

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO



ANTIBIOTICOTERAPIA EN FRACTURAS EXPUESTAS

JOSUÉ NEHEMÍAS RAMÍREZ PÉREZ

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO

ANTIBIOTICOTERAPIA EN FRACTURAS EXPUESTAS

Estudio descriptivo retrospectivo sobre el uso de antibioticoterapia en pacientes con fracturas expuestas en el departamento de Traumatología y Ortopedia del Hospital de Chiquimula durante los años de 2019 a 2023.

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO

ANTIBIOTICOTERAPIA EN FRACTURAS EXPUESTAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

JOSUÉ NEHEMÍAS RAMÍREZ PÉREZ

Al conferírsele el título de

MÉDICO Y CIRUJANO

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2024

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO**



**RECTOR
M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López
Representante de Profesores:	Mtro. Helmuth César Catalán Juárez
Representante de Profesores:	Mtro. José Emerio Guevara Auxume
Representante de Graduados:	Ing. Agr. Henry Estuardo Velásquez Guzmán
Representante de Estudiantes:	A.T. Zoila Lucrecia Argueta Ramos
Secretaria:	Lcda. Yessica Azucena Oliva Monroy

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Mtro. Carlos Leonel Cerna Ramírez
Coordinador de Carrera:	Dr. Ronaldo Armando Retana Albanés

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente y Revisor:	Dr. Rory René Vides Alonzo
Secretario y Revisor:	Mtro. Christian Edwin Sosa Sancé
Vocal y Revisor:	Mtro. Edwin Danilo Mazariegos Albanés
Vocal y Revisor:	Dr. Carlos Enrique Osorio Rivas

Chiquimula, septiembre 2024

Señores:

Miembros Consejo Directivo

Centro Universitario de Oriente

Universidad de San Carlos de Guatemala

Chiquimula, Ciudad.

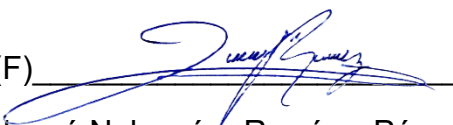
Respetables señores:

En cumplimiento de lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Centro Universitario de Oriente, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado **“ANTIBIOTICOTERAPIA EN FRACTURAS EXPUESTAS”**.

Como requisito previo a optar el título profesional de Médico y Cirujano, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

(F) 
Josué Nehemías Ramírez Pérez

Carné 201746549

Chiquimula, 9 agosto de 2024

Señor Director

Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López

Centro Universitario de Oriente

Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación para asesorar al bachiller en ciencias y letras Josué Nehemías Ramírez Pérez, carné 201746549 en el trabajo de graduación titulado “**ANTIBIOTICOTERAPIA EN FRACTURAS EXPUESTAS**”; me dirijo a usted para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En este sentido, el tema desarrollado plantea describir y determinar el uso de antibioticoterapia en pacientes con fractura expuesta en el departamento de Traumatología y Ortopedia del Hospital de Chiquimula durante el periodo de 2019 a 2023, por lo que en mi opinión reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes, razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar el título de Médico y Cirujano, en el grado académico de Licenciado.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Jorge Antonio Vanegas Cabrera
MSc Ortopedia y Traumatología
(F) Colegiado No. 19934

M.Sc. Jorge Antonio Vanegas Cabrera

Traumatólogo y Ortopedista

Colegiado No. 19934



Chiquimula, 13 de agosto de 2024
Ref. OCTG-024-2024

Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López
Director
Centro Universitario de Oriente CUNORI

Reciba un cordial saludo de la Coordinación Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente, deseando éxitos y bendiciones en las actividades que realiza.

Por medio de la presente es para notificarle que el estudiante **JOSUÉ NEHEMÍAS RAMÍREZ PÉREZ** identificado con el número de carné 201746549, quien ha finalizado su Trabajo de Graduación titulado **"ANTIBIOTICOTERAPIA EN FRACTURAS EXPUESTAS"**, estudio asesorado por el M.Sc. Jorge Antonio Vanegas Cabrera colegiado 19,934 quien avala el estudio de manera favorable.

Considerando que el estudio cumple con los requisitos establecidos en el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente CUNORI, se autoriza su aprobación para ser discutido en el Examen General Público previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano en el grado de Licenciado.

Sin otro particular, atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

Ph.D. Rory René Vides Alonzo

**-Presidente del Organismo Coordinador de Trabajos de
Graduación- Carrera de Médico y Cirujano-CUNORI**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE
ORIENTE CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO



Chiquimula 16 de agosto de 2024

Ref.MYC-156-2024

Lic. Merlin Wílfrido Osorio López
Director
Centro Universitario de Oriente CUNORI

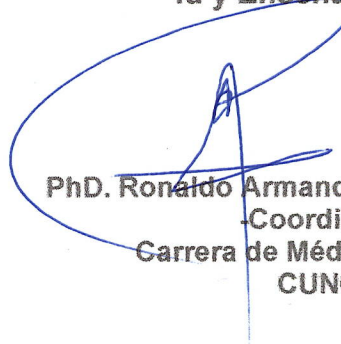
Reciba un cordial saludo de la Coordinación Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente deseándole éxitos y bendiciones en su diaria labor.

Por medio de la presente es para notificarle que el estudiante **JOSUÉ NEHEMIÁS RAMÍREZ PÉREZ** con el número de camé 201746549, quien ha finalizado el informe final del Trabajo de Graduación denominado **"ANTIBIOTICOTERAPIA EN FRACTURAS EXPUESTAS"**, estudio asesorado por el M.Sc. Jorge Antonio Vanegas Cabrera colegiado 19,934, quien extiende la constancia donde avala el estudio de manera favorable.

Considerando que el estudio cumple con los requisitos establecidos en el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente CUNORI, se autoriza su aprobación para ser discutido en el Examen General Público previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano en el grado de Licenciado.

Sin otro particular, atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"


PhD. Ronaldo Armando Retana Albanés
-Coordinador-
Carrera de Médico y Cirujano-
CUNORI-

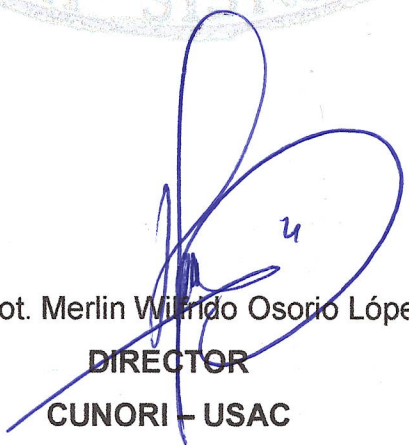


D-TG-MyC-209/2024

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO **HACE CONSTAR QUE:** Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **JOSUÉ NEHEMIÁS RAMÍREZ PÉREZ** titulado **“ANTIBIOTICOTERAPIA EN FRACTURAS EXPUESTAS”**, trabajo que cuenta con el aval de su Asesor y del Coordinador de la carrera de Médico y Cirujano. Por tanto, la Dirección del CUNORI, con base en las facultades que le otorgan las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria, **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **MÉDICO Y CIRUJANO**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a seis de septiembre de dos mil veinticuatro.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Lic. Zoot. Merlin Wilfredo Osorio López
DIRECTOR
CUNORI - USAC



AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS SOBRINOS

A MIS AMIGOS

A MIS CATEDRÁTICOS

AL COORDINADOR DE LA CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO

Dr. Ronaldo Armando Retana Albanés

**A LOS REVISORES DEL ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE
GRADUACIÓN**

Dr. Rory René Vides Alonzo

Mtro. Christian Edwin Sosa Sancé

Mtro. Edvin Danilo Mazariegos Albanés

Dr. Carlos Enrique Osorio Rivas

A MI ASESOR

Dr. Jorge Antonio Vanegas Cabrera

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

AL HOSPITAL DE CHIQUIMULA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: por ser mi guía y mi fuente de sabiduría durante todos estos años de mi vida. Así mismo, le agradezco por cada una de sus bendiciones y por cada logro y sueño que me permite alcanzar. Sin Él no sería nada.

A MIS PADRES: Eliseo Ramírez y Gloria Pérez, gracias por todo su amor, apoyo y esfuerzo para que lograra alcanzar mi meta. Gracias por ser mi mayor ejemplo de vida. Son mi razón de ser y lo que más amo en esta vida.

A MIS HERMANOS: Delmy, María Antonia, Ana, Guadalupe y Edin. Gracias por su cariño y apoyo incondicional en todo momento. Los quiero mucho.

A MIS AMIGOS: esos amigos que fueron como hermanos para mí durante la carrera: Gabriela Cardona, Melany Oliva, Olga Villeda, Yeraldin Gómez, Jorge Peralta, Cristian Sandoval, Karol López, Carlos Villafuerte, Jorge Gómez, Roberto Quiroa, Lourdes Galdámez, Ashley Landaverry, Ruth Gómez, Emerio Guevara, Michelle Cordero, Daniela Santos, Irania Mancía, Erick Tupas, Mariam Zetino, Álvaro Zeceña, Mafer Rivas, Marilin Contreras, Evelyn Mantar, Giovanni Morales, Amor Chacón, Lourdes Reyes, Yealine Guerra, Lety Castañeda, gracias por los momentos compartidos.

A MI ASESOR: mi más sincero agradecimiento al Dr. Jorge Antonio Vanegas Cabrera, por su invaluable apoyo en la realización de mi tesis.

A MIS MADRINAS: Dra. Karla Sosa, gracias por el cariño, sus consejos y por esos momentos compartidos. Así mismo, Dra. Ruth Gómez, gracias por tu amistad y por ser un ejemplo para mí. Las aprecio y quiero mucho.

A MIS INTERNOS: Ruth Gómez, Esmeralda Barahona, Stefany Juárez, Juan Carlos López, José Campos, Edvin Barahona, Walter Jordán, gracias por ser un ejemplo.

A MIS EXTERNOS: Astrid Grijalva, Alondra Chinchilla, mis primeras externas, las quiero mucho. Fernando Lima, Jonathan López, Diego Tenas, Julio Duarte, Ramón Toro, David Salguero, Edgardo Bolla, Julio Orellana, Monika Barrientos, Griseth, Angie, Estefania, Azeneth, Analí, Karen. No solo fueron mis mejores externos, también fueron mis amigos.

A MIS CATEDRÁTICOS: gracias por sus conocimientos en mi formación como médico.

RESUMEN

ANTIBIOTICOTERAPIA EN FRACTURAS EXPUESTAS

Josué N. Ramírez P. ¹, Dr. Jorge A. Vanegas C. ², Dr. Ronaldo A. Retana ³, Dr. Rory R. Vides ⁴, Mtro. Edvin D. Mazariegos ⁴, Mtro. Christian E. Sosa ⁴, Dr. Carlos E. Osorio ⁴.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente, CUNORI. Finca El Zapotillo, zona 5 Chiquimula, tel. 78730300 ext. 1027

Introducción: Las fracturas expuestas representan un desafío clínico en el ámbito de la traumatología ortopédica por su elevado riesgo de infección. La selección de antibióticos en este contexto es crucial para prevenir complicaciones infecciosas. **Objetivo:** Describir la antibioticoterapia utilizada en pacientes con fracturas expuestas en el departamento de Traumatología y Ortopedia del Hospital de Chiquimula durante los años 2019 a 2023. **Metodología:** se realizó un estudio descriptivo retrospectivo donde se revisaron 204 expedientes de pacientes con diagnóstico de fractura expuesta que cumplieron criterios de inclusión y exclusión. **Conclusión:** el grupo etario más frecuente fue de 19 a 26 años con un 23%, siendo el sexo masculino el más afectado con un 80%. Los accidentes domésticos fueron los más frecuentes con un 47%. El mecanismo de lesión más frecuente fueron las caídas con un 25%. Se identificó que las falanges de la mano fueron el área anatómica más afectada con un 33%. El grado III presentó la mayor frecuencia con un 73%, seguido del grado II con 21% y el grado I reportó un 6%. Entre la antibioticoterapia, cefazolina fue el más utilizado en el grado I con un 67%, ceftriaxona con un 71% en el grado II, al igual que el grado IIIa con un 28%, mientras que la combinación de ceftriaxona más clindamicina fue el más frecuente en el grado IIIb y IIIc con un 9% y 8% de los casos.

Palabras clave: antibioticoterapia, fractura expuesta, Gustilo y Anderson.

1. Investigador, 2. Asesor, 3. Coordinador de la Carrera de Médico y Cirujano, CUNORI, 4. Revisores

ABSTRACT

ANTIBIOTIC THERAPY IN EXPOSED FRACTURES

Josué N. Ramírez P. ¹, Dr. Jorge A. Vanegas C. ², Dr. Ronaldo A. Retana ³, Dr. Rory R. Vides ⁴, Mtro. Edwin D. Mazariegos ⁴, Mtro. Christian E. Sosa ⁴, Dr. Carlos E. Osorio ⁴.

University of San Carlos of Guatemala, Eastern University Center, CUNORI. Zapotillo farm, zone 5, Chiquimula, tel. 78730300 ext. 1027.

Introduction: The exposed fractures represent a clinical challenge in the field of orthopedic traumatology due to their high risk of infection. Antibiotic selection in this context is crucial to prevent infectious complications. **Objective:** To describe the antibiotic therapy used in patients with exposed fractures in the Department of Traumatology and Orthopedics of the Chiquimula Hospital during the years 2019 to 2023. **Methodology:** A retrospective descriptive study was carried out where 204 records of patients with a diagnosis of open fracture who met inclusion and exclusion criteria were reviewed. **Conclusion:** the most frequently affected age group was 19 to 26 years of age with 23%, while the male sex was the most affected with 80%. Domestic accidents were the most frequent with 47%. The most frequent injury mechanism was falls with 25%. The hand phalanges were identified as the most affected anatomical area with 33%. Grade III the highest incidence with 73%, followed by Grade II with 21% and Grade I 6%. Among antibiotic therapy, cefazoline was the most used in grade I with 67%, ceftriaxone with 71% in grade II, as well as grade IIIa with 28%, while the combination of ceftriaxone plus clindamycin was most common in grade IIIb and IIIc with 9% and 8% of the cases.

Key words: antibiotic therapy, exposed fracture, Gustilo and Anderson.

1. Investigator, 2. Advisor, 3. Coordinator of Medical and Surgeon career CUNORI, 4. Thesis reviewers.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
INTRODUCCIÓN	i
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
a. Antecedentes del problema	1
b. Hallazgos y estudios realizados	3
c. Definición del problema	5
II. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	7
a. Delimitación teórica	7
b. Delimitación geográfica	7
c. Delimitación institucional	7
d. Delimitación temporal	7
III. OBJETIVOS	8
a. Objetivo general	8
b. Objetivos específicos	8
IV. JUSTIFICACIÓN	9
V. MARCO TEÓRICO	10
CAPÍTULO I. Generalidades	10
1.1 Definición	10
1.2 Epidemiología	10
1.3 Mecanismos de lesión	11
1.4 Cuadro clínico	12
1.5 Estudio radiológico	12
CAPÍTULO II. Clasificación de las fracturas expuestas	13
2.1 Clasificación de Gustilo y Anderson	13
CAPÍTULO III. Antibioticoterapia	15
3.1 Antibióticos utilizados en profilaxis de fracturas expuestas	15
3.1.1. Betalactámicos	15
3.1.2. Lincosamidas	16
3.1.3. Aminoglucósidos	16
3.1.4. Fluoroquinolonas	16

3.1.5.	Glicopéptidos	17
3.2	Indicaciones y objetivos de la profilaxis antibiótica	17
3.3	Profilaxis antibiótica en pediatría	19
3.4	Momento de la administración	21
3.5	Duración del antimicrobiano	21
3.6	Terapia tópica	22
	CAPÍTULO IV. Manejo de las fracturas expuestas	23
4.1	Evaluación Inicial	23
4.2	Manejo Inicial	23
4.3	Cultivo de herida	23
4.4	Profilaxis antitetánica	24
4.5	Antibioticoterapia	24
4.6	Desbridamiento quirúrgico	24
4.7	Estabilización de la fractura	25
4.7.1.	Fijación externa	25
4.7.2.	Fijación intramedular	26
4.7.3.	Placas y tornillos	26
4.8	Cobertura y cierre de herida	26
4.9	Amputación	27
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO	28
a.	Tipo de estudio	28
b.	Área de estudio	28
c.	Universo o muestra	28
d.	Objeto del estudio	28
e.	Criterios de inclusión	28
f.	Criterios de exclusión	28
g.	Variables estudiadas	29
h.	Operacionalización de variables	29
i.	Instrumentos utilizados para recolectar y registrar información	30
j.	Procedimiento para la recolección de datos	30
k.	Plan de análisis	30

l.	Procedimientos para garantizar los aspectos éticos de la investigación	30
m.	Cronograma	31
n.	Recursos	32
VII.	RESULTADOS	33
VIII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
IX.	CONCLUSIONES	44
X.	RECOMENDACIONES	45
XI.	PROPUESTA	46
XII.	REFERENCIAS	47
XIII.	ANEXOS	52
XIV.	APÉNDICES	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Página
1.	Distribución de pacientes con fractura expuesta según grupo etario ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023	33
2.	Distribución de pacientes con fractura expuesta según su sexo ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023	34
3.	Distribución según el lugar de accidente en pacientes con fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023	35
4.	Distribución según el mecanismo de lesión en pacientes con fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023	36
5.	Distribución según el área anatómica traumatizada en pacientes con fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023	37
6.	Distribución según el grado de fractura expuesta según la clasificación de Gustilo y Anderson en pacientes con fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023	38
7	Antibioticoterapia utilizada en pacientes según su grado de fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023	39

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		Página
1.	Clasificación de fracturas expuestas según Gustilo y Anderson	52
2.	Regímenes de antibióticos preventivos para pacientes con Fractura expuesta	53
3.	Escala de la extremidad severamente lesionada (MESS)	55

INTRODUCCIÓN

Las fracturas expuestas representan una condición clínica compleja y potencialmente grave en el ámbito de la traumatología ortopédica. Se caracterizan por una comunicación directa entre el foco de la fractura y el medio ambiente externo, lo que aumenta significativamente el riesgo de infección y complicaciones asociadas.

La clasificación de Gustilo y Anderson es una guía ampliamente utilizada que estratifica las fracturas expuestas según la gravedad de la lesión tisular, la cual se ha utilizado tradicionalmente como una guía para el manejo de estas lesiones, así como el uso y administración de profilaxis antibiótica.

La terapia antibiótica desempeña un papel fundamental en la prevención y tratamiento de las infecciones asociadas con fracturas expuestas. Sin embargo, la selección y administración óptimas de antibióticos en este contexto siguen siendo áreas de controversia y debate en la práctica clínica.

En este sentido, el objetivo general de la presente investigación es describir el uso de antibioticoterapia en pacientes con fracturas expuestas en el Hospital de Chiquimula, con el fin de establecer una guía clínica orientadora sobre el uso de profilaxis antibiótica en el manejo de esta patología.

La importancia de esta investigación radica en que permitirá mejorar el tratamiento de las fracturas expuestas, reducir el riesgo de complicaciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes afectados. Además, la factibilidad de su realización se sustenta en la existencia de literatura actualizada sobre el tema, así como en la disponibilidad de recursos y herramientas necesarias para llevarla a cabo.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

a. Antecedentes del problema

Las fracturas abiertas, expuestas o compuestas, son lesiones óseas que involucran una comunicación directa con el exterior a través de una herida en la piel y los tejidos blandos debajo de ella. Estas lesiones pueden ser ocasionadas por diversos factores, como los traumatismos de gran impacto, accidentes automovilísticos, caídas desde alturas considerables, lesiones por aplastamiento, así como heridas provocadas por armas de fuego (Uyaguari Guerra et al., 2023).

Las fracturas expuestas ocurren con mayor frecuencia en la tibia, abarcando aproximadamente entre el 20% y el 40% de los casos, seguidas por el fémur con un 12%, así como en los metacarpianos y la ulna. Este tipo de fracturas ocurren con mayor frecuencia en hombres que en mujeres (Orozco Montoya et al., 2021).

Aunque se han propuesto varios sistemas de clasificación, el sistema de Gustilo y Anderson sigue siendo el más ampliamente empleado hasta el momento. Este sistema, que se publicó inicialmente en 1976 y que se modificó en 1984, organiza las fracturas abiertas en función del pronóstico según varios factores, como el mecanismo de la lesión, el grado de contaminación, el daño de los tejidos blandos y la complejidad de la fractura (Quezada Pauta et al., 2024).

Gustilo y Anderson clasifica las fracturas abiertas en 3 grados, siendo el grado I con una herida < 1 cm, con un grado de contaminación bajo, mínima exposición de partes blandas y lesiones óseas simples. El grado II es una herida > 1 cm, con un grado de contaminación moderado, moderada exposición de partes blandas y lesiones óseas con conminución moderada. El grado III se clasifica como heridas mayores a 10 cm o con un alto grado de contaminación, y se subdivide en 3 tipos más, siendo la IIIA severa lesión de partes blandas con aplastamiento pero que presenta cobertura de lesión ósea; la IIIB severa lesión con pérdida de cobertura de partes blandas y precaria cobertura ósea, mientras la IIIC presenta una muy severa lesión con pérdida de cobertura ósea, se incluyen lesiones vasculares (Orihuela Fuchs et al., 2017).

El riesgo de infección se relaciona directamente con la gravedad de la fractura. La incidencia de infección en fracturas de grado I oscila entre el 0% y el 2%, las grado II varía entre el 2% y el 7%. Para las fracturas de grado IIIa, la tasa de infección es del 7%, mientras que para las de grado IIIb se sitúa entre el 10% y el 50%, y para las de grado IIIc es del 25% al 50% (Brenes Méndez, 2020).

El desbridamiento quirúrgico temprano y los antibióticos han sido ampliamente empleados y se han integrado como parte fundamental del tratamiento estándar para disminuir los riesgos de infecciones asociadas con fracturas. Está comprobado que la administración precoz de antibióticos reduce de manera significativa la incidencia de infección (Atwan et al., 2020).

El papel de la profilaxis antibiótica en el proceso de curación de las fracturas se estableció hace aproximadamente 40 años. Sin embargo, algunos autores señalan que el momento óptimo para administrarla aún no ha sido definitivamente establecido (Andrade-Cerda et al., 2022).

En 1989, Patzakis y Wilkins fueron los primeros en demostrar que existe un mayor riesgo de infección cuando la administración de antibióticos se retrasa más de 3 horas después de la lesión. Por lo tanto, la demora en la administración inicial de la profilaxis antibiótica aumenta significativamente el riesgo de infección (Angulo Calderón et al., 2024).

Las pautas para la profilaxis antibiótica en fracturas abiertas sugieren el uso de antibióticos de corta duración y de espectro limitado, como las cefalosporinas de primera generación o penicilinas, para las fracturas abiertas clasificadas como Gustilo Grado I o II. Para las fracturas abiertas clasificadas como Grado III, se recomienda una cobertura más amplia que incluya gramnegativos (Rodríguez et al., 2014).

Es razonable el uso de antibióticos de amplio espectro, pero se recomienda la adición de aminoglucósidos para una cobertura aún más completa en el tratamiento de las fracturas clasificadas como tipo III según Gustilo-Anderson (Rupp et al., 2020).

b. Hallazgos y estudios realizados

En un estudio de cohortes llevado a cabo en Japón en 2017 por investigadores de la Asociación Japonesa de Ortopedia, se comparó la eficacia y seguridad de dos regímenes de tratamiento: cefazolina más aminoglucósido (amikacina o gentamicina) y monoterapia con ampicilina/sulbactam (ABPC/ST), en pacientes con fracturas abiertas clasificadas como tipo IIIA según Gustilo. Se realizó una revisión retrospectiva de un total de 95 fracturas tipo IIIA de Gustilo en 90 pacientes. La administración de antibióticos se mantuvo durante un máximo de 3 días o hasta que la recuperación fuera exitosa. Se evaluaron la tasa de infección y la incidencia de lesión renal aguda (IRA) en ambos grupos (Takahara et al., 2022).

En el estudio, 34 pacientes (36 fracturas) recibieron ABPC/ST, mientras que 56 pacientes (59 fracturas) fueron tratados con cefazolina más aminoglucósido para la profilaxis antibiótica. Se observó que la infección se desarrolló en 2 de las 36 fracturas en el grupo de ABPC/ST y en 4 de las 59 fracturas en el grupo de cefazolina más aminoglucósido, lo que sugiere una tasa de infección similar en ambos grupos. Los niveles medios de creatinina sérica al ingreso, al inicio y al pico durante la hospitalización no difirieron significativamente entre los dos grupos. Se identificó un caso de IRA en cada grupo, indicando que la tasa de incidencia de IRA no fue significativamente diferente. Los investigadores concluyeron que el tratamiento con ABPC/ST no fue inferior al régimen de cefazolina más aminoglucósido para las fracturas tipo IIIA de Gustilo, sugiriendo que el ABPC/ST podría ser una alternativa viable en este tipo de fracturas (Takahara et al., 2022).

En un estudio realizado en 2021 en 24 centros en los EE. UU. y Canadá, que involucraba 2 ensayos controlados aleatorios sobre soluciones de preparación de la piel para fracturas expuestas, se evaluaron un total de 1,234 pacientes con el objetivo de analizar las prácticas de prescripción y describir el cumplimiento de las directrices actuales sobre antibióticos profilácticos en fracturas expuestas. Todos los pacientes recibieron antibióticos el día de su ingreso. El régimen antibiótico más comúnmente prescrito fue la monoterapia con cefazolina (53.6%). Entre los pacientes con fracturas de tipo I y tipo II, se observó un cumplimiento del 61.1% con la monoterapia de cefazolina. Sin embargo,

solo el 17.2% de los pacientes con fracturas de tipo III recibieron el tratamiento recomendado con cefazolina y aminoglucósidos, y un 6.7% adicional recibió piperacilina/tazobactam. En conclusión, se encontró una adherencia moderada a las pautas de tratamiento antibiótico tradicional para las fracturas de Gustilo Tipo I y Tipo II, mientras que hubo una baja adherencia para las fracturas de Tipo III (Lin et al., 2021).

Así mismo, en un estudio de cohorte retrospectivo multicéntrico realizado en 3 centros médicos académicos en los Estados Unidos, se analizó la eficacia de la monoterapia con cefazolina en comparación con el tratamiento con cefazolina más aminoglucósidos para la profilaxis de fracturas abiertas tipo III en pacientes traumatizados. La cohorte de estudio incluyó a 134 pacientes adultos traumatizados entre enero de 2014 y septiembre de 2016. De estos, 39 pacientes recibieron monoterapia con cefazolina, mientras que 95 pacientes recibieron cefazolina más aminoglucósidos. La edad promedio fue de 39 ± 15 años, con un predominio masculino (78%), y la localización más común de las fracturas fue la tibia/peroné (56%). La incidencia de infección en el sitio de la fractura abierta fue del 15% en el grupo de monoterapia con cefazolina y del 16% en el grupo de cefazolina más aminoglucósidos. No se observaron casos de lesión renal aguda en el grupo de monoterapia con cefazolina, mientras que un paciente (1%) en el grupo de cefazolina más aminoglucósidos presentó esta complicación. En conclusión, el estudio sugiere que la monoterapia con cefazolina puede ser adecuada para la profilaxis antimicrobiana de fracturas abiertas tipo III en pacientes traumatizados (Patanwala et al., 2019).

En una revisión sistemática realizada por investigadores del Colegio Americano de Cirujanos de Pie y Tobillo en 2016, se evaluaron múltiples ensayos clínicos publicados que abordaban la duración del uso profiláctico de antibióticos en el tratamiento de fracturas abiertas de tibia. El objetivo del estudio fue revisar la evidencia disponible sobre la duración óptima de la administración profiláctica de antibióticos para minimizar el riesgo de infección en estas fracturas. De los estudios evaluados, solo ocho cumplieron con los criterios de inclusión establecidos, y solo uno de ellos fue un estudio prospectivo, aleatorizado y doble ciego que examinó específicamente la duración de la administración profiláctica de antibióticos en fracturas abiertas de tibia. Este estudio sugirió que un

tratamiento breve con antibióticos es igualmente efectivo que un tratamiento prolongado en la profilaxis de infecciones en este tipo de fracturas (Isaac et al., 2016).

En un estudio retrospectivo, longitudinal, analítico y observacional en el que se buscaba identificar la incidencia de infección en fracturas expuestas utilizando la Clasificación de Gustilo-Anderson en pacientes atendidos en dos hospitales de la Ciudad de México (Centro Médico ABC de Santa Fe y el Hospital de Traumatología del Instituto Mexicano del Seguro Social). Se obtuvo un total de 273 pacientes. de los cuales 185 (67%) fueron del sexo masculino y 88 (33%) del sexo femenino. El promedio de edad de los pacientes fue de 38.1 años. Se dio seguimiento a los pacientes al año posterior a la lesión con la finalidad de identificar si había infección. Se detectó un total de 22 casos de infección, con una incidencia de 8% en total, de acuerdo con el grado de exposición se observó una incidencia de infección de 0% (tipo I) a 17.39% (tipo IIIC) (Orihuela Fuchs et al., 2017).

Con relación a estudios realizados en Guatemala, se presenta uno realizado en el año 2017 en el Hospital General San Juan de Dios. En dicha investigación se realizó un estudio descriptivo prospectivo, con un total de 80 pacientes, el cual tenía por objetivo poder determinar el pronóstico de los pacientes con fracturas expuestas en relación con el tiempo de espera para realizarles lavado quirúrgico en sala de operaciones. Para interés de este estudio se presentan datos de importancia como lo son el sexo y edad de los pacientes, en el cual el 90% de los pacientes perteneció al sexo masculino y un 10% al sexo femenino. Con relación a la edad, la mayor prevalencia fue de 21 a 25 años con un porcentaje del 35%, seguidos por pacientes con edades de 26 a 30 años, con un porcentaje de 25%. Así mismo, como datos de importancia se presentan los grados de exposición de las fracturas expuestas más diagnosticados, los cuales fueron Grado I 5%, Grado II 3%, Grado IIIa 60%, Grado IIIB 7% y Grado IIIC 6% (Girón Xiquitá, 2017).

c. Definición del problema

Las fracturas expuestas representan un desafío clínico significativo en el ámbito de la traumatología ortopédica por su elevado riesgo de infección y morbilidad asociada. La selección y administración de terapia antibiótica en este contexto son medidas cruciales para prevenir complicaciones infecciosas y mejorar los resultados del paciente. Sin

embargo, a pesar de la importancia de la profilaxis antibiótica en el manejo de fracturas expuestas, persisten incertidumbres y variaciones en la práctica clínica en cuanto a la elección del régimen antibiótico, su duración y su ajuste según la gravedad de la lesión.

La clasificación de Gustilo y Anderson es ampliamente utilizada para categorizar las fracturas expuestas en tres tipos principales, según el grado de lesión tisular y la severidad de la fractura, en la cual se destaca el uso, el tipo y la duración del tratamiento antibiótico como profilaxis en fracturas expuestas, el cual varía según el tipo de fractura basada en la escala antes mencionada y según las políticas institucionales, las guías clínicas locales, así como también en las características específicas del paciente, como alergias a los antibióticos y otras comorbilidades.

A pesar de la importancia del tratamiento antibiótico profiláctico en el manejo de estas fracturas para prevenir complicaciones infecciosas, existe una falta de consenso y claridad en cuanto a la selección y duración óptima de la terapia antibiótica, en especial en nuestro entorno.

Tomando en cuenta que la clasificación de Gustilo y Anderson es utilizada internacionalmente destacando la profilaxis antibiótica, es importante conocer cómo se aplica la misma en la prescripción de antibióticos en pacientes con fractura expuesta ingresados en el Hospital de Chiquimula, para determinar un correcto manejo, tomando en cuenta la importancia de poder establecer un protocolo que permita una adecuada prescripción de antibióticos según el grado de la fractura. Por lo que se formula la siguiente pregunta: **¿Cuál es la antibioticoterapia utilizada en pacientes con fractura expuesta en el Departamento de Traumatología y Ortopedia del Hospital de Chiquimula durante el periodo de enero de 2019 a diciembre de 2023?**

II. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

a. Delimitación teórica

El presente estudio fue de tipo descriptivo retrospectivo, sobre el uso de antibioticoterapia en fracturas expuestas en pacientes que ingresaron al departamento de Traumatología y Ortopedia del Hospital de Chiquimula durante el periodo de enero de 2019 a diciembre de 2023.

b. Delimitación geográfica

El estudio se realizó en el departamento de Chiquimula, situado en la región del Nor-Oriente de Guatemala, el cual limita al norte con el departamento de Zacapa, al sur con el departamento de Jutiapa y la República de El Salvador, al este con la República de Honduras y al Oeste con Jalapa. Los municipios que lo conforman son 11 en total, los cuales son: Chiquimula, Camotán, Jocotán, San Juan Ermita, San José la Arada, Olopa, San Jacinto, Ipala, Quezaltepeque, Esquipulas y Concepción las Minas. El departamento de Chiquimula tiene un dato estimado de 389,000 habitantes, y sus principales idiomas son el español y el Ch'orti'.

c. Delimitación institucional

El estudio se efectuó en el Hospital de Chiquimula. Éste se inauguró en junio de 1974. Se encuentra ubicado en la 2da calle 14-71 Zona 1, el cual tiene una capacidad para 126 encamamientos, distribuidos en los servicios de Emergencia, Cirugía, Medicina Interna, Pediatría, Nutrición, Gineco-Obstetricia, Unidad De Cuidados Intensivos, Sala de Operaciones, Traumatología y Ortopedia, y área de Aislamiento.

d. Delimitación temporal

La investigación se realizó durante los meses de febrero a julio del año 2024.

III. OBJETIVOS

a. Objetivo general

Describir la antibioticoterapia utilizada en pacientes con fracturas expuestas en el departamento de Traumatología y Ortopedia del Hospital de Chiquimula durante los años 2019 a 2023.

b. Objetivos específicos

1. Establecer el grupo etario y sexo más frecuente en el grupo de estudio.
2. Identificar el lugar de accidente, mecanismo de lesión y área anatómica traumática más frecuente en el grupo de estudio.
3. Estratificar el grado de fractura expuesta según la clasificación de Gustilo Anderson.
4. Determinar los antibióticos frecuentemente utilizados por cada grado de fractura expuesta según la clasificación de Gustilo y Anderson.

IV. JUSTIFICACIÓN

Las fracturas expuestas, caracterizadas por una comunicación directa entre el foco de la fractura y el ambiente externo, representan un desafío clínico significativo debido al riesgo elevado de infección, ya que la presencia de tejido óseo expuesto y la interrupción de las barreras naturales de la piel aumentan considerablemente el riesgo de colonización bacteriana y el desarrollo de infecciones graves. En este contexto, el uso de antibióticos en el manejo de estas fracturas es crucial para prevenir complicaciones infecciosas.

La selección del régimen antibiótico y la duración del tratamiento pueden verse influenciadas por múltiples factores, incluidas las características individuales del paciente y la gravedad de la lesión. Esta variabilidad destaca la importancia de evaluar el uso de antibióticos en fracturas expuestas, con énfasis en la clasificación de Gustilo y Anderson, la cual es la más utilizada a la hora de estratificar este tipo de fracturas y determinar la profilaxis antibiótica según el grado de lesión.

Por lo tanto, se considera importante realizar una revisión exhaustiva del uso de antibióticos en fracturas expuestas en el Hospital de Chiquimula, siendo el objetivo principal de esta investigación el describir el uso de antibióticos y su prescripción en base a la clasificación de Gustilo y Anderson.

Los resultados de esta investigación proporcionarán una base sólida para el cumplimiento de pautas de tratamiento efectivas y basadas en evidencia. Además, servirán como fundamento para el desarrollo e implementación de un protocolo de intervenciones dirigidas en base a antibioticoterapia, para mejorar la práctica clínica en el manejo profiláctico de fracturas expuestas en el Hospital de Chiquimula. Este enfoque busca aumentar el éxito del abordaje de este grupo de pacientes y mejorar su calidad de vida a largo plazo.

V. MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I. Generalidades

1.1 Definición

Una fractura abierta o expuesta, ocurre cuando un hueso fracturado lesiona el tejido que lo rodea y lo vuelve visible, existiendo una comunicación directa entre el hueso fracturado y el exterior. Generalmente, este tipo de fracturas son resultado de un traumatismo severo o traumatismos de alta energía (Yunga Bravo y Yunga Bravo, 2020).

La pérdida de la integridad de la piel en las fracturas expuestas suprime una de las defensas naturales del cuerpo contra las infecciones. Además, se pueden generar áreas con falta de irrigación sanguínea debido a la presencia de hematomas, cuerpos extraños o tejidos dañados. Investigaciones detalladas han indicado que entre el 66% y el 75% de las fracturas abiertas tienen el potencial de permitir el desarrollo de microorganismos patógenos (Yunga Bravo y Yunga Bravo, 2020).

Las fracturas expuestas son consideradas una de las lesiones más graves del sistema musculoesquelético en niños. Los objetivos del tratamiento para estas lesiones son similares a los de los adultos: prevenir la infección, promover la curación de los tejidos blandos lesionados, facilitar la consolidación ósea y restaurar al paciente a un estado funcional óptimo (López-Tello et al., 2017).

1.2 Epidemiología

En los últimos años, se ha observado un incremento en la incidencia de fracturas expuestas, estimada en alrededor de 10/100,000 personas al año. Este tipo de fracturas presentan una distribución bimodal, mostrando un pico de incidencia en jóvenes y otro aumento significativo en ancianos con fragilidad. Por lo general, afectan más a hombres que a mujeres, y la edad promedio de ocurrencia se sitúa alrededor de los 40-45 años (Laguna, 2023).

Las fracturas expuestas se registran con mayor frecuencia en la tibia, principalmente debido a la ubicación subcutánea de la cara anterointerna de este hueso, con una prevalencia del 20% a 40% de los casos. En segundo lugar, se encuentran las fracturas

de fémur, con un 12% de incidencia, seguidas por fracturas en metacarpianos y la ulna (Orozco Montoya et al., 2021).

Las fracturas abiertas causadas por mecanismos de baja energía suelen ocurrir en las falanges de los dedos, representando casi el 50% de los casos. Por otro lado, los accidentes asociados con traumas de alta energía afectan principalmente a los huesos largos, siendo la tibia, el fémur, el cúbito y radio, así como el húmero, los más comúnmente afectados en orden de frecuencia (Laguna, 2023).

El mecanismo de producción de fracturas abiertas varía según la edad. En individuos jóvenes de 20 a 50 años, los accidentes de tráfico representan entre el 40% y el 60% de los casos, lo que constituye un mecanismo de alta energía que a menudo se asocia con lesiones en otros niveles del cuerpo. En pacientes ancianos mayores de 65 años, las caídas son responsables de más del 50% de las fracturas abiertas, las cuales suelen aparecer como lesiones aisladas (Laguna, 2023).

Las fracturas expuestas en niños constituyen aproximadamente el 10% de los ingresos hospitalarios en un departamento de traumatología pediátrica. En general, la tendencia actual muestra una mayor incidencia en niños en comparación con niñas. Los sitios anatómicos más afectados son, en primer lugar, la tibia, seguida de fracturas en el antebrazo (López-Tello et al., 2017).

1.3 Mecanismos de lesión

Los mecanismos por los cuales se produce una fractura son de 2 tipos, directo e indirecto.

Mecanismo directo: ocurren en el punto de impacto de la fuerza responsable, generalmente cuando un miembro fijo se golpea contra una superficie quieta o en movimiento, por ejemplo, una contusión aplastante. Estas fracturas pueden causar contusiones, aplastamiento de tejidos blandos y lesiones en tejidos con falta de irrigación sanguínea, lo que aumenta el riesgo de infección debido a la contaminación (Orozco Montoya et al., 2021).

Los accidentes de tráfico, las lesiones por armas de fuego y las caídas desde alturas son algunos de los eventos más comunes asociados con fracturas expuestas (Brenes Méndez, 2020).

Mecanismo indirecto: ocurren a cierta distancia del lugar del impacto inicial debido a la concentración de fuerzas en ese punto. La punta ósea puede perforar la piel de adentro hacia afuera, creando una herida pequeña sin contusión local y con menos suciedad, lo que generalmente se considera menos grave (Orozco Montoya et al., 2021).

Los escenarios frecuentes de este mecanismo incluyen las sufridas durante actividades deportivas y las caídas desde una altura estando de pie (Brenes Méndez, 2020).

En niños, este tipo de fracturas suelen ocurrir por accidentes vehiculares o producto de caídas al suelo, principalmente (López-Tello et al., 2017).

1.4 Cuadro clínico

Las fracturas expuestas se caracterizan por dolor y pérdida de funcionalidad, así como deformidad en el tejido, la cual suele ser proporcional a la gravedad de la lesión. En casos graves, el paciente puede experimentar náuseas y palidez debido a un shock primario o secundario, así mismo, puede producirse un shock hipovolémico debido a una hemorragia significativa. La historia clínica proporciona información sobre el mecanismo de la lesión y posibles daños en los tejidos blandos no traumáticos. Es importante realizar una exploración nerviosa para evaluar la sensibilidad del miembro afectado (Orozco Montoya et al., 2021).

1.5 Estudio radiológico

Es fundamental llevar a cabo un estudio radiológico completo que incluya dos proyecciones: anteroposterior (AP) y lateral (L), abarcando toda la extensión del hueso afectado. En áreas de metáfisis o epífisis, se pueden agregar proyecciones oblicuas, tanto externas como internas, para evaluar la gravedad del trauma y para planificar el tratamiento adecuado. Además, estas proyecciones adicionales ayudan a descartar la presencia de cuerpos extraños (Orozco Montoya et al., 2021).

CAPÍTULO II. Clasificación de las fracturas expuestas

La clasificación de las fracturas abiertas se puede dividir según el mecanismo de la lesión, la gravedad de las lesiones de los tejidos blandos, la configuración de la fractura y el grado de contaminación. Hay varios sistemas de clasificación, entre ellos el de Cauchoix y Duparc, que fue seguido por otros autores y sirvió como base para la clasificación desarrollada por Gustilo y Anderson. Esta última fue posteriormente modificada por el mismo autor y es la que se utiliza en la actualidad (Castro López, 2016).

2.1 Clasificación de Gustilo y Anderson

La clasificación de Gustilo y Anderson (ver anexo A) ampliamente aceptada y utilizada en la literatura médica, consta de tres grados principales y divide el tercer grado en tres subtipos. A medida que aumenta la gravedad de la lesión abierta, aumenta la prevalencia de infección (Uyaguari Guerra et al., 2023).

Esta clasificación fue publicada por primera vez en 1976 y modificada en 1984, en la cual organiza las fracturas abiertas en función del empeoramiento del pronóstico. Así mismo, toma en cuenta el mecanismo de la lesión, la complejidad de la fractura, el nivel de contaminación y el daño producido en los tejidos blandos (Brenes Méndez, 2020).

Esta clasificación se divide de la siguiente forma:

- Tipo I: fractura expuesta con una herida < 1 cm de largo, sin contaminación.
- Tipo II: fractura expuesta con una herida > 1 cm, presentan una contaminación moderada. Puede haber conminución, pero no hay un daño extenso en los tejidos blandos, ni colgajos ni avulsiones.
- Tipo III: fractura segmentaria expuesta con una herida > 10 cm, que implica un daño extenso en los tejidos blandos o una amputación traumática (Brenes Méndez, 2020).

Así mismo, Gustilo y Anderson dividieron las fracturas tipo III en 3 subtipos más, siendo estos los siguientes:

- Tipo IIIA: hay una cobertura adecuada de los tejidos blandos sobre el hueso fracturado, a pesar de la presencia de laceraciones extensas o colgajos de tejido

blando. También se incluyen fracturas abiertas debidas a traumas de alta energía, independientemente del tamaño de la herida.

- Tipo IIIB: Se caracteriza por una lesión extensa de tejidos blandos con desprendimiento perióstico y exposición ósea. Este tipo de fractura abierta suele estar asociado con una contaminación masiva.
- Tipo IIIC: se trata de una fractura abierta asociada con lesión arterial que requiere reparación (Brenes Méndez, 2020).

Las fracturas expuestas que ocurren en ambientes como desastres naturales, que presenten una severa contaminación o conminuta, se clasifican como fracturas grado III, sin importar el tamaño de la herida (Uyaguari Guerra et al., 2023).

En un estudio realizado por Gustilo et al. se logró determinar que el riesgo de infección estaba correlacionado directamente con el grado de la fractura. La tasa de infección en fracturas de grado I oscila entre el 0% y el 2%, en fracturas de grado II es de 2% a 7%, en grado IIIa es del 7%, en grado IIIB es de 10% a 50%, y en grado IIIC es del 25% al 50% (Brenes Méndez, 2020).

Este estudio estableció las bases para el manejo moderno de fracturas abiertas, promoviendo el desbridamiento temprano. Además, recomendó el cierre inmediato de fracturas abiertas tipo I y tipo II, y el cierre tardío de las lesiones tipo III utilizando técnicas especializadas. Así mismo, recomendó el tratamiento profiláctico con antibióticos (Brenes Méndez, 2020).

CAPÍTULO III. Antibioticoterapia

Históricamente, una fractura abierta solía resultar en una amputación temprana debido al temor de desarrollar una sepsis grave. Sin embargo, con el avance de la técnica aséptica y, posteriormente, la introducción del uso de antibióticos, el tratamiento exitoso de las fracturas abiertas se ha vuelto más común. El estándar del manejo actual incluye el uso de profilaxis antibiótica para el tratamiento de las fracturas abiertas. La administración tardía de la primera dosis de antibióticos profilácticos aumenta significativamente el riesgo de infección (Amigo Castañeda et al., 2021).

La elección y la duración del tratamiento con antibióticos pueden variar considerablemente, pero suelen basarse en la clasificación de Gustilo y Anderson de las fracturas abiertas (Brenes Méndez, 2020).

3.1 Antibióticos utilizados en profilaxis de fracturas expuestas

3.1.1. Betalactámicos

Estos medicamentos se unen a las proteínas de unión a la penicilina y ejercen su efecto al inhibir la síntesis de la pared celular bacteriana, lo que conduce a la lisis celular. Los fármacos como las penicilinas y las cefalosporinas pertenecen a la clase de antibióticos betalactámicos, los cuales actúan como bactericidas (Garner et al., 2020).

Las cefalosporinas de primera generación, como la cefazolina, son efectivas contra bacterias grampositivas y se utilizan comúnmente en el tratamiento de fracturas tipo I y II. La ceftriaxona al ser una cefalosporina de tercera generación proporciona cobertura contra grampositivos y gramnegativos, lo cual puede considerar su uso en fracturas tipo III. La penicilina sigue siendo el antibiótico de primera elección contra especies de *Clostridium* asociadas con lesiones infectadas o contaminadas con tierra o heces. La piperacilina-tazobactam, al ser un agente betalactámico e inhibidor de betalactamasas, ofrece una cobertura de amplio espectro contra bacterias grampositivas, gramnegativas y anaeróbicas. Esto puede considerarse en el tratamiento de fracturas tipo III (Garner et al., 2020).

3.1.2. Lincosamidas

Son una clase de antibióticos que inhiben la síntesis de proteínas bacterianas al unirse a la subunidad 50S de los ribosomas bacterianos. La clindamicina, uno de los principales fármacos de este grupo, ofrece cobertura contra bacterias grampositivas y es recomendada en pacientes politraumatizados que requieren terapia antimicrobiana y tienen alergia a la penicilina (Garner et al., 2020).

3.1.3. Aminoglucósidos

Su mecanismo de acción consiste en la inhibición de la subunidad 30S del ribosoma bacteriano. Tienen un efecto bactericida contra la mayoría de los microorganismos aerobios y gramnegativos y su actividad está altamente influenciada por los niveles sanguíneos del fármaco. Sin embargo, es importante tener en cuenta la posible nefrotoxicidad y ototoxicidad asociadas con estos fármacos, aunque estas son generalmente reversibles. Algunos ejemplos de aminoglucósidos incluyen la gentamicina y la amikacina (Garner et al., 2020).

Si se administran aminoglucósidos, es crucial considerar las características específicas del paciente y de la lesión. La duración y el horario de dosificación deben ser monitoreados, especialmente en pacientes con factores de riesgo de insuficiencia renal aguda. Se ha observado que un ciclo corto de gentamicina una vez al día parece ser relativamente seguro (Quezada Pauta et al., 2024).

3.1.4. Fluoroquinolonas

Ejercen su acción bactericida al inhibir la ADN girasa y las topoisomerasas, lo que impide la replicación del ADN bacteriano. Tienen un amplio espectro de cobertura que incluye microorganismos grampositivos y gramnegativos, similar al de los aminoglucósidos, sin embargo, tienen un menor riesgo de nefrotoxicidad y ototoxicidad en comparación con los aminoglucósidos. Un ejemplo de antibiótico fluoroquinolona es la ciprofloxacina (Garner et al., 2020).

El uso de fluoroquinolonas no presenta beneficios considerables frente a los regímenes de cefalosporinas o aminoglucósidos en el tratamiento de fracturas abiertas. De hecho, su uso puede tener efectos adversos en la curación de fracturas y puede estar asociado

con tasas más altas de infección en fracturas abiertas tipo III. Por lo tanto, su uso debe ser cuidadosamente considerado y limitado en este contexto (Quezada Pauta et al., 2024).

3.1.5. Glicopéptidos

El más importante es la vancomicina, el cual es un fármaco que actúa como alternativa para la cobertura de organismos grampositivos en pacientes alérgicos a las penicilinas. Su mecanismo de acción implica la inhibición de la síntesis bacteriana al bloquear la polimerización de los peptidoglicanos. Sin embargo, según las recomendaciones actuales, no hay evidencia suficiente para respaldar el uso de vancomicina como monoterapia para la profilaxis antibiótica en fracturas expuestas. Es importante que su uso se base en las directrices clínicas y en la consideración de la sensibilidad bacteriana local (Andrade-Cerda et al., 2022).

3.2 Indicaciones y objetivos de la profilaxis antibiótica

Idealmente, la profilaxis antibiótica debe cumplir con varios objetivos importantes. En primer lugar, debe prevenir las infecciones del sitio quirúrgico y reducir la morbilidad y mortalidad asociadas. Además, la profilaxis debe tener un impacto mínimo en la microbiota del paciente y no causar efectos adversos significativos. Para lograr estos objetivos, la elección del antibiótico debe dirigirse hacia los patógenos más comúnmente asociados con la contaminación del sitio quirúrgico, utilizando la vía de administración y dosis adecuadas. También es crucial administrar la profilaxis durante el período de tiempo adecuado para garantizar niveles séricos y tisulares suficientes que prevengan la contaminación de la herida y la resistencia antimicrobiana (Andrade-Cerda et al., 2022).

El tratamiento antibiótico ha sido fundamental para reducir la tasa de infecciones postquirúrgicas y se considera el estándar en el tratamiento actual. Sin embargo, es importante tener en cuenta que no es el único factor determinante para prevenir la infección. Se ha demostrado que los factores relacionados con la gravedad de la lesión son de mayor relevancia en la aparición de una infección. Las infecciones en fracturas expuestas son producidas en su mayoría por cepas de *Staphylococcus aureus*,

Streptococcus sp., Enterococcus y bacilos gram negativos, como Pseudomona aeruginosa, Enterobacter y Proteus (Orozco Montoya et al., 2021).

Se ha demostrado que la mayoría de los gérmenes aislados en los cultivos tomados de heridas infectadas, son sensibles a los fármacos bactericidas, especialmente frente a estafilococos. Las cefalosporinas de primera generación son preferidas debido a su buena penetrabilidad en el hueso, por lo tanto, se recomiendan como tratamiento de elección en fracturas expuestas grado I y II cuando no hay una contaminación importante. Para fracturas grado III, donde la contaminación es más significativa, se sugiere el uso de antibióticos de mayor espectro (Orozco Montoya et al., 2021).

En fracturas grado III con una significativa afectación de partes blandas, o en entornos con alta contaminación como presencia de heces o tierra, es común encontrar una contaminación predominante por flora gramnegativa. Por lo tanto, se requiere una cobertura antibiótica ampliada. En estos casos, una combinación comúnmente utilizada es la administración de una cefalosporina de primera generación junto con un aminoglucósido (Orozco Montoya et al., 2021).

Con respecto a la elección de fármacos, Rupp en su estudio de Prevención de infección en fracturas abiertas durante el 2020, indica que se debe de realizar de la siguiente forma:

- En las fracturas tipo I y II, se recomienda antibioticoterapia dirigida a grampositivos.
- En las fracturas tipo III se recomienda una cobertura adicional de antibióticos para gramnegativos.
- En los casos en donde se sospeche contaminación fecal o Clostridium, se establece profilaxis antibiótica adicional con penicilinas (Rupp et al., 2020).

La mayoría de los expertos recomiendan que para las fracturas expuestas de grado I y II, según la clasificación de Gustilo y Anderson, se seleccione una profilaxis antibiótica que cubra los microorganismos Gram positivos. Esto incluye cefalosporinas de primera y segunda generación, así como penicilinas con actividad contra estafilococos. En el caso de las fracturas expuestas de grado III, se debe cubrir tanto Gram positivos como Gram negativos, y también se debe considerar la cobertura para microorganismos anaerobios si la herida está contaminada con material ambiental (Andrade-Cerda et al., 2022).

Se han identificado otros agentes con potencial prometedor para el tratamiento de fracturas abiertas tipo III, como la piperacilina/tazobactam y cefepima. Sin embargo, se requiere más investigación para evaluar completamente la eficacia de estos tres agentes (Quezada Pauta et al., 2024).

Las recomendaciones proporcionadas por expertos incluyen la dosificación, así:

- Para fracturas Gustilo I y II: cefazolina 1 a 2 gramos intravenoso cada 8 horas, como alternativa para pacientes alérgicos a los betalactámicos, se utiliza clindamicina dosis de carga de 900 miligramos seguido de 600 a 900 miligramos intravenoso cada 8 horas.
- Para fracturas Gustilo III: añadir aminoglucósidos 3 a 5 miligramos/kilogramo/día.
- En caso de contaminación fecal o ambiental considerar el uso de penicilina 2 millones de unidades cada 4 horas (Andrade-Cerda et al., 2022).

En la revisión bibliográfica realizada por Rasmussen y Koelling, publicada en 2024, se propuso una guía actualizada sobre el uso de antibióticos en fracturas expuestas basada en la clasificación de Gustilo y Anderson (ver anexo B).

Algunas guías recomiendan una dosis de 5 mg/kg/día de gentamicina como profilaxis. Sin embargo, debido al riesgo de nefrotoxicidad, la British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons sugiere que este riesgo potencial debe equilibrarse con el beneficio de mejorar la amplitud y eficacia de la cobertura antimicrobiana. Por lo tanto, para la práctica común en profilaxis, se recomienda utilizar una dosis única más baja de 3 mg/kg/día (Eccles et al., 2020).

3.3 Profilaxis antibiótica en pediatría

El consenso general actual establecido en la literatura para pacientes pediátricos es aplicado de manera similar a los adultos. Para las fracturas expuestas tipo I y tipo II, se recomienda una cefalosporina de primera generación, como agente único. En fracturas tipo III, se sugiere el uso combinado de una cefalosporina con un aminoglucósido. Si hay sospecha de contaminación por microorganismos anaeróbicos, como en individuos con lesiones en ambientes altamente contaminados como granjas o con lesiones vasculares,

se añade penicilina al tratamiento. En caso de alergia a cefalosporinas o penicilina, se puede optar por clindamicina (López-Tello et al., 2017).

El Servicio de Urgencias del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra en México, a través de su División de Traumatología, Urgencias e Infecciones Óseas, desarrolló una guía clínica para el manejo de fracturas expuestas en niños y adolescentes. Según esta guía, la selección de antibióticos se basa en la microbiología de la herida, que suele estar contaminada por organismos grampositivos o gramnegativos. Por lo tanto, los antibióticos utilizados deben ser efectivos contra estos grupos, y en ocasiones puede ser necesario agregar antibióticos para organismos anaeróbicos (Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2020).

En niños menores de 3 años, es importante considerar la cobertura específica para *Haemophilus influenzae*. Además, en niños y adolescentes cuyos discos de crecimiento aún están abiertos, no se deben utilizar quinolonas debido a su efecto sobre la detención del crecimiento. En su lugar, se pueden emplear cefalosporinas de primera a tercera generación, siendo preferibles las de segunda generación en niños menores de 3 años, combinadas con aminoglucósidos (Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2020).

Con base en este consenso desarrollaron el siguiente patrón de prescripción:

Cefalosporinas de primera generación:

- Cefalexina vía oral, dosis 15/30mg/kg/día cada 6 horas
- Cefalotina vía parenteral, dosis 15/30mg/kg/día cada 4 a 6 horas.

Cefalosporina de segunda generación:

- Cefuroxima dosis vía oral 10/15 mg/kg/día; parenteral intravenosa 50/100mg/kg/día.

Cefalosporinas de tercera generación:

- Cefotaxima, dosis 75 a 200mg/kg/día cada 8 o 6 horas intravenosa o intramuscular

- Ceftriaxona 50 a 100mg/kg/día intravenoso divididos cada 12 o 24 horas; la dosis máxima es de 2 gramos al día

Cefalosporina de cuarta generación:

- Cefepime 40 a 50mg/kg/día cada 12 horas, dosis máxima 2gr al día, vía intravenosa.

Infecciones por anaerobios:

- Metronidazol dosis 15 a 30 mg/kg/día cada 6 horas dosis máxima 4 gr al día, vía intravenosa.

Aminoglucósidos:

- Amikacina dosis 7.5 a 15 mg/kg/día cada 12 horas vía intramuscular o intravenosa. Se puede utilizar una mono dosis cada 24 horas.
- Gentamicina dosis 3 a 7.5 mg/k/día dividido cada 12 horas vía intramuscular o intravenosa. Se puede utilizar una mono dosis casa 24 horas (Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2020).

3.4 Momento de la administración

La administración temprana de la primera dosis de antibióticos es crucial, ya que el retraso aumenta significativamente el riesgo de infección. En 1989, Patzakis y Wilkins demostraron un mayor riesgo de infección cuando la administración de antibióticos se retrasó más de 3 horas después de la lesión. Las guías de la EAST (Eastern Association for the Surgery of Trauma) así como la guía de la Surgical Infection Society, ambas recomiendan la administración temprana de antibióticos (Quezada Pauta et al., 2024).

3.5 Duración del antimicrobiano

La British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons (BAPRAS) y la British Orthopaedic Association (BOA), en sus estándares para el manejo de fracturas abiertas, señalan que, aunque es crucial administrar antibióticos inmediatamente después de la lesión, no hay suficiente evidencia que respalde la administración

prolongada. Se ha observado que el uso de antibióticos durante 1 día parece ser tan efectivo como 3 a 5 días (Eccles et al., 2020).

La Eastern Association for the Surgery of Trauma (EAST) recomienda suspender los antibióticos 24 horas después del cierre temprano de la herida en las fracturas de tipo I y II, esto sin importar la duración de la terapia antibiótica desde su administración hasta la cirugía definitiva. Sin embargo, para las fracturas abiertas de tipo III, la EAST sugiere continuar con los antibióticos durante 72 horas después de la lesión o hasta 24 horas después de lograr la cobertura del tejido blando (Quezada Pauta et al., 2024).

3.6 Terapia tópica

La eficacia de los antibióticos tópicos como medida profiláctica en humanos no cuenta con suficientes datos respaldatorios. Aunque hay pocos estudios que han evaluado el uso de vancomicina tópica en concentraciones bajas, estos han demostrado cierta eficacia en la reducción de las tasas de infección del sitio quirúrgico, especialmente cuando se aplica dentro de las primeras 24 horas después de la lesión (Gaudias, 2021).

CAPÍTULO IV. Manejo de las fracturas expuestas

4.1 Evaluación Inicial

Cada fractura expuesta requiere una respuesta urgente. Debe iniciarse de inmediato el protocolo Advanced Trauma Life Support (ATLS), y para pacientes pediátricos, se deben seguir los algoritmos del soporte vital avanzado pediátrico (PALS), ya sea en la escena del accidente o en la sala de emergencias. El manejo ortopédico y la evaluación deben comenzar una vez que se haya estabilizado la condición de peligro inmediato del paciente (Orozco Montoya et al., 2021).

Es crucial llevar a cabo una inspección minuciosa de cada miembro, ya que las fracturas abiertas pueden pasar desapercibidas si el médico no expone completamente la extremidad. Antes de proceder con la reducción o inmovilización, se deben considerar las dimensiones, ubicaciones y el grado de afectación de los tejidos blandos en las heridas abiertas. Además, se debe realizar un examen completo del estado neurovascular. Es especialmente importante mantener un alto nivel de sospecha de síndrome compartimental en casos de traumas de alta energía. La incidencia de síndrome compartimental está directamente relacionada con el grado de lesión, evaluado según la clasificación de Gustilo y Anderson (Quezada Pauta et al., 2024).

4.2 Manejo Inicial

La eliminación inmediata de contaminantes como hojas, ropa y suciedad puede ser crucial para evitar infecciones. Posteriormente, se debe irrigar la zona afectada y aplicar un vendaje salino húmedo para ayudar en la curación y prevenir infecciones. Luego, se procede a reducir la extremidad, se coloca una férula acolchada y se registran los pulsos antes y después de la reducción para evaluar cualquier posible daño vascular. La evaluación de los pulsos puede indicar la presencia de daño vascular (Orozco Montoya et al., 2021).

4.3 Cultivo de herida

La falta de consenso en la utilidad de los cultivos iniciales llevó a Reddy Lingaraj y colaboradores en 2015 a realizar un estudio piloto. Su objetivo era determinar la flora

bacteriana inicial en fracturas abiertas y su relación con infecciones posteriores. El estudio concluyó que la flora inicial no siempre coincide con los organismos infecciosos posteriores, y los cultivos previos al desbridamiento quirúrgico no predicen la infección posterior. Por tanto, no se recomienda realizar cultivos antes del desbridamiento quirúrgico (Brenes Méndez, 2020).

4.4 Profilaxis antitetánica

Como medida preventiva ante una posible infección, se puede administrar una dosis de toxoide antitetánico, incluso si la persona ha recibido la vacunación adecuada en el pasado. En adultos y niños mayores de 10 años, la inmunización se realiza con toxoide tetánico (TT) o la vacuna combinada contra el tétano y la difteria (Td), administrando una dosis de 0.5 ml por vía intramuscular o subcutánea profunda (Orozco Montoya et al., 2021).

En cuanto a la inmunoglobulina, la dosis de inmunoglobulina tetánica (humana) es la misma para niños y adultos, administrando 500 unidades por vial, que corresponde a 250 unidades por inyección intramuscular. Sin embargo, esta dosis se incrementa a 500 unidades en ciertos casos: si la herida ha pasado más de 12 horas sin atención, si hay presencia o riesgo de contaminación significativa, o si el paciente pesa más de 90 kg (Brenes Méndez, 2020).

4.5 Antibioticoterapia

La antibioticoterapia es parte del Gold estándar, junto al desbridamiento quirúrgico en sala, para el tratamiento de las fracturas expuestas. El enfoque principal está basado en la profilaxis antibiótica, a fin de evitar infecciones en el sitio de la lesión y complicaciones posteriores (Andrade-Cerda et al., 2022).

4.6 Desbridamiento quirúrgico

El proceso de desbridamiento se fundamenta en la evaluación clínica de la necrosis, lo que implica la eliminación de todos los tejidos desvitalizados, incluyendo el hueso afectado. Este procedimiento se lleva a cabo en sala de operaciones con estrictas

medidas de asepsia y se realiza mediante una irrigación abundante para garantizar una limpieza exhaustiva (Orozco Montoya et al., 2021).

La cantidad de suero fisiológico que se debe utilizar para irrigar se basará según la clasificación de Gustilo y Anderson, siendo así:

- Fracturas tipo I: se utiliza una cura tópica y hasta 3 litros de suero fisiológico.
- Fracturas tipo II: se utilizan 6 litros de suero fisiológico.
- Fracturas tipo III: se utilizan 9 litros de suero fisiológico (Orozco Montoya et al., 2021).

El desbridamiento, un procedimiento crucial en el tratamiento de fracturas expuestas, implica la eliminación meticulosa de tejido necrótico y contaminantes para promover la cicatrización. Se lleva a cabo en condiciones quirúrgicas, priorizando la conservación de estructuras nerviosas y vasculares. Es fundamental para evaluar la viabilidad del tejido circundante y la extensión de la lesión. El desbridamiento también facilita la clasificación precisa de la fractura y la elección del método de estabilización óptimo (Quinaluisa Erazo et al., 2022).

4.7 Estabilización de la fractura

La estabilización de fracturas es fundamental como parte del tratamiento inicial junto con el desbridamiento. La estabilización limita el movimiento en la zona lesionada, reduce la propagación de bacterias y mejora la circulación sanguínea. Se utilizan diferentes métodos de estabilización según la gravedad de la fractura y el nivel de contaminación, como fijadores externos, placas y clavos intramedulares. Los fijadores externos son preferidos en fracturas más contaminadas, como las de tipo IIIB y IIIC, mientras que la fijación interna se emplea en fracturas de tipo I, II y IIIA (Orozco Montoya et al., 2021).

4.7.1. Fijación externa

La fijación externa se emplea típicamente como una solución temporal, aunque en algunos casos puede ser definitiva. Esta técnica tiene la ventaja de requerir procedimientos quirúrgicos más cortos y causar menos pérdida de sangre. Aunque la tasa de consolidación es alta, alrededor del 95%, la fijación externa a menudo conlleva

múltiples reintervenciones quirúrgicas debido a que los callos formados son de tamaño reducido y se localizan dentro del hueso, esto aumenta el riesgo de fractura al retirar el dispositivo de fijación. Se utiliza principalmente en fracturas de tipo IIIB y IIIC (Orozco Montoya et al., 2021).

4.7.2. Fijación intramedular

Los clavos intramedulares son comúnmente empleados en fracturas de tipo I, II y III. Se prefieren clavos no fresados para preservar el flujo sanguíneo dentro del hueso. Esta técnica de fijación tiene una alta tasa de consolidación, alrededor del 95%, y un bajo riesgo de osteomielitis, menos del 1%. Sin embargo, alrededor del 15% de los casos pueden requerir injerto óseo adicional. En algunos casos, se puede recurrir a una fijación externa temporal antes de proceder con el enclavado intramedular (Orozco Montoya et al., 2021).

4.7.3. Placas y tornillos

El método de fijación con placas y tornillos es una opción adicional para estabilizar fracturas, especialmente en fracturas intraarticulares y metafisarias. Sin embargo, su uso ha disminuido debido a las altas tasas de complicaciones, como la osteomielitis y la falla del implante. Se considera que este enfoque conlleva mayores riesgos en comparación con otros métodos de fijación. La ventaja principal de esta técnica es su capacidad para mantener una reducción precisa de la congruencia y la orientación articular (Orozco Montoya et al., 2021).

4.8 Cobertura y cierre de herida

Es esencial realizar la cobertura de la piel lo más pronto posible cuando los bordes del defecto de la piel sean viables. Esto se debe a que la conversión rápida de una fractura abierta a una cerrada es crucial para reducir el riesgo de infección. La posibilidad de infección con microorganismos gramnegativos hospitalarios, como *Pseudomonas*, *Enterobacter* y *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina, puede producirse por un cierre tardío de la herida. En casos de heridas con pérdida extensa de tejido, como las lesiones tipo IIIB y IIIC, se recomienda realizar una fijación temprana de fracturas y la cobertura con un colgajo dentro de las primeras 72 horas (Quinaluisa Erazo et al., 2022).

4.9 Amputación

Una extremidad severamente traumatizada se refiere a un miembro con afectación de al menos tres de los cuatro sistemas; tejido blando, hueso, nervios y vasos. Existen varios sistemas de puntuación para prever el rescate de las extremidades inferiores, siendo el más común el sistema MESS (Mangled Extremity Severity Score) (ver anexo C). Este sistema se basa en la gravedad de la lesión producida en el hueso y los tejidos blandos, así como la presencia de isquemia, presencia de shock, la edad del paciente y el tiempo de isquemia. Un puntaje inferior a 7 sugiere la viabilidad de un intento de salvamento primario, mientras que una puntuación entre 7 y 9 indica la posibilidad de rescate de la amputación (Quinaluisa Erazo et al., 2022).

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

a. Tipo de estudio

Descriptivo retrospectivo

b. Área de estudio

Hospital de Chiquimula

c. Universo o muestra

Pacientes con diagnóstico de fracturas expuestas ingresados en el Hospital de Chiquimula durante el periodo de enero de 2019 a diciembre de 2023.

Total= 223 pacientes.

d. Objeto del estudio

Expedientes clínicos con diagnóstico de fracturas expuestas según la clasificación de Gustilo y Anderson.

e. Criterios de inclusión

Expedientes clínicos de pacientes con historia de traumatismo y diagnóstico de fractura expuesta.

f. Criterios de exclusión

- Pacientes que no hayan sido ingresados al departamento de Traumatología y Ortopedia.
- Expedientes incompletos o ausencia de datos relevantes para el análisis.
- Pacientes referidos y tratados previamente en otros centros hospitalarios.
- Fracturas asociadas a otras patologías como cáncer primario o metastásico y osteoporosis senil.

g. Variables estudiadas

- Antibioticoterapia
- Fracturas expuestas

h. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicador	Tipo de variable	Escala de medición
Antibioticoterapia	Tratamiento utilizado para combatir infecciones por bacterias, así como la prevención e infección de heridas.	a.1 Antibiótico utilizado	Cualitativa	Nominal
Fracturas expuestas	Lesión ósea en la que el hueso fracturado se encuentra expuesto al exterior a través de una herida en la piel o los tejidos circundantes.	B.1 Grado de fractura expuesta según Gustilo y Anderson	Cualitativa	Ordinal
		B.2 Área anatómica traumática	Cualitativa	Nominal
		B.3 Mecanismo de lesión	Cualitativa	Nominal
		B.4 Lugar del accidente	Cualitativa	Nominal

Fuente: Elaboración propia

i. Instrumentos utilizados para recolectar y registrar información

Boleta de recolección de datos que incluye la siguiente información: sexo y edad del paciente, lugar y mecanismo de lesión, localización anatómica, clasificación de la fractura según Gustilo y Anderson, así como el antibiótico utilizado.

j. Procedimiento para la recolección de datos

- Primer paso: información previa y autorización sobre el proyecto de investigación por parte del Organismo Coordinador de Trabajos de Graduación e Investigación, así mismo, por parte del comité de Docencia e Investigación y Bioética del Hospital de Chiquimula, previo al inicio de recolección de datos.
- Segundo paso: recolección de variables requeridas por medio de boleta de recolección de datos, obtenido de los expedientes clínicos de los pacientes incluidos en la muestra, en el área de Estadística e Informática del Hospital de Chiquimula. Se evaluaron las hojas de registro médico, historia clínica de emergencia e historia clínica y ordenes medicas de ingreso, así como hojas de registro de medicamentos.

k. Plan de análisis

Luego de obtener la información por medio de fichas de recolección de datos, se procedió con lo siguiente:

1. Se tabuló la información, elaborando una base de datos para analizar la información recopilada de cada variable.
2. Se revisó y procesó los datos en Microsoft Excel según las variables incluidas en el trabajo.
3. Se elaboraron gráficas para expresar los resultados.

l. Procedimientos para garantizar los aspectos éticos de la investigación

Se solicitó permiso al comité de docencia e investigación y bioética del Hospital de Chiquimula para realizar el estudio. Se garantizó la confidencialidad y anonimato de la información de los pacientes en todo momento.

m. Cronograma

Actividades	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración de Planteamiento del problema																												
Revisión de planteamiento del problema																												
Aprobación de Planteamiento del problema																												
Elaboración de Protocolo de investigación																												
Revisión de Protocolo de investigación																												
Aprobación de Protocolo de investigación																												
Trabajo de campo																												
Elaboración de Informe final																												
Revisión de Informe final																												
Aprobación de Informe final																												

Fuente: Elaboración propia

n. Recursos

Los recursos utilizados en la ejecución de esta investigación son los siguientes:

a. Humanos

- 1 investigador:
 - Josué Nehemías Ramírez Pérez
- 1 asesor:
 - M.Sc. Jorge Antonio Vanegas Cabrera
- Revisores del Organismo Coordinador de Trabajos de Graduación de Medicina (OCTGM):
 - Ph.D. Rory René Vides Alonzo
 - M.Sc. Christian Edwin Sosa Sancé
 - M.Sc. Edvin Danilo Mazariegos Albanés
 - M.Sc. Carlos Enrique Osorio Rivas

b. Físicos

- Dispositivos electrónicos:
 - 1 computadora portátil
 - 1 impresora
- Herramientas informáticas: Microsoft Word, Microsoft Excel.
- Herramientas web: Google Académico, PubMed, UpToDate.
- Papelería: impresiones y fotocopias, folders, ganchos.

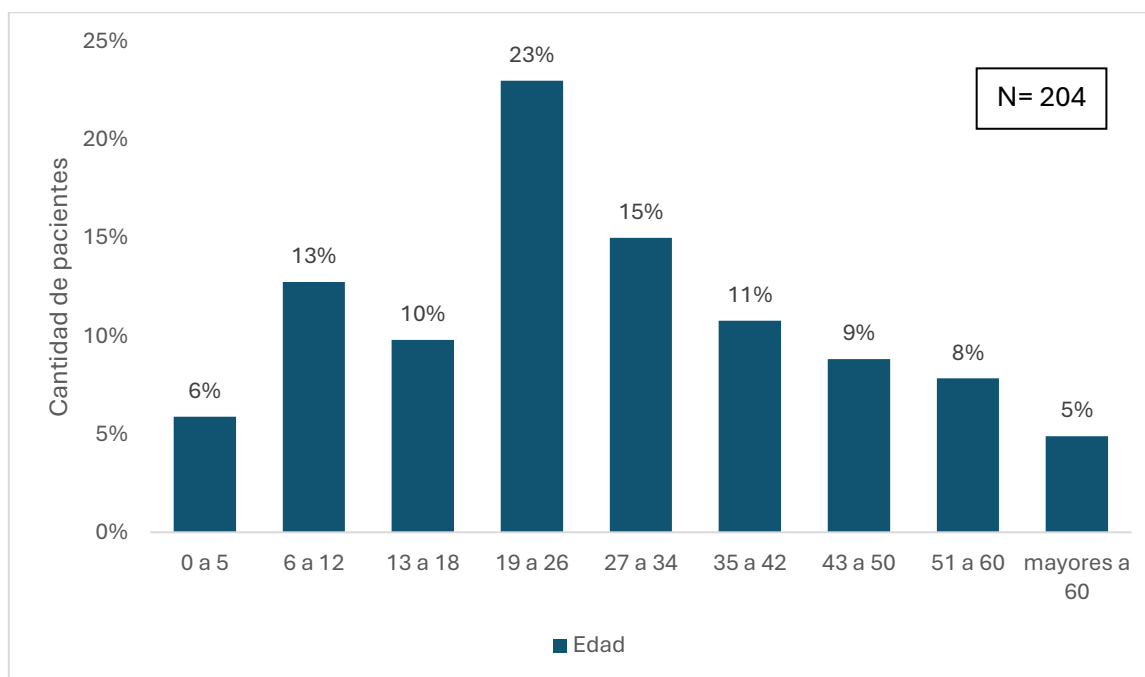
c. Financieros

Computadora portátil	Q. 4,500.00
Impresora	Q. 600.00
Impresiones, fotocopias, folders	Q. 600.00
Internet	Q. 1,300.00
Transporte	Q. 1,500.00
TOTAL	Q. 8,500.00

Fuente: Elaboración propia

VII. RESULTADOS

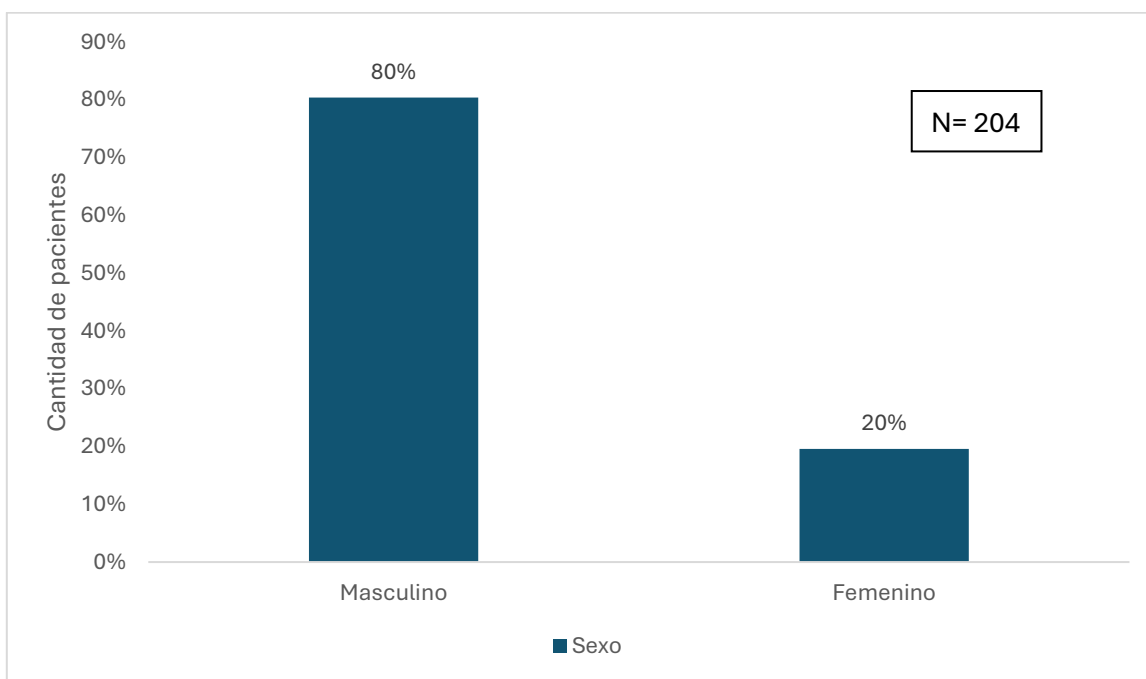
FIGURA 1. Distribución de pacientes con fractura expuesta según grupo etario ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023



Fuente: Boleta de recolección de datos. Elaboración propia.

De un total de 204 casos de fractura expuesta, el intervalo de edad con mayor predominio fueron los pacientes con edades entre 19 a 26 años con un 23% (48 pacientes), seguido por el intervalo de 27 a 34 años con un 15% (32 pacientes) y el intervalo de 35 a 42 años con 11% (22 pacientes). La menor frecuencia se dio en los adultos mayores de 60 años con 5% (10 pacientes). Los pacientes en edades pediátricas con mayor predominio fue el intervalo de 6 a 12 años con un 13% (26 pacientes), mientras el intervalo entre 0 a 5 años presentó un 6% (12 pacientes).

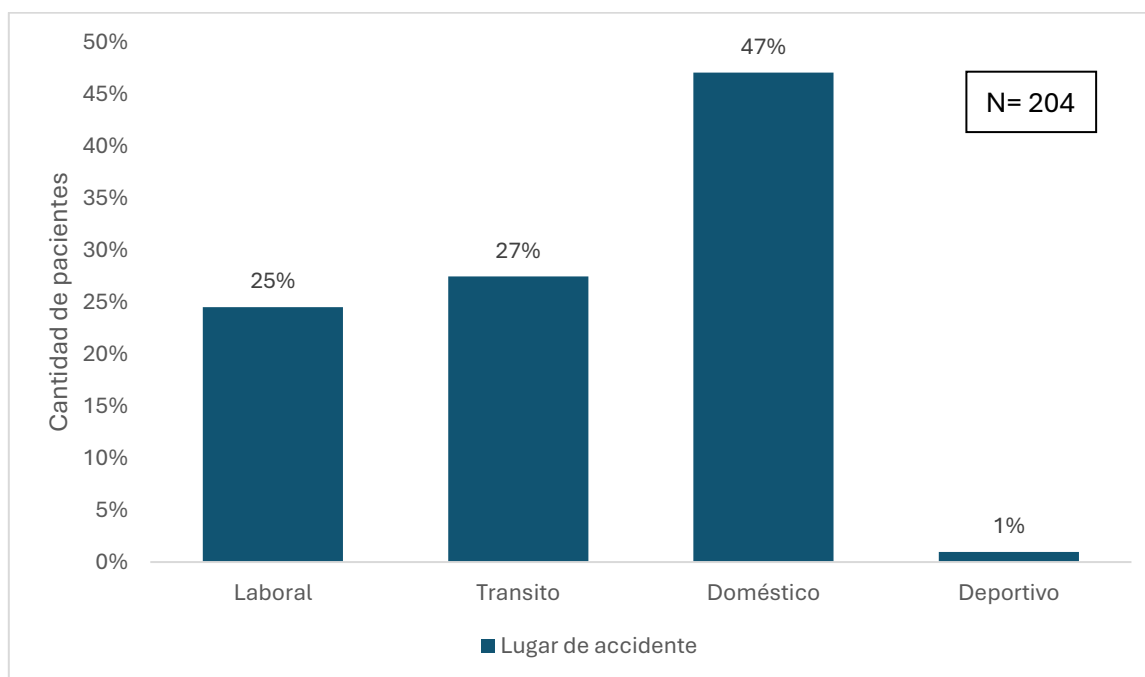
FIGURA 2. Distribución de pacientes con fractura expuesta según su sexo ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023



Fuente: Boleta de recolección de datos. Elaboración propia.

Se observó que la mayor frecuencia de casos de pacientes con diagnóstico de fracturas expuestas se presentó en el sexo masculino con un 80% (164 pacientes), mientras que el sexo femenino presentó un 20% de casos (40 pacientes).

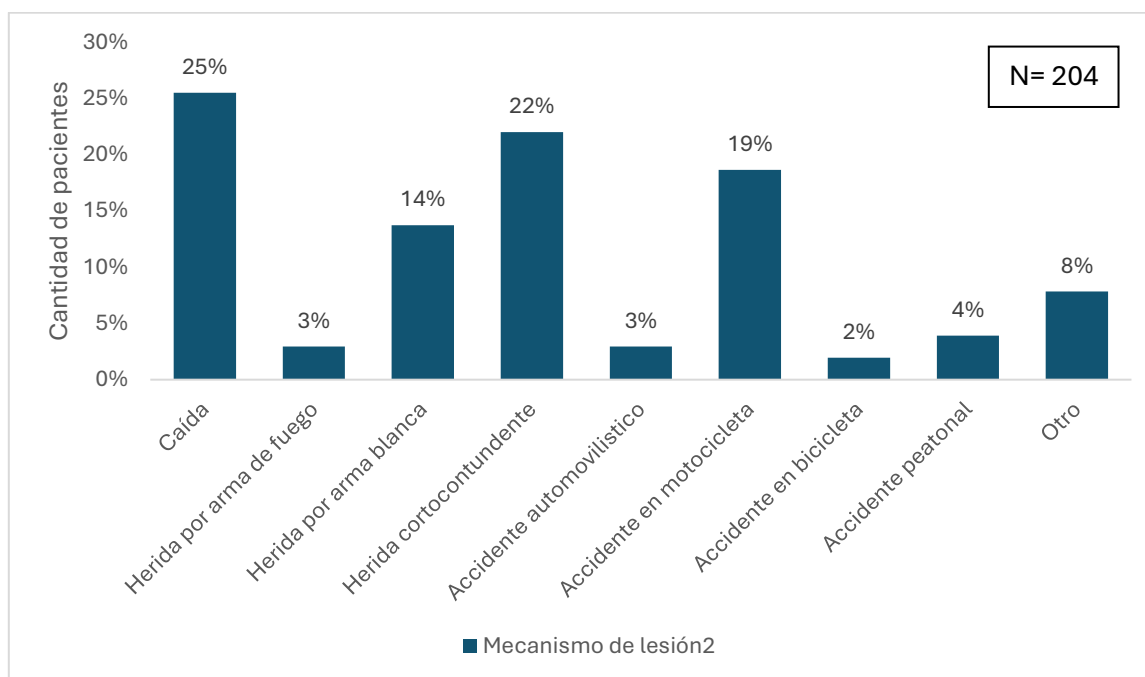
FIGURA 3. Distribución según el lugar de accidente en pacientes con fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023



Fuente: Boleta de recolección de datos. Elaboración propia.

La distribución según el lugar de origen del accidente demostró que la mayor frecuencia se dio en pacientes con accidentes de origen doméstico con un 47% (96 pacientes), seguido de accidentes de tránsito con 27% (56 pacientes) y de accidentes laborales con un 25% (50 pacientes), la menor frecuencia se dio en aquellos pacientes con accidentes deportivos con 1% de los casos (2 pacientes).

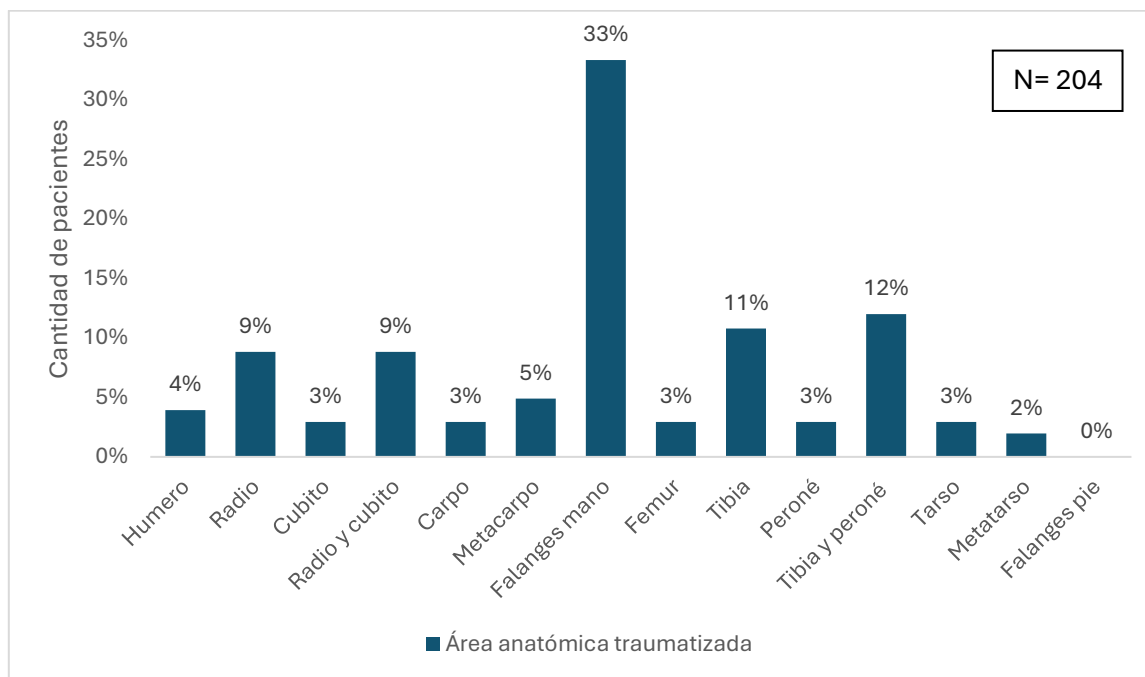
FIGURA 4. Distribución según el mecanismo de lesión en pacientes con fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023



Fuente: Boleta de recolección de datos. Elaboración propia.

Los mecanismos de lesión más frecuentes fueron las caídas con un 25% de casos (52 pacientes), seguido de pacientes con heridas corto-contundentes con un 22% (46 pacientes), accidentes en motocicleta con un 19% (38 pacientes), heridas por arma blanca con un 14% (28 pacientes), accidente peatonal con un 4% (8 pacientes), los accidentes automovilísticos presentaron un 3% al igual que los heridos por arma de fuego (6 pacientes), los menos frecuentes fueron los accidentes en bicicleta con un 2% (4 pacientes). El 8% restante se compone de otros mecanismos, entre los cuales se pueden mencionar accidentes con pirotecnia, contusión con puertas o portones y contusiones con piedras, los cuales se dieron en 16 pacientes.

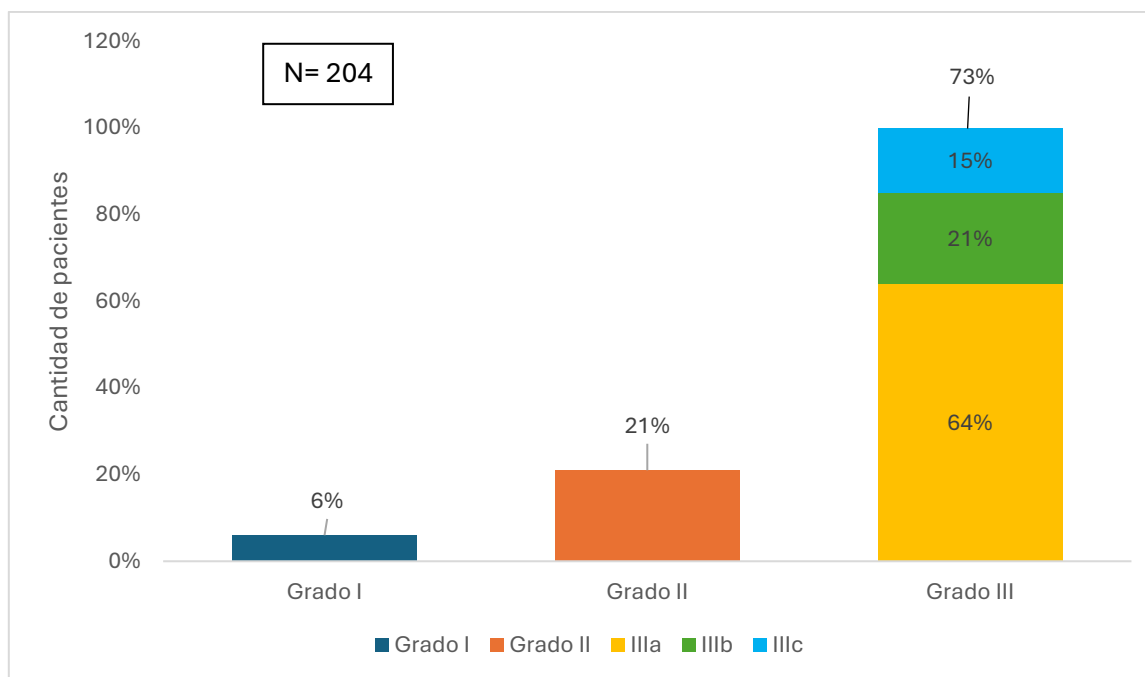
FIGURA 5. Distribución según el área anatómica traumatizada en pacientes con fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023



Fuente: Boleta de recolección de datos. Elaboración propia.

El área anatómica más afectada en pacientes con fractura expuesta, fueron las falanges de la mano con un 33% de los casos (68 pacientes), seguido de la tibia y peroné en conjunto con un 12% (26 pacientes), así mismo la tibia con un 11% de casos (22 pacientes). Las fracturas menos frecuentes se presentaron en los huesos del carpo, cubito, fémur, peroné y los huesos del tarso con un 3% cada uno respectivamente (6 pacientes), al igual que en los huesos del metatarso con un 2% (4 pacientes), mientras que en las falanges del pie no se mostraron casos de lesión.

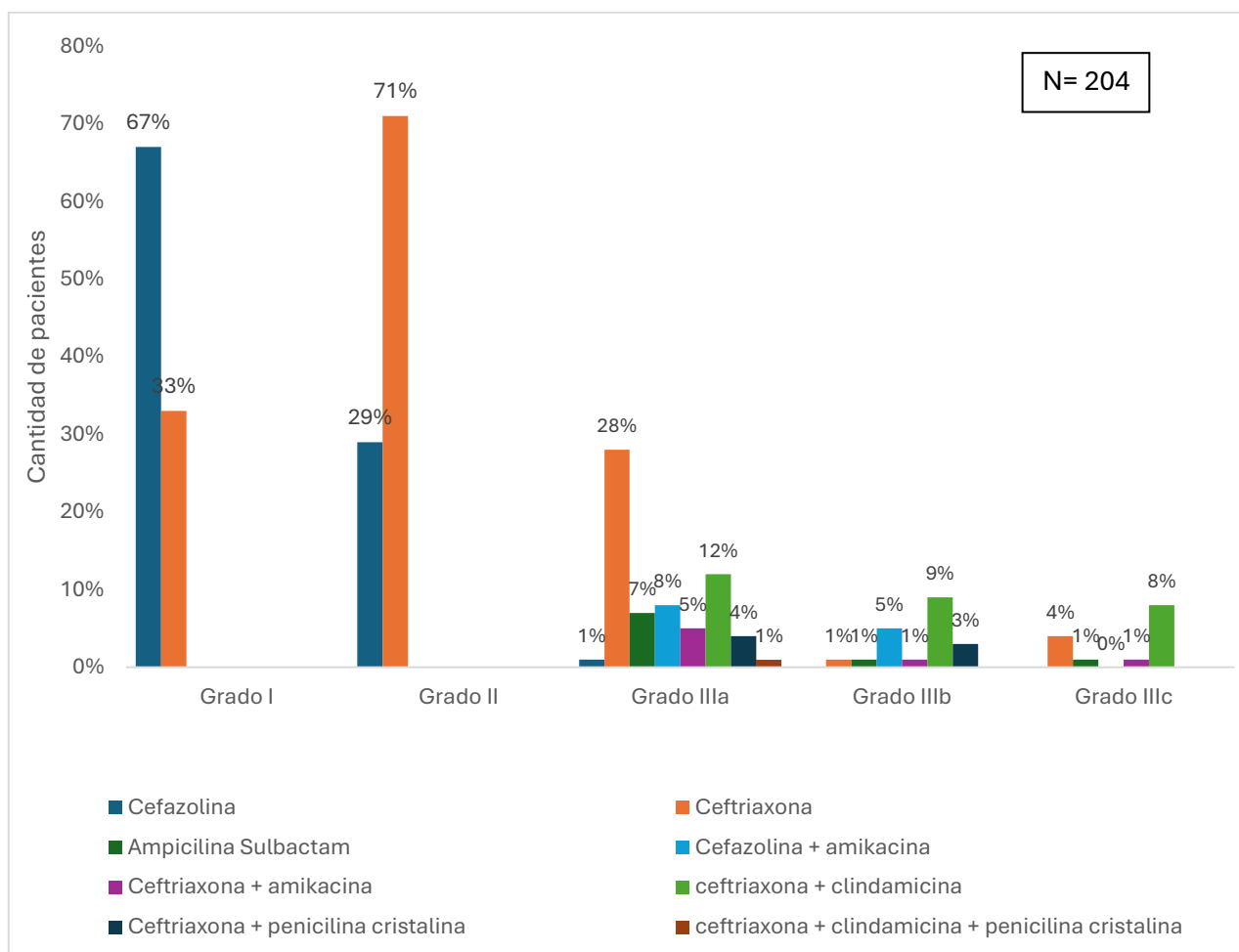
FIGURA 6. Distribución según el grado de fractura expuesta según la clasificación de Gustilo y Anderson en pacientes con fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023



Fuente: Boleta de recolección de datos. Elaboración propia.

La mayor frecuencia de casos de pacientes con fractura expuesta se dio en pacientes con fractura grado III según la clasificación de Gustilo y Anderson, con un 73% del total de los casos (150 pacientes), subdividiéndose este en 3 categorías más, siendo las siguientes: grado IIIa con 64% (96 pacientes), grado IIIb con 21% (32 pacientes) y el grado IIIc con 15% (22 pacientes). Así mismo, el grado II presentó un 21% del total de casos (42 pacientes), mientras que el grado I fue el que menor frecuencia de casos presentó con un 6% (12 pacientes).

FIGURA 7. Antibioticoterapia utilizada en pacientes según su grado de fractura expuesta ingresados en el departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de 2019 a 2023



Fuente: Boleta de recolección de datos. Elaboración propia.

La antibioticoterapia utilizada en pacientes con fractura expuesta se determinó según su grado de lesión basado en la clasificación de Gustilo y Anderson. Tanto para los grados I y II se utilizaron monoterapias con cefazolina y ceftriaxona, siendo la siguiente distribución: en fracturas grado I cefazolina fue el antibiótico más utilizado en un 67% (8 pacientes) y ceftriaxona se utilizó en un 33% (4 pacientes); mientras que en las fracturas grado II, el de mayor uso fue la ceftriaxona en un 71% (30 pacientes) y cefazolina en un 29% (12 pacientes).

La antibioticoterapia utilizada en el grado III se determinó según la subdivisión de Gustilo y Anderson. En el grado IIIa el antibiótico de mayor uso fue ceftriaxona con un 28% (40 pacientes), seguido de la combinación de ceftriaxona más clindamicina con 12% (16 pacientes) y cefazolina más amikacina con 8% (12 pacientes). En el grado IIIb la antibioticoterapia más frecuente fue la combinación de ceftriaxona más clindamicina con 9% de los casos (14 pacientes), seguido de cefazolina más amikacina con 5% (8 pacientes). La antibioticoterapia utilizada en el grado IIIc fue ceftriaxona más clindamicina con 8% de los casos (12 pacientes), seguido de ceftriaxona con 4% (6 pacientes).

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizó un estudio descriptivo retrospectivo en el cual se revisaron 223 expedientes de pacientes con historia de traumatismo y diagnóstico de fractura expuesta, de los cuales 204 expedientes cumplieron con criterios de inclusión y exclusión, siendo ingresados al departamento de Traumatología y Ortopedia durante el periodo de enero de 2019 a diciembre de 2023.

El estudio demostró una variación en los intervalos de edad de los pacientes, donde el intervalo con mayor frecuencia fue el de los adultos jóvenes de 19 a 26 años con un 23% (48) seguido del intervalo de 27 a 34 años con 15% (32), esto concuerda con el estudio realizado en Guatemala por Girón Xiquitá (2017) en el que se presentaron datos similares a las edades más afectadas. Mientras en la edad pediátrica, el intervalo de mayor frecuencia fue de 6 a 12 años con 13% (26).

Con relación al sexo más afectado, los pacientes masculinos son los que mayor frecuencia presentaron con un 80% mientras que las pacientes femeninas constituyen el 20%. Este dato sugiere una mayor exposición o vulnerabilidad de los hombres a situaciones que conducen a fracturas expuestas. Este hallazgo se relaciona con otros estudios realizados, como el de Orihuela Fuchs et al (2017) realizado en México y el de Girón Xiquitá (2017) en Guatemala, en el cual el sexo masculino presento mayor predominio de casos.

Respecto al lugar donde se produjo el accidente, el 47% de los accidentes fueron de origen doméstico, seguidos por accidentes de tránsito con un 27% y accidentes laborales con un 25%. Entre los principales mecanismos de lesión se identificó que las caídas son el mecanismo de lesión más común, representando el 25%. Le siguen las heridas corto-contundentes con un 22% y los accidentes en motocicleta con un 19%, siendo este uno de los accidentes de tránsito más frecuente en adultos jóvenes. Esto se relaciona con lo publicado por Laguna (2023) con respecto a los mecanismos de lesión más frecuentes.

Los hallazgos demostraron que las falanges de la mano son el área anatómica más afectada en casos de fractura expuesta, con un 33%. Otras áreas significativas incluyen la tibia y peroné con un 12%. Las áreas menos afectadas fueron huesos del carpo, cúbito,

fémur y huesos del tarso. Estos datos coinciden con lo publicado por Laguna (2023) en el que menciona que la mayoría de los casos presentan fracturas en las falanges, seguido de los huesos largos como tibia y peroné. Estos hallazgos se relacionan directamente con los mecanismos de lesión más frecuentes.

Con respecto a los grados de fractura expuesta y su distribución, este estudio se basó en la clasificación de Gustilo y Anderson, siendo el grado III el más frecuente con un 73%, seguido del grado II con un 21% y el menos frecuente fue el grado I con un 6%. Así mismo, el grado III se subdivide en 3 grados más, siendo su distribución de casos de la siguiente forma: el más frecuente fue el grado IIIa con 64%, el grado IIIb con 21% y el grado IIIc 15%. Estas cifras son más elevadas que lo reportado en el estudio de Girón Xiquitá (2017) en Guatemala, mostrando similitud en valores tanto para el grado I con 5% y en el grado IIIa con 60% de casos, pero variando en el grado II con un 3%, por lo cual, estos hallazgos muestran variabilidad en los casos reportados en el Hospital de Chiquimula.

Por último, con relación a la antibioticoterapia utilizada según el grado de fractura, este estudio logró determinar que en los grados I y II, se utilizaron monoterapias con cefazolina y ceftriaxona, siendo cefazolina el más utilizado en el grado I con 67% y ceftriaxona con 71% en el grado II. En el grado III, la terapia antibiótica fue más diversa, incluyendo combinaciones como cefazolina o ceftriaxona más amikacina, ceftriaxona más clindamicina, y monoterapia con ceftriaxona o ampicilina sulbactam. La terapia antibiótica más utilizada en el grado IIIa fue ceftriaxona con 28%, mientras que la combinación de ceftriaxona más clindamicina fue el más utilizado en el grado IIIb con un 9% y en el grado IIIc con un 8%.

Estos hallazgos demostraron una moderada adherencia a las pautas de tratamiento antibiótico para las fracturas de grado I y grado II, ya que varios autores, como Garner et al. (2020) y Andrade-Cerda et al. (2022) recomiendan el uso de monoterapia con cefalosporinas de primera generación como cefazolina en este tipo de fracturas, mientras que ceftriaxona, al ser una cefalosporina de tercera generación, proporciona cobertura para grampositivos y gramnegativos, por lo que se debe utilizar en casos de fracturas

grado III. Así mismo, de presentarse alergia a betalactámicos, se recomienda utilizar clindamicina.

De igual forma, para las fracturas grado III se demostró una baja adherencia a las pautas de tratamiento, ya que se presentan diversas opciones de antibioticoterapia, sin un adecuado apego a las pautas recomendadas por la literatura. Rupp et al. (2020), recomienda cobertura para grampositivos y gramnegativos. Así mismo, Andrade-Cerda et al. (2022) y Orozco Montoya et al. (2021) recomiendan el uso de una cefalosporina de primera generación más aminoglucósido, mientras que Garner et al. (2020) justifica el uso de ceftriaxona como monoterapia en este tipo de fracturas. El uso de ampicilina sulbactam puede ser una alternativa eficaz en este tipo de fracturas, como lo sugiere Takahara et al. (2022).

Cabe resaltar que se identificó el uso de penicilina cristalina en pacientes con fractura grado IIIa en un 5% y en el grado IIIb en un 3% de los casos. Esto se relaciona con aquellos casos en los que se presenta contaminación ambiental con tierra o heces, como lo mencionan Garner et al. (2020), Rupp et al. (2020) y Andrade-Cerda et al. (2022).

IX. CONCLUSIONES

1. La antibioticoterapia utilizada en pacientes con fractura expuesta fue diversa en el grado III, donde las cefalosporinas de tercera generación fueron los más utilizados, siendo indicados como monoterapia y en combinación con aminoglucósidos y lincosamidas. El uso de cefalosporinas de primera generación se dio mayormente en fracturas grado I como monoterapia y en menor uso en grado II y III.
2. Se identifica que el grupo etario más frecuente con fractura expuestas fueron pacientes con edades entre 19 a 26 años con un 23% de los casos, seguidos de pacientes entre 27 a 34 años con un 15%, siendo el sexo masculino el más afectado, con el 80% de los casos.
3. Se establece que los accidentes domésticos fueron el lugar de origen del accidente más frecuente con un 47% y los accidentes de tránsito con un 27%. El mecanismo de lesión más frecuente fueron las caídas con un 25% y las heridas corto-contundentes con 22%. Las falanges de la mano fueron el área anatómica más afectada, con un 33%, seguido de las fracturas de tibia y peroné con 12%.
4. El grado de fractura expuesta que más lesiones presentó fue el grado III con el 73%, del cual el grado IIIa fue la subdivisión que más casos presentó, con un 64%, el grado IIIb con 21% y el grado IIIc presentó un 15%. El grado II presentó un 21% de los casos totales, mientras que el grado I fue el que menos casos reportó con un 6%.
5. Se determina la antibioticoterapia utilizada por cada grado, siendo cefazolina el más utilizado en el grado I con un 67%, ceftriaxona con un 71% fue el más frecuente en el grado II, de igual forma ceftriaxona fue el más utilizado en el grado IIIa con 28%, en el grado IIIb el de mayor frecuencia fue la combinación de ceftriaxona más clindamicina en un 9% y en el grado IIIc, la combinación de ceftriaxona más clindamicina fue también la más frecuente con un 8% de los casos.

X. RECOMENDACIONES

1. Al ministro de Salud Pública y Asistencia Social, promover programas de capacitación continua sobre el uso de antibióticos en fracturas expuestas, e implementar guías actualizadas para una mejor prescripción y fortalecer estrategias preventivas y efectivas en pacientes con fractura expuesta para poder mejorar su calidad de vida y evitar la creciente resistencia bacteriana a los antibióticos.
2. Al director del Hospital de Chiquimula, evaluar el manejo antibiótico utilizado en pacientes con fractura expuesta, comparando los resultados de esta investigación con otros estudios nacionales e internacionales, para verificar limitaciones y fortalezas en el manejo actual, y así poder realizar un protocolo basado en guías actualizadas, como una herramienta de uso cotidiano por parte de los profesionales del departamento de Traumatología y Ortopedia, permitiendo una mejor prescripción de antibióticos y optimizando los recursos hospitalarios y la salud de los pacientes.
3. Al director del Centro Universitario de Oriente, promover investigaciones relacionados al campo de la traumatología y ortopedia, tanto en la población local como en otros hospitales de la región.
4. Al coordinador de la carrera de Médico y Cirujano, promover en los estudiantes la actualización constante sobre guías y manejo de programas reguladores de antibióticos y el uso apropiado de los mismos para evitar resistencias y disminuir la mortalidad global en los pacientes con fracturas expuestas.

XI. PROPUESTA

Título:

Actualización del manejo antibiótico como profilaxis en pacientes con fractura expuesta.

Introducción:

Tomando como base los resultados obtenidos en esta investigación y las literaturas recientes y actualizadas, se busca elaborar e implementar un protocolo actualizado en el manejo antibiótico profiláctico en pacientes con fractura expuesta atendidos e ingresados en el Hospital de Chiquimula.

En el estudio se pudo concluir que los grados I y II presentaron una moderada adherencia a las pautas de tratamiento antibiótico, mientras el grado III presentó una baja adherencia a las pautas y una variable selección de antibióticos. Por lo que se propone un protocolo actualizado para el cumplimiento efectivo del tratamiento antibiótico y basado en evidencia, buscando aumentar el éxito del abordaje de este grupo de pacientes, prevenir las infecciones de heridas y evitar la resistencia bacteriana.

Objetivo:

Formular e implementar un protocolo actualizado para el manejo antibiótico profiláctico en pacientes con fractura expuesta en el Hospital de Chiquimula.

Metodología:

La propuesta consiste en la elaboración de un protocolo, mediante una ficha esquematizada, donde se indiquen los antibióticos a utilizar según el grado de fractura, así como su dosis y administración, de igual forma contará con un apartado para las dosis pediátricas.

XII. REFERENCIAS

Amigo Castañeda, P., Rodríguez Díaz, M., Martín, A. O. y Amigo Rodríguez, P. A. (2021). Lesión traumática expuesta, compleja y grave de tibia, tratada con fijador externo Álvarez Cambras. *Revista Médica Electrónica*, 43(4), 1118-1130. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242021000401118

Andrade-Cerda, C. E., Jaramillo-Chimbo, P. F., Vicente-Pérez, G. C. Ojeda-Quezada, C. V. (2022). Profilaxis antibiótica en fracturas expuestas. *Polodel Conocimiento*, 7(10), 20-35. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4711/pdf>

Angulo Calderón, G. B., Vinueza Martinez C. N., Román Huera, C. K., Díaz Vasquez, S. M. y Diaz Grefa, W. P. (2024). Fracturas expuestas clasificación, manejo clínico-quirúrgico, y complicaciones actualización de conocimientos. *Revista Científica Dominio De Las Ciencias*, 10(1), 389–409. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3719>



Atwan, Y., Miclau, T., Schemitsch, E. H. y Teague, D. (2020). Antibiotic utilization in open fractures. *The Open Access Journal of Orthopaedic Trauma* 3(1), e071. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33937690/>

Brenes Méndez, M. (2020). Manejo de fracturas abiertas. *Revista Médica Sinergia*, 5(4), e440. <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/440/801>

Castro López, K. (2016). Fracturas expuestas: abordaje inicial. *Revista Médica de Costa Rica y Centro América*, 73(619), 347-350. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedcoscen/rmc-2016/rmc162za.pdf>

Eccles, S., Handley, B., Khan, U., Nanchahal, J., Nayagam, S. y McFadyen, I. (eds.). (2020). Prehospital and emergency department care, including prophylactic antibiotics. En *Standards for the management of open fractures* (págs. 4-6). Oxford University Press.
<https://academic.oup.com/book/29872/chapter/253093234>

Garner, M. R., Sethuraman, S. A., Schade, M. A. y Boateng, H. (2020). Antibiotic prophylaxis in open fractures: evidence, evolving issues, and recommendations. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 28(8), 309-315. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31851021/>

Gaudias, J. (2021). Antibiotic prophylaxis in orthopedics-traumatology. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 107(Issue 1).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705682030342X>

Girón Xiquitá, E. F. (2017). *Pronóstico de pacientes con fractura expuesta en relación al tiempo de espera para lavado quirúrgico en sala de operaciones* [tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10598.pdf



Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. (2020). Guía clínica de fracturas expuestas en niños y adolescentes. *inr.gob.mx*.
<https://www.inr.gob.mx/iso/Descargas/iso/doc/MG-SOR-17.pdf>

Isaac, S. M., Woods, A., Danial, I. N. y Mourkus, H. (2016). Antibiotic prophylaxis in adults with open tibial fractures: what is the evidence for duration of administration? a systematic review. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 55(1), 146–150. doi:<https://doi.org/10.1053/j.jfas.2015.07.012>

Jiménez, J., Valdiviezo, A. y Mariscal, W. (2021). Reconstrucción de miembro inferior en paciente con fractura expuesta de fémur Gustilo IIIB por explosión de tanque de oxígeno. *The Ecuador Journal of Medicine*, 2(Issue 2), 55-63. <https://revistafecim.org/index.php/tejom/article/view/62>

Laguna, J. A. (2023). Fracturas abiertas: epidemiología, clasificación y manejo. *Revista Electrónica de Portales Medicos*, 18(4), 202. <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/fracturas-abiertas-epidemiologia-clasificacion-y-manejo>

Lin, C. A., O'Hara, N. N., Sprague, S., O'Toole, R. V., Joshi, M., Harris, A. D., Warner, S. J., Johal, H., Natoli, R. M., Hagen, J. E., Jeray, K. J., Fowler, J. T., Phelps, K. D., Pilson, H. T., Gitajn, I. L., Bhandari, M. y Slobogean, G. P. (2021). Low adherence to recommended guidelines for open fracture antibiotic prophylaxis. *The Journal of Bone and Joint Surgery, American volume*, 103(7), 609–617. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33411466/>



López-Tello, J. A., Torres-Fernández, B. J. y Escalona-Reynoso, N. G. (2017). Patrón de prescripción en el manejo de las fracturas expuestas tipo I de antebrazo en pediatría. *Acta Ortopédica Mexicana*, 31(1), 40-47. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=72747>

Orihuela Fuchs, V. A., Medina Rodríguez, F., Fernández Palomo, L. J. y Peláez Damy, P. (2017). Incidencia de infección de fracturas expuestas: reporte de 273 casos. *Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC*, 62(1), 33-36. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=71241>

Orozco Montoya, A., Morales Brenes, N. y Serrano Calvo, J. (2021). Fracturas expuestas: clasificación y abordaje. *Revista Ciencia y Salud Integrando Conocimientos*, 5(4), 7–15. doi:doi.org/10.34192/cienciaysalud.v5i4.237

Patanwala, A. E., Radosevich, J. J., Meshay, I., Naderi, M., Culver, M. A., Lee, Y. G., Weinberg, J. A., Khobrani, M. y Nix, D. E. (2019). Cefazolin monotherapy versus cefazolin plus aminoglycosides for antimicrobial prophylaxis of type iii open fractures. *American Journal of Therapeutics*, 28(3), e284–e291. <https://doi.org/10.1097/MJT.0000000000001121>

Quezada Pauta, F. I., Vargas Núñez, G. E., Sánchez Lindo, B. J., Carrillo Solís, F. J. y Mejía Robles, J. S. (2024). Fracturas expuestas clasificación, complicaciones, manejo inicial y pronóstico. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 10(1), 373-388. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3718>

Quinaluisa Erazo, C. A., Zapata Naula, J. F., Menéndez Zambrano, M. L. y Martínez Calderón, J. P. (1 de octubre de 2022). Fracturas expuestas, manejo clínico y quirúrgico. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 6(4), 58-67. <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1815>



Rasmussen, T. E. y Koelling, E. E. (4 de marzo de 2024). *Surgical management of severe lower extremity injury*. UpToDate. https://www.uptodate.com/contents/surgical-management-of-severe-lower-extremity-injury?search=Surgical%20management%20of%20severe%20lower%20extremity%20injury&source=search_result&selectedTitle=1%7E150&usage_type=default&display_rank=1

Rodriguez, L., Jung, H. S., Goulet, J. A., Cicalo, A., Machado-Aranda, D. A. y Napolitano, L. (2014). Evidence-based protocol for prophylactic antibiotics in open fractures: improved antibiotic stewardship with no increase in infection rates. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 77 (3), 400–407; quiz 524. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25159242/>

Rupp, M., Popp, D. y Alt, V. (2020). Prevention of infection in open fractures: where are the pendulums now? *Injury*, 51(Supl. 2), S57–S63. [https://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383\(19\)30680-1/abstract](https://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383(19)30680-1/abstract)

Takahara, S., Tokura, T., Nishida, R., Uefuji, A., Ichimura, K., Nishihara, H., Aoki, K., Takayama, H., Nakagawa, N. y Harada, T. (2022). Ampicillin/sulbactam versus cefazolin plus aminoglycosides for antimicrobial prophylaxis in management of Gustilo type IIIA open fractures: a retrospective cohort study. *Injury*, 53(4), 1517–1522. doi:<https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.01.033>

Uyaguari Guerra, F. M., Condo Nevarez, D. S., Díaz Córdova, K. I. y Cárdenas Oña, F. M. (2023). Fracturas expuestas, manejo clínico y quirúrgico. *Reciamuc Revista Científica de Investigación, Actualización del Mundo de las Ciencias*. 7(2), 1039-1048. <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1195>

Yunga Bravo, M. P. y Yunga Bravo, G F. (2020). Microorganismos más frecuentes en fracturas expuestas. *Reciamuc Revista Científica de Investigación, Actualización del Mundo de las Ciencias*, 4(2), 68-75. doi:10.26820/reciamuc/4.(2).abril.2020.68-75



XIII. ANEXOS

Anexo A.

Tabla 1. Clasificación de fracturas expuestas según Gustilo y Anderson

Tipo	Herida	Nivel de contaminación	Lesión de partes blandas	Lesión ósea
I	< 1 cm de longitud	Limpio	Mínima	Simple, conminución mínima
II	> 1 y < 10 cm de longitud	Moderado	Moderada, cierto daño muscular	Conminución moderada
IIIA	> 10 cm de longitud	Alto	Severa con aplastamiento	Conminuta es posible la cobertura de partes blandas
IIIB	> 10 cm de longitud	Alto	Muy severa con pérdida de cobertura cutánea, suele requerir cirugía reconstructiva	Precaria cobertura ósea, conminución desde moderada a severa
IIIC	> 10 cm de longitud	Alto	Muy severa con pérdida de cobertura, lesión vascular tributaria de reparación, puede requerir cirugía reconstructiva de partes blandas	Precaria cobertura ósea, conminución desde moderada a severa

Fuente: Jiménez et al. (2021)

Anexo B.

Tabla 2. Regímenes antibióticos preventivos para pacientes con fracturas abiertas

	Ausencia de contaminación potencial del suelo o del agua	Presencia de contaminación potencial del suelo (en ausencia de contaminación del agua)	Presencia de contaminación del agua
Fractura de Gustilo-Anderson tipo I o II			
Régimen Preferido	Cefazolina 2 g IV cada 8 horas	Cefazolina 2 g IV cada 8 horas + Metronidazol 500 mg IV cada 8 horas O Ceftriaxona 2 g IV cada 24 horas + Metronidazol 500 mg IV cada 8 horas	No es necesario modificar el régimen
Régimen alternativo para pacientes con hipersensibilidad a los betalactámicos	Vancomicina: Dosis de carga: 20 a 35 mg/kg Dosis inicial de mantenimiento e intervalo por lo general, de 15 a 20 mg/kg cada 8 a 12 horas para la mayoría de los pacientes con función renal normal	Clindamicina 900 mg IV cada 8 horas	No es necesario modificar el régimen
Fractura de Gustilo-Anderson tipo III			
	Cefazolina 2 g IV cada 8 horas + Gentamicina 5 mg/kg IV cada 24 horas	Ceftriaxona 2 g IV cada 24 horas + Metronidazol 500 mg IV cada 8 horas O	Contaminación de agua dulce: Piperacillina tazobactam 4,5 g IV cada 6 horas

Régimen preferido	O Ceftriaxona 2 g IV cada 24 horas	Cefazolina 2 g IV cada 8 horas + Gentamicina 5 mg/kg IV cada 24 horas + Metronidazol 500 mg IV cada 8 horas	Contaminación del agua de mar: Piperacillina tazobactam (como se indicó anteriormente) + doxiciclina 100 mg IV u oral cada 12 horas
Régimen alternativo para pacientes con hipersensibilidad a los betalactámicos	Clindamicina 900 mg IV cada 8 horas	Clindamicina 900 mg IV cada 8 horas + gentamicina 5 mg/kg IV cada 24 horas	Contaminación de agua dulce: Imipenem 500 mg IV cada 6 horas O Meropenem 1 g IV cada 8 horas Contaminación del agua de mar: Imipenem o meropenem (como se indicó anteriormente) + doxiciclina 100 mg IV u oral cada 12 horas

Fuente: Rasmussen & Koelling (2024)

Anexo C.

Tabla 3. Escala de la extremidad severamente lesionada (MESS / Mangled Extremity Severity Score). Puntuación para la extremidad severamente lesionada

A. Lesión de tejidos blandos/hueso	
Baja energía (puntiforme, fractura simple, herida por arma de fuego “civil”)	1
Energía intermedia (fractura expuesta o múltiples fracturas, luxación)	2
Alta energía (herida por arma de fuego “militar” o a quemarropa, lesión por aplastamiento)	3
Muy alta energía (lo anterior más gran contaminación, avulsión de tejidos blandos)	4
B. Isquemia de la extremidad	
Pulso reducido o ausente, pero perfusión normal	*1
Sin pulso, parestesias, disminución de llenado capilar	*2
Dedos fríos, paralizados, insensibles	*3
(*Puntaje se dobla en caso de isquemia de más de seis horas)	
C. Choque	
Presión sistólica siempre mayor de 90 mmHg	0
Hipotensión transitoria	1
Hipotensión persistente	2
D. Edad (en años)	
Mayores de 30 años	0
Entre 30 y 50 años	1
Mayores de 50 años	2

Fuente: Quinaluisa Erazo et al. (2022)

XIV. APÉNDICES

Apéndice A. Boleta de recolección de datos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO



Asesor: M.Sc. Jorge Antonio Vanegas Cabrera

Firma y sello:

Jorge Antonio Vanegas Cabrera
MSc Ortopedia y Traumatología
Colegiado No. 19934

Investigador: Josué Nehemias Ramírez Pérez

Carné: 201746549

Instrumento de recolección de datos

1. Datos generales

Edad: _____

Sexo:

M	F
---	---

Año de ingreso: _____

2. Datos de traumatismo

Lugar de accidente:

Laboral _____ Transito _____ Doméstico _____ Deportivo _____

Mecanismo de lesión:

Caída _____ Herida por arma de fuego: _____ Herida por arma blanca: _____

Herida corto-contundente _____ Accidente en automóvil _____

Accidente en Motocicleta _____ Accidente en Bicicleta _____

Accidente Peatonal _____ Otro _____

3. Datos de la fractura

Localización anatómica:

Miembro Superior: _____

Humero _____ Radio _____ Cubito _____ Carpo _____ Metacarpo _____ Falanges _____

Miembro Inferior: _____

Fémur _____ Tibia _____ Peroné _____ Tarso _____ Metatarso _____ Falanges _____

Clasificación según Gustilo y Anderson:

Grado I _____ Grado II _____ Grado III _____

IIIA	IIIB	IIIC
------	------	------

4. Datos del Antibiótico

Antibiótico al ingreso: Sí _____ No _____

Grado de fractura		Antibiótico utilizado
I		
II		
III	IIIA	
	IIIB	
	IIIC	

Apéndice B. Propuesta de investigación

Protocolo para profilaxis antibiótica en pacientes con fractura expuesta

FRACTURA EXPUESTA	ANTIBIÓTICO Y DOSIS INDICADA	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL CON TIERRA O HECES	ALERGIA A BETALACTÁMICOS
Grado I ☐	☐ Cefazolina 1-2 gr I.V. Stat y luego 1-2 gr c/ 8 horas por 24 horas.	☐ Agregar: Penicilina Cristalina 2 millones de U I.V. Stat y c/ 4 hrs O ☐ Metronidazol 500 mg I.V Stat y c/ 8 horas	☐ Clindamicina 900 mg I.V. Stat y luego 600 mg c/ 8 horas por 24 horas **si existe contaminación ambiental no es necesario agregar Metronidazol
Grado II ☐	☐ Cefazolina 1-2 gr I.V. Stat y luego 1-2 gr c/ 8 horas por 24 horas.	☐ Agregar: Penicilina Cristalina 2 millones de U I.V. Stat y c/ 4 hrs O ☐ Metronidazol 500 mg I.V Stat y c/ 8 horas	☐ Clindamicina 900 mg I.V. Stat y luego 600 mg c/ 8 horas por 24 horas **si existe contaminación ambiental no es necesario agregar Metronidazol
Grado III ☐	☐ Ceftriaxona 1 gr I.V. Stat y luego c/ 12 horas por 72 horas O ☐ Cefazolina 1-2 gr I.V. Stat y c/ 8 horas + Amikacina 7.5 mg/kg y c/12 horas por 72 horas	☐ Agregar: Penicilina Cristalina 2 millones de U I.V. Stat y c/ 4 hrs O ☐ Metronidazol 500 mg I.V Stat y c/ 8 horas	☐ Clindamicina 900 mg I.V. Stat y luego 600 mg c/ 8 horas + Amikacina 7.5 mg/kg c/12 horas por 72 horas **si existe contaminación ambiental no es necesario agregar Metronidazol

IMPORTANTE:

- Primera dosis debe administrarse inmediatamente
- Todo paciente debe ser llevado a sala de operaciones para lavado y desbridamiento.

Nota: ** De no contar con cefazolina se puede optar por cefalotina en dosis de 1-2 gr I.V. c/ 8 horas según el tiempo de duración por grado de fractura.

****Dosis pediátricas:**

Cefazolina: 50 - 100 mg/kg/día I.V. c/ 6 u 8 horas.

Cefalotina: 15 - 30mg/kg/día I.V. c/ 4 o 6 horas.

Ceftriaxona: 50 - 100mg/kg/día I.V. c/ 12 o 24 horas; la dosis máxima es de 2 gr al día.

Amikacina: 7.5 - 15 mg/kg/día I.V. c/ 12 o 24 horas.

Clindamicina: 25 – 40 mg/kg/día I.V. c/ 6 u 8 horas. Máximo 4.8 gr al día.

Metronidazol: 15 - 30 mg/kg/día I.V. cada 6 horas. Máximo 4 gr al día.