principales antibióticos que se utilizan en el área de ortopedia para la administración local son clindamicina, tobramicina, gentamicina y vancomicina. Se han descrito varias maneras de utilizar antibióticos locales, desde la aplicación directa del antibiótico en el área afectada, hasta la administración de antibiótico por medio de un transportador definido, que puede ser por medio de injertos óseos o materiales sintéticos. El polimetil-metacrilato ha sido el transportador más utilizado para la administración de antibióticos locales, brindando concentraciones de antibióticos más altas en el área afectada, así como un buen soporte estructural que contribuya a la estabilidad de la fractura. Recientemente se están realizando investigaciones sobre el uso de cerámicas, hidrogeles, esponjas de colágeno y otras moléculas, con el fin de ser transportadores de antibióticos, pero su utilización aún está en estudio (12).

El cirujano ortopeda juega un papel fundamental en el manejo de la patología infecciosa, ya que de él depende la calidad del manejo de los tejidos a tratar, la ejecución de una técnica quirúrgica racional, preservación de la vascularidad de la fractura y proporcionar una estabilidad suficiente para el manejo de la fractura. Aunque se necesita un manejo multidisciplinario para la administración de antibióticos, siempre hay que tomar en cuenta que esto es una patología meramente quirúrgica (14).

Estrategia de manejo de las infecciones relacionadas a fracturas

Metsemakers et al, propone un esquema de manejo para este tipo de infecciones, donde divide según el tiempo de evolución de la enfermedad en 3 categorías: infecciones

tempranas (< 2 semanas), infecciones retrasadas (entre 2 y 10 semanas), e infecciones tardías (> 10 semanas). Para cada una de estas categorías propone una intervención quirúrgica valorando el desbridamiento del tejido infectado, el retención o no del implante de osteosíntesis, o la utilización de técnicas de reconstrucción óseas (15), ver figura 3.

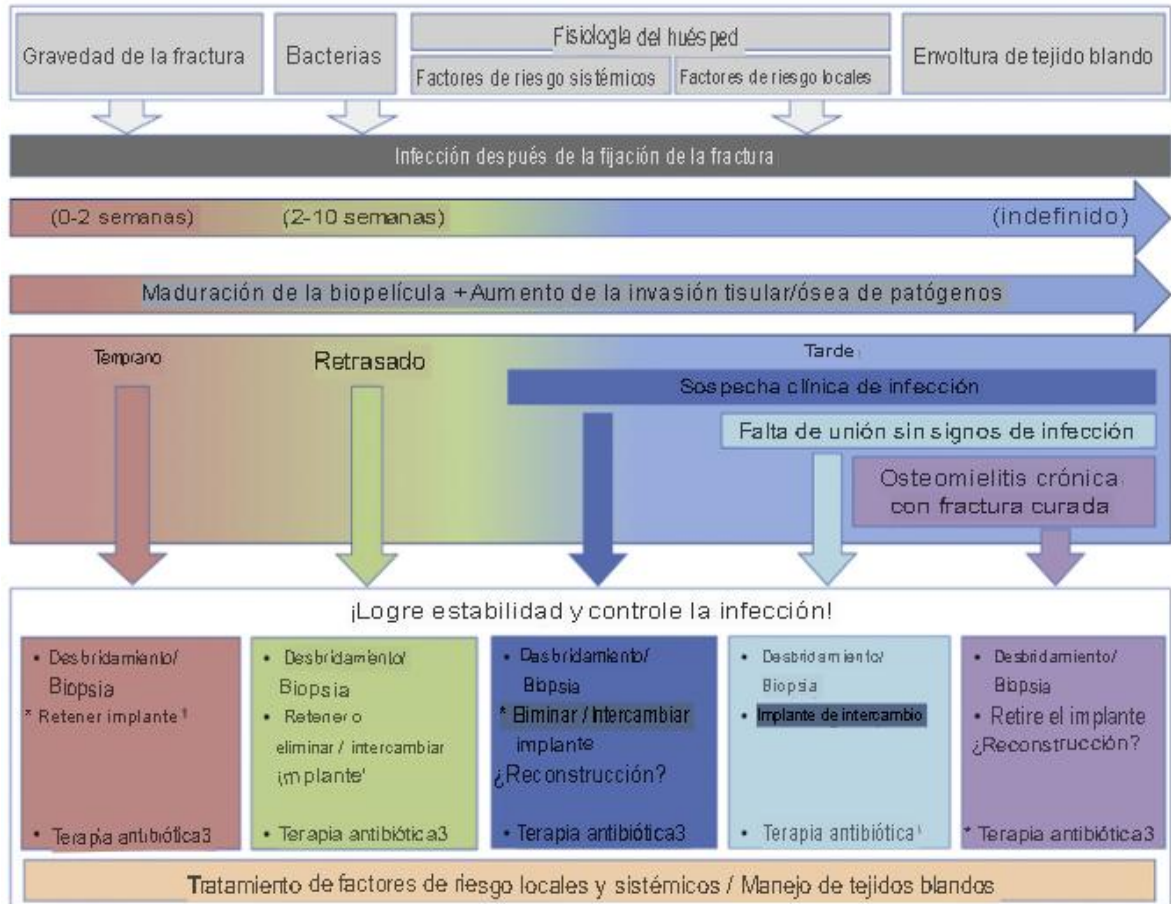


Figura 3. Esquema propuesto por Metsemakers et al.(15)

A pesar de todos los avances que se han la ciencia de la salud, no hay un tratamiento estandarizado para el manejo de estos pacientes, ya que no se dispone de evidencia científica sólida de los resultados obtenidos con los tratamientos descritos.

Factores de riesgo

Los factores de riesgo para desarrollar infecciones relacionadas con fracturas son múltiples por lo que se han clasificado según su procedencia:

1. Factores propios del huésped: Se han descrito factores propios del huésped como el tabaquismo, edad del paciente mayor a 65 años, obesidad, diabetes, malnutrición, evaluación de ASA de 3 o 4, alcoholismo y uso de drogas (16–18), ver tabla 2.

2. Factores propios de la fractura: grado de contaminación (carga bacteriana mayor a 10^4 bacterias), severidad de la injuria según el grado de exposición por Gustilo y Anderson (ver anexo 1), la capacidad de cobertura de los tejidos blandos en fracturas tipo III de Gustilo y Anderson, y el mecanismo de la lesión.(18,19).

3. Factores externos debido al tratamiento: la duración de la cirugía por arriba del percentil, el uso de antibióticos en la solución de irrigación, el uso de antibióticos por más de 3 días como factor negativo en la incidencia de infecciones, y como factor protector se ha descrito los lavados antisépticos previo a la cirugía.(20).

Tabla 2. Factores de riesgo asociados a infecciones relacionadas a fracturas.

Tipo de factor	Factor	OR / % de incidencia	Valor de p.
PROPIOS DEL HUÉSPED	Tabaquismo	OR= 4.2 (IC 95% 2.1-6.4)	p= 0.001
	Edad > a 65 años	73% de incidencia	-
	Obesidad	OR= 2.6 (IC 95% 1.3-3.9)	p= 0.004
	Diabetes	OR= 3.7 (IC 95% 1.7-5.6)	p= 0.002
	Malnutrición	OR= 2.3 (IC 95%1.3-3.4)	p= 0.027
	ASA de 3 o 4	OR= 1.19 (IC95% 0.639-2.248)	P=0.05729
	Alcoholismo	7/35 (20%)	-
	Uso de drogas	2/12 (16%)	-
	NNIS > 1	OR= 5.8 (IC 95%)	p= 0.004

PROPIOS DE FRACTURA	Carga bacteriana >10 ⁴	11.1% vs 4.2 con cargas menores	p= <0.01
	Grado de exposición G y A (I, II y III)	0%, 16% y 26% respectivamente	-
	Grado de cobertura de tejidos blandos (IIIA vs IIIB G y A)	7.8% versus 32.4%	p= 0.001
	Mecanismos de la lesión (granja, accidente de motocicleta y arma de fuego).	100%, 32%, y 22% respectivamente.	-
FACTORES EXTERNOS	Duración de la cirugía < percentil 75	OR= 1.9 (IC 95% 1.0-2.9)	p= 0.04
	ATB en la solución de irrigación.	24% vs 11% (paradójico)	p= <0.005
	Uso de ATB por más de 3 días es factor negativo.	-	p= 0.005
	Lavados preoperatorios con antiséptico. (factor protector)	OR=0.28 (IC 95%)	p= 0.003

Razones por las que la investigación propuesta es importante.

A pesar del reciente interés y de las mejoras en el entendimiento de las infecciones relacionadas a fracturas, aún hay muchos aspectos en la prevención, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad con limitada evidencia disponible para poder brindar estrategias que aseguren un manejo óptimo de los pacientes (9).

La literatura que identifica factores de riesgo asociados a la incidencia de infecciones relacionadas a fracturas es escasa, y, en contextos de países de altos ingresos, con distintos factores de generación de fractura y de abordaje de las lesiones, por lo que la identificación de los factores ya descritos y de nuevos factores de riesgo, con un estudio riguroso, puede permitir a los clínicos generar propuestas que intervengan en las condiciones modificables de los pacientes en riesgo, consiguiendo así una disminución de la incidencia de procesos infecciosos en pacientes ortopédicos, una disminución en la utilización de recursos en el manejo de los pacientes y a la vez mejorar la calidad de vida de la población afectada.

Por estos motivos antes expuestos, se decidió realizar el presente estudio con el objetivo primario de identificar los factores de riesgo asociados a la evolución a infecciones relacionadas a fracturas (IRF) en los pacientes con fracturas atendidos en Hospital Nacional Rosales (HNR). Y como objetivos secundarios:

- Conocer las características de la población afectada por fracturas en el HNR.
- Conocer la frecuencia de infecciones relacionadas a fracturas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de diseño

Se realizó un estudio analítico de casos y controles no apareado, utilizando fuentes documentales (expedientes de los pacientes).

Casos: pacientes con fracturas atendidos en el HNR **que SI presentaron** IRF (definición= todo proceso infeccioso que se presenta en el contexto de una fractura).

Controles: pacientes con fracturas atendidos en el HNR **que NO presentaron** IRF (definición= todo proceso infeccioso que se presenta en el contexto de una fractura).

Población de estudio

- a. Población diana: pacientes con fracturas del esqueleto apendicular.
- b. Población de estudio: pacientes con fracturas del esqueleto apendicular atendidos en el HNR.
- c. Muestra: que fueron manejados en los últimos años por fracturas del esqueleto apendicular.

Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión:

- Pacientes con fracturas del esqueleto apendicular.
- Atendidos por la fractura en el HNR partiendo del 31 de diciembre 2024 hacia atrás hasta alcanzar el tamaño de muestra.
- Que tengan expediente completo.

Exclusión:

- Pacientes que fueron atendidos inicialmente en el HNR, pero luego se les perdió su continuidad.
- Pacientes cuya atención inicial quirúrgica (incluyendo lavado de la herida y/o fijación de la fractura) no fue realizada en el HNR.
- Pacientes que fallecen antes de presentar el evento por otra causa.

- Pacientes con datos faltantes de más del 80% en los expedientes clínicos, necesarios para el estudio.

Cálculo del tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó la fórmula de Fleiss con CC, con un error alfa del 95% para una hipótesis bilateral, y un poder del 80%. Se utilizó como proporciones a comparar aquellas diferencias de exposiciones que hayan mostrado significancia estadística, realizando una media de los OR más representativos, quedando alrededor del valor de 2, con una probabilidad de exposición del grupo control del 10%, para no afectar mucho el poder del estudio. Se obtuvo un dato de 307 por grupo, haciendo un total de 614 paciente para el estudio. Debido a que sólo se disponía acceso a los expedientes clínicos de manera digital por medio del SIS, y que su implementación completa en la institución del estudio se hizo a partir del año 2023, se realizó la búsqueda de la muestra con los datos de los años 2023 y 2024.

Método de muestreo

Inicialmente se hizo un muestreo no probabilístico de casos consecutivos hacia el pasado de todos los pacientes atendidos con fracturas por año que cumplan criterios de inclusión y que hubieran presentado IRF. De dicho grupo se obtuvo el número de casos por año. Una vez obtenido por año el grupo de casos, durante el mismo periodo, se hizo a continuación un muestreo probabilístico de los controles a través del cálculo de una constante k, a través de la división entre numerador casos/sobre el total de sujetos en el año haciendo un símil de apareamiento en el tiempo de dos controles por cada caso. Y así se continuó hasta completar la revisión de los expedientes disponibles.

Método de recogida de datos

Se solicitó a la jefatura del área de ESDOMED, la identificación de los expedientes, con los diagnósticos de interés para el estudio (S422-S427, S520-S526, S720-S729, S821-S829, S924-S929, T846 y T847 del código CIE-10 en los expedientes digitales). Una vez obtenido el listado con los números de expedientes, se realizó la revisión de estos por

medio del SIS desde el dispositivo personal de trabajo, buscando primero los criterios de inclusión para el estudio e identificando a los grupos caso y controles. En el caso de cumplirlos, se extrajeron los datos de forma íntegra hacia una base de datos electrónica previamente elaborada por el investigador en la plataforma Kobo Tool box en el celular personal, hasta completar la revisión de los expedientes disponibles.

Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN DE LA VARIABLE	FUENTE DEL DATO	MEDICIÓN DE LA VARIABLE	ANÁLISIS DE LA VARIABLE
Infección relacionada a fractura	Proceso infeccioso que se presenta en el contexto de una fractura (1).	Expediente clínico del paciente en el ingreso y sus controles posteriores.	SI: presencia de criterios confirmatorios o sugestivos de IRF (9). NO: ausencia de criterios confirmatorios o sugestivos de IRF (9).	Variable categórica dicotómica
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento de la fractura	Hoja de datos del expediente clínico.	Edad en años	Variable cuantitativa discreta
Índice de masa corporal (IMC)	Relación entre la masa corporal de una persona y su estatura.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	Bajo peso (IMC <18,5) Rango normal (IMC = 18,5-24,9) Sobrepeso (IMC = 24.9-29,9) Obesidad (IMC >30)	Variable categórica nominal

Tabaquismo	Antecedente de consumo de tabaco.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	1) Fumador activo 2) Exfumador (más de 10 años) 3) Fumador pasivo 4) No fumador	Variable categórica nominal
Etilismo	Antecedente de consumo de alcohol étílico.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	1) No etilista 2) Etilismo moderado 3) Etilismo severo 4) Dato no tomado en el expediente	Variable categórica nominal
Uso de drogas	Antecedente del consumo de sustancias ilegales.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	1) Consumidor activo 2) Exconsumidor 3) No uso de drogas	Variable categórica nominal
Diabetes	Enfermedad metabólica crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en sangre.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	SI antecedente de diabetes y NO antecedente de diabetes.	Variable categórica dicotómica
Enfermedad renal crónica	Es una alteración estructural y funcional renal persistente por >3 meses.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	SI antecedente de ERC y NO antecedente de ERC.	Variable categórica dicotómica
Paciente con patología oncológica	Paciente con diagnóstico o sospecha de enfermedad oncológica	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	SI diagnóstico o sospecha de cáncer y NO diagnóstico o sospecha de cáncer.	Variable categórica dicotómica

Pacientes inmunodeprimidos	infección causada por el virus de inmunodeficiencia humana.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	SI antecedente de VIH y NO antecedente de VIH.	Variable categórica dicotómica
Mecanismo de la fractura	Transferencia de energía y aplicación de fuerzas externas que generan una fractura.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	Alta energía: accidentes de transporte, heridas por arma de fuego, caídas de más de 3 metros de altura. Baja energía: caídas de propia altura, lesiones por deportes no extremos.	Variable categórica dicotómica
Trazo simple o complejo	Patrón físico que sigue la solución de continuidad del hueso, en el trazo simple los 2 fragmentos contactan entre sí y son estables, en las fracturas complejas los dos fragmentos principales contactan en un punto o no contactan, pero son inestables.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía, con énfasis en la descripción de la fractura en la lectura de las radiografías diagnósticas.	Simple o Complejo	Variable categórica dicotómica
Fractura expuesta	Comunicación del trazo de fractura con el medio externo.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	SI fractura expuesta o NO es fractura expuesta	Variable categórica dicotómica

Grado alto de contaminación en la fractura expuesta	Presencia de cuerpos extraños, tierra o restos de materiales del medio exterior, los cuales todos se consideran con alto grado de contaminación.	Reporte quirúrgico del procedimiento inicial realizado en la unidad de emergencia.	SI presencia de cuerpos extraños, tierra o restos de materiales en la herida y NO descripción de la herida quirúrgica sin presencia de cuerpos extraños o restos de materiales.	Variable categórica dicotómica
Grado de la fractura expuesta	Clasificación de Gustilo y Anderson sobre fracturas expuestas.	Reporte quirúrgico del procedimiento inicial realizado en la unidad de emergencia.	1) Grado I 2) Grado II 3) Grado IIIA 4) Grado IIIB 5) Grado IIIC	Variable categórica ordinal
Tiempo de evolución de la fractura	Tiempo transcurrido desde el evento que provocó la fractura hasta su asistencia a HNR.	Historia clínica inicial realizada por el médico de mayor jerarquía.	Tiempo medido en minutos	Variable cuantitativa discreta
Tiempo de espera para el manejo inicial en fracturas expuestas	Tiempo transcurrido desde su asistencia a HNR hasta su cirugía de manejo inicial.	Historia clínica inicial y reporte quirúrgico del procedimiento inicial.	Tiempo medido en minutos	Variable cuantitativa discreta
Tiempo de espera para el manejo definitivo de la fractura	Tiempo transcurrido desde su asistencia a HNR hasta su cirugía de manejo definitivo.	Historia clínica inicial y reporte quirúrgico del procedimiento definitivo.	Tiempo medido en días	Variable cuantitativa discreta

Días de estancia hospitalaria	Días completos desde su ingreso a HNR hasta su alta médica o voluntaria.	Hoja de ingreso-egreso del expediente clínico.	Tiempo medido en días	Variable cuantitativa discreta
Ingreso en UCI	Paciente quien haya sido atendido en el servicio de cuidados intensivos en el mismo ingreso hospitalario del manejo de la fractura.	Hoja de ingreso-egreso del expediente clínico.	SI ingreso a UCI y NO ingreso a UCI	Variable categórica dicotómica
Presencia de infección comprobada en un sitio diferente a la fractura	Paciente que durante el mismo ingreso de la fractura presentó una infección en un sitio diferente a la fractura.	Expediente clínico del paciente y notas de evolución por médicos tratantes.	SI presentó otra infección y NO presentó otra infección	Variable categórica dicotómica
Días de cumplimiento con terapia antibiótica	Días completos de cumplimiento de cualquier terapia antibiótica.	Hoja de cumplimiento de medicamentos durante el ingreso y los días de tratamiento posterior al alta hospitalaria.	Días completos de tratamiento antibiótico	Variable cuantitativa discreta

Entrada y gestión informática de los datos

Los datos al haber sido transcritos a la hoja digital de recolección de datos, el software entregó como resultado los datos en hoja de Excel, la cual fue posteriormente transferida para ser procesada sin necesidad de volver a transcribirla.

Estrategia de análisis.

El análisis se realizó en el software estadístico libre JAMOV versión 2.6.26.

Análisis descriptivo:

Se realizó una presentación de las características de la población incluida al estudio distribuidas según si **grupo Caso** o si **grupo Control**.

- Las variables cuantitativas son presentadas en medidas de tendencia central y su respectiva dispersión dependiendo de la normalidad que se comporten, habiéndose estimado con la prueba de Shapiro Wilk.
- Las variables categóricas son presentadas en frecuencias y porcentajes, tanto las dicotómicas como las ordinales igualmente.

Análisis inferencial.

Se hizo prueba de comprobación de hipótesis bilateral, utilizando el módulo “Recuento” para muestras independientes, para todas las variables categóricas que constituyen los factores de riesgo planteados en el estudio de la siguiente manera:

En pacientes con fracturas, tener el riesgo X es igual a no tener el riesgo X para IRF.

Trabajando con un nivel de significancia estadística de $p \leq 0.05$.

Para las variables dicotómicas, se calculó la magnitud del efecto en análisis univariado, y para las variables que salgan relacionadas, en el análisis multivariado. Las variables categóricas que obtengan una $p \leq 0.05$, serán posteriormente utilizadas para el modelo a contrastar en el análisis multivariado, usando el módulo de “Regresión”, con Regresión logística binomial, con el siguiente ajuste, Desvianza de 135, AIC de 161, R^2_{McF} 0.296, para un tamaño de muestra de $N= 150$

Para las variables cuantitativas, en vista que casi todas las variables salieron no normales, se realizó un análisis con el módulo “ANOVA” para muestras no paramétricas de un factor con test de Kruskal Wallis.

El estudio fue sometido a aprobación ética al Comité de ética de investigación en salud del Hospital Nacional Rosales previo su desarrollo.

3. RESULTADOS

La muestra fue constituida por 150 pacientes distribuidos: **50 CASOS** y **100 CONTROLES**.

Características demográficas según Casos y Controles

En el análisis univariado se obtuvo diferencia significativa en las variables **Estancia en UCI** y **Días de estancia intrahospitalaria**, ver tabla 3.

Tabla 3. Características demográficas y evolución clínica por Casos y Controles

Características	Casos N=50	Controles N= 100	p
Sexo			
Femenino	30	49	0.203
Masculino	20	51	
Edad			
Mediana	57	50	0.275
Rangos	14-95	15-93	
Estancia en UCI			
Si	2	0	0.044
No	48	100	
Días de estancia hospitalaria			
Mediana	20.0	10.5	<0.001
Rangos	2 a 98 días	1 a 62 días	

Factores de riesgo propios del paciente modificables y no modificables

En el análisis univariado de factores de riesgo modificables y no modificables propios del paciente, se encontró relación entre **tabaquismo, diabetes mellitus, ERC, infección en un sitio diferente a la fractura y el tiempo de uso de antibióticos**, ver tabla 4.

Tabla 4. Análisis univariado de factores de riesgo modificables propios del paciente

Factores de riesgo propios del individuo (modificables)	Casos N=50	Controles N= 100	p
Tabaquismo			
Si	8	6	0.047
No	42	94	
Etilismo			
No	41	89	0.487
Etilismo moderado	5	4	
Etilismo severo	3	6	
Dato no tomado	1	1	
Uso de drogas			
Consumidor activo	0	3	0.358
Ex consumidor	0	1	
No uso de drogas	50	96	
Factores de riesgo propios del individuo (no modificables)	Casos N=50	Controles N= 100	p
Diabetes mellitus			
Si	17	13	0.002
No	33	87	
Enfermedad renal crónica			
Si	4	1	0.024
No	46	99	
Inmunodepresión			
Si	1	1	0.615
No	49	99	
Infección en sitio diferente a la fractura			
Si	10	4	0.001
No	40	96	
Días de uso de antibióticos			
Mediana	12	10	0.002
Rangos	3-71	1-35	

Factores de riesgo dependiente de la fractura

En el análisis univariado, se encontraron relacionados los siguientes factores de riesgo dependientes de las fracturas: **mecanismo de fractura, trazo de fractura, fractura expuesta, y tiempo de espera del manejo inicial**, como se puede observar en la tabla 5. Estas variables serán contrastadas en el análisis multivariado.

Tabla 5. Factores de riesgo de IRF relacionados a la fractura.

Factores de riesgo relacionados a la fractura	Casos N=50	Controles N= 100	p
Mecanismo de fractura			
Alta energía	29	36	0.010
Baja energía	21	64	
Trazo de fractura			
Simple	14	45	0.045
Complejo	36	55	
Fractura expuesta			
Si	23	14	<0.001
No	27	86	
Tiempo de evolución de la fractura hasta la llegada a la Unidad de Emergencia			
Mediana	660 min (11 horas)	720 min (12 horas)	0.836
Rangos	30 a 105120 min (73 días)	0 a 21600 min (15 días)	

Pacientes que recibieron manejo inicial en Emergencia y definitivo diferido			
Si	7	4	0.027
No	43	96	
Tiempo de espera entre el ingreso y el manejo definitivo (en días)			
Mediana	13.5 días	7.0	0.141
Rangos	0 a 77 días	0 a 60 días	

Las fracturas expuestas se comportaron de la siguiente manera, el análisis univariado muestra la relación en la variable del **tiempo de espera para el manejo inicial y tiempo definitivo para el manejo de fracturas expuestas**, ver tabla 6:

Tabla 6. Factores de las fracturas expuestas

Factores de las fracturas expuestas	Casos N=23	Controles N= 14	p
Grado alto de contaminación (para expuestas)			
Si	15	8	0.623
No	8	6	
Clasificación según Gustillo (para expuestas)			
1	2	5	0.100
2	8	6	
3	6	2	
4	7	1	

Tiempo de espera para el manejo inicial en emergencia en minutos			
Media	225	165	0.030
Desviación estándar	± 295	± 399	
Tiempo de espera para el manejo definitivo global de las fracturas expuestas en días			
Mediana	0.5 días 0.1-48	11 días 0.1-77	<0.001

Análisis multivariado

En el análisis multivariado, los factores que salieron relacionados fueron: **estancia en UCI, días de estancia hospitalaria, tabaquismo, diabetes mellitus, ERC, infección en otro sitio del cuerpo, días de uso de ATB, mecanismo de la fractura, trazo de la fractura, fractura expuesta, tiempo de espera para manejo inicial y tiempo de espera para manejo definitivo en fracturas expuestas**, ver tabla 7.

Tabla 7. Factores relacionados en análisis multivariado

Factor	Análisis univariado	Análisis multivariado	OR
Estancia en UCI	0.044	0.990	
Días de estancia hospitalaria	<0.001	0.463	
Tabaquismo	0.047	0.172	
Diabetes mellitus	0.002	0.003	3.45 (IC 95% 1.51-7.87)

Enfermedad renal crónica	0.024	0.101	
Infección en otro sitio del cuerpo	0.001	0.143	
Días de uso de ATB	0.002	0.945	
Mecanismo de fractura	0.010	0.687	
Trazo de fractura	0.045	0.533	
Fractura expuesta	<0.001	0.002	5.23 (IC 95% 2.37-11.6)
Manejo definitivo diferido del manejo inicial	0.027	0.970	
Tiempo de espera para el manejo inicial en emergencia en minutos	0.030	0.519	
Tiempo de espera para el manejo definitivo global de las fracturas expuestas en días	<0.001	0.863	

4. DISCUSION

Las infecciones relacionadas a fracturas (IRF) representan un reto para la comunidad ortopédica en cuanto a la identificación y manejo de éstas, especialmente en los países de ingresos medio-bajo, donde las tasas de fracturas son altas, y los recursos para poder manejarlas son escasos. La tasa de incidencia anual de IRF en el Hospital Nacional Rosales es de aproximadamente 4.5%. La presente investigación se enfocó en la identificación y correlación de factores de riesgo ya descritos en la literatura y otros posibles factores que puedan afectar a la incidencia de las infecciones relacionadas a fracturas. Se tomaron en cuenta factores propios del huésped (características demográficas, presencia de comorbilidades y hábitos del paciente), factores propios de la fractura (mecanismo de la fractura, tiempo de evolución, tipo de fractura, etc.) y factores que dependen del manejo de la fractura (tiempo para el manejo y tipo de manejo). Los resultados del análisis univariado de los factores propios del paciente muestran relación con las siguientes variables: Estancia en UCI ($p=0.044$), días de estancia hospitalaria ($p<0.001$), tabaquismo ($p=0.047$), diabetes mellitus ($p=0.002$), enfermedad renal crónica ($p=0.024$), infección en otro sitio del cuerpo ($p=0.001$) y días de uso de ATB ($p=0.002$). Entre los factores propios de la fractura se encuentra: mecanismo de la fractura ($p=0.010$), trazo de la fractura ($p=0.045$) y fractura expuesta ($p<0.001$). Los factores asociados al manejo de la fractura: manejo definitivo diferido del manejo inicial ($p=0.027$), tiempo de espera para el manejo inicial ($p=0.030$) y tiempo para el manejo definitivo de las fracturas expuestas ($p<0.001$). Estas variables fueron sometidas al análisis multivariado, donde únicamente las variables diabetes mellitus ($p=0.003$ y OR 3.45 IC 95% 1.51-7.87) y fractura expuesta ($p=0.002$ y OR 5.23 IC 95% 2.37-11.6) mostraron valores con significancia estadística. A pesar de que en la literatura se exponen factores de riesgo fuertemente asociados a la incidencia de IRF, en el estudio realizado, únicamente los factores de diabetes mellitus y fractura expuesta han mostrado significancia estadística. Hay que tomar en cuenta que la muestra del estudio fue limitada debido a que no se disponía de acceso a toda la información en la institución de estudio, además, se dejó afuera del análisis una variable muy importante, la obesidad, ya que los expedientes

revisados carecían de datos suficientes para poder evaluarla. A pesar de estas limitantes, los resultados obtenidos coinciden con los de la literatura citada, confirmando la importancia de estas variables en la incidencia de las IRF. La identificación de este tipo de variables puede ayudarnos a enfocar mejor el tratamiento sobre los factores asociados, así como la modificación de otros factores para disminuir la incidencia de las IRF, además, nos puede ayudar para el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad.

En conclusión, el presente estudio muestra que la diabetes mellitus y la presencia de una fractura expuesta aumentan 3.4 y 5.2 veces el riesgo de presentar IRF (OR= 3.45 y OR= 5.23, respectivamente). A pesar de los datos obtenidos, se necesitan realizar estudios con mayor número de muestra y con mayor potencia estadística para poder realizar conclusiones definitivas sobre el grado de incidencia de los factores en las IRF.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. McNally M, Govaert G, Dudareva M, Morgenstern M, Metsmakers WJ. Definition and diagnosis of fracture-related infection. *EFORT Open Rev.* 2020;5(10):614-9.
2. He SY, Yu B, Jiang N. Current Concepts of Fracture-Related Infection. *Int J Clin Pract.* 2023;2023:4839701.
3. Rupp M, Walter N, Bärthel S, Heyd R, Hitzenbichler F, Alt V. Fracture-Related Infection-Epidemiology, Etiology, Diagnosis, Prevention, and Treatment. *Dtsch Arzteblatt Int.* 2024;121(1):17-24.
4. Graan D, Balogh ZJ. Microbiology of fracture related infections. *J Orthop Surg Hong Kong.* 2022;30(3):10225536221118512.
5. Hussain SA, Walters S, Ahluwalia AK, Trompeter A. Fracture-related infections. *Br J Hosp Med Lond Engl 2005.* 2023;84(8):1-10.
6. Depypere M, Morgenstern M, Kuehl R, Senneville E, Moriarty TF, Obremskey WT, et al. Pathogenesis and management of fracture-related infection. *Clin Microbiol Infect Off Publ Eur Soc Clin Microbiol Infect Dis.* 2020;26(5):572-8.
7. Foster AL, Moriarty TF, Trampuz A, Jaiprakash A, Burch MA, Crawford R, et al. Fracture-related infection: current methods for prevention and treatment. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2020;18(4):307-21.
8. Govaert GAM, Kuehl R, Atkins BL, Trampuz A, Morgenstern M, Obremskey WT, et al. Diagnosing Fracture-Related Infection: Current Concepts and Recommendations. *J Orthop Trauma.* 2020;34(1):8-17.
9. Iliadis AD, Shivji F, Debuka E, Trompeter A, Narayan B, Heidari N. Current concepts in the prevention, diagnosis and treatment of fracture-related infection (FRI). *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol.* 2021;31(5):957-66.
10. Metsmakers WJ, Morgenstern M, Senneville E, Borens O, Govaert GAM, Onsea J, et al. General treatment principles for fracture-related infection: recommendations from an international expert group. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;140(8):1013-27.
11. Peter E. Ochsner, Olivier Borens, Paul-Michael Bodler, Ivan Broger, Gerhard Eich, et al. Infections of the musculoskeletal system Basic principles, prevention, diagnosis and treatment. 1° Edición. Grandvaux, Switzerland: Published by the swiss orthopaedics and the Swiss Society for Infectious Diseases expert group “Infections of the musculoskeletal system”; 2014.

12. Metsemakers WJ, Fragomen AT, Moriarty TF, Morgenstern M, Egol KA, Zalavras C, et al. Evidence-Based Recommendations for Local Antimicrobial Strategies and Dead Space Management in Fracture-Related Infection. *J Orthop Trauma*. 2020;34(1):18-29.
13. Depypere M, Kuehl R, Metsemakers WJ, Senneville E, McNally MA, Obremskey WT, et al. Recommendations for Systemic Antimicrobial Therapy in Fracture-Related Infection: A Consensus From an International Expert Group. *J Orthop Trauma*. 2020;34(1):30-41.
14. Valderrama-Molina CO, Pesántez R. Fracture-Related infection - the role of the surgeon and surgery in prevention and treatment. *J Orthop Surg Hong Kong*. 2022;30(3):10225536221118520.
15. 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(3):511-22.
16. Fisichella L, Fenga D, Rosa MA. Surgical Site Infection In Orthopaedic Surgery: Correlation Between Age, Diabetes, Smoke And Surgical Risk. *Folia Med (Plovdiv)*. 2014;56(4):259-63.
17. Liang Z, Rong K, Gu W, Yu X, Fang R, Deng Y, et al. Surgical site infection following elective orthopaedic surgeries in geriatric patients: Incidence and associated risk factors. *Int Wound J*. 2019;16(3):773-80.
18. Merritt K. Factors increasing the risk of infection in patients with open fractures. *J Trauma*. junio de 1988;28(6):823-7.
19. Metsemakers WJ, 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(12):2457-69.
20. Forget V, Fauconnier J, Boisset S, Pavese P, Vermorel C, Bosson JL, et al. Risk factors for Staphylococcus aureus surgical site infections after orthopaedic and trauma surgery in a French university hospital. *Int J Hyg Environ Health*. 2020;229:113585.