

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

TEMA:

**Eficacia de la antibíoticoterapia utilizada en fracturas abiertas
de extremidades inferiores en el hospital de la Policía
Nacional de Guayaquil en el periodo Septiembre 2013 a Mayo
2014**

AUTORES:

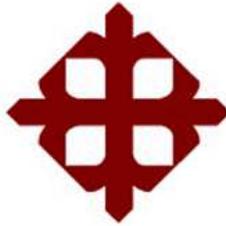
**JACOME JACOME GRACE ESTEFANIA
RONQUILLO ORAMA GABRIELA ABIGAIL**

**Trabajo de Titulación previo a la Obtención del Título de:
MEDICO**

TUTOR:

VASQUEZ, DIEGO

**Guayaquil, Ecuador
2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Grace Estefanía Jácome Jácome, Gabriela Abigail Ronquillo Orama**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **MEDICO**.

TUTOR (A)

OPONENTE

Dr. Diego Vásquez

Dr. Roberto Briones

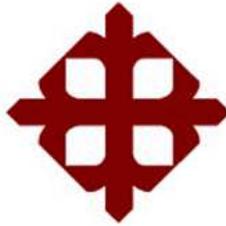
**DECANO(A)/
DIRECTOR(A) DE CARRERA**

**COORDINADOR(A) DE ÁREA
/DOCENTE DE LA CARRERA**

Dr. Gustavo Ramírez

Dr. Diego Vásquez

Guayaquil, a los 24 del mes de Abril del año 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

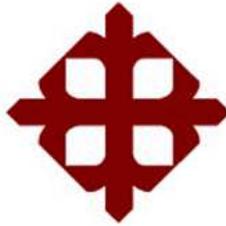
Yo, **Grace Estefanía Jácome Jácome**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **Eficacia de la antibíoticoterapia utilizada en fracturas abiertas de extremidades inferiores en el hospital de la Policía Nacional de Guayaquil en el periodo Septiembre 2013 a Mayo 2014** previo a la obtención del Título **de MEDICO**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 24 del mes de Abril del año 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Gabriela Abigail Ronquillo Orama**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **Eficacia de la antibíoticoterapia utilizada en fracturas abiertas de extremidades inferiores en el hospital de la Policía Nacional de Guayaquil en el periodo Septiembre 2013 a Mayo 2014**

previo a la obtención del Título **de MEDICO**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

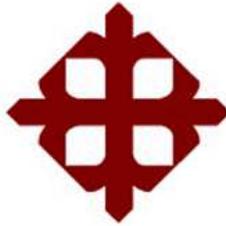
Guayaquil, a los 24 del mes de Abril del año 2015

EL AUTORA

Grace Estefanía Jácome Jácome

EL AUTORA

Gabriela Abigail Ronquillo Orama



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

AUTORIZACIÓN

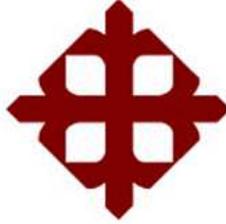
Yo, **Grace Estefanía Jácome Jácome**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Eficacia de la antibíoticoterapia utilizada en fracturas abiertas de extremidades inferiores en el hospital de la Policía Nacional de Guayaquil en el periodo Septiembre 2013 a Mayo 2014**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 24 del mes de Abril del año 2015

LA AUTORA:

Grace Estefanía Jácome Jácome



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Gabriela Abigail Ronquillo Orama**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Eficacia de la antibiòticoterapia utilizada en fracturas abiertas de extremidades inferiores en el hospital de la Policía Nacional de Guayaquil en el periodo Septiembre 2013 a Mayo 2014**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 24 del mes de Abril del año 2015

EL (LA) AUTOR(A):

Gabriela Abigail Ronquillo Orama

AGRADECIMIENTO

“Al único y sabio Dios, nuestro salvador, sea gloria y majestad, imperio y potencia, ahora y por todos los siglos. Amen.”
Judas 1:25

Gracias infinitas a Jesucristo mi Salvador, mi gran amor, por su bendición, por la vida, la salud, la sabiduría y por las fuerzas que me regaló para poder atravesar este camino hasta llegar a esta primera meta, sin su ayuda no habría podido, sin El no soy nada. Gracias a mis amados padres Arnaldo y Luzmila Ronquillo Orama por ser mi fuerza y mi inspiración para seguir, por el amor con el que me tratan, por sus oraciones, sus consejos, sus palabras de aliento cuando sentía que ya no podía, por hacer de mi la mujer que soy ahora, nunca terminare de pagarles por tanto papitos, luchare cada día para ser mejor y no defraudarlos. A mi hermano Arnaldo por ser mi mejor amigo y mi cómplice, por estar conmigo incondicionalmente, animarme y ayudarme cada día a ser mejor. Vivo agradecida con Dios por la familia hermosa que me ha regalado. A mis abuelitos, tíos, primos, hermanos y amigos por su apoyo, por sus palabras de aliento, por creer en mí, por sus abrazos, por su compañía cuando más lo necesité.

Gracias a Dios por poner en mi camino personas maravillosas que ayudan a que mis días sean felices. Gracias Pablo por tu apoyo siempre, a mi compañera y amiga de tesis Grace porque juntas hemos culminado una etapa. A nuestro tutor por su guía y ayuda.

No tengo palabras para agradecer la bondad de mi Dios para conmigo, mil gracias Jesús por todo. Finalizo diciendo:

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”

Filip. 4:13

Gabriela Ronquillo Orama

AGRADECIMIENTO

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir con salud, este objetivo, que conforma parte del comienzo de mi carrera.

Quiero expresar mis agradecimientos a mis padres, por el apoyo recibido durante el transcurso de mi carrera, en la que tuve la oportunidad y el privilegio de ser respaldada por ellos, me enseñaron que no tenemos que derrumbar nuestros sueños, que más bien hay que derrumbar las barreras que nos impiden cumplirlos; adjunto este agradecimiento a mis sobrinos, abuelita y hermanos que son un pilar importante en mi vida, que han creído en mí siempre, dándome ejemplos de humildad, superación y sacrificio.

A mi enamorado por sus palabras y confianza, por su amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, a mis amigas y amigos y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido a lo largo de mi carrera para la consecución de este logro.

Me gustaría agradecer de ante mano a mi tutor de tesis por su orientación, persistencia, esfuerzo y dedicación y lo más fundamental, su motivación han sido primordial para mi formación como investigador del tema expuesto en esta tesis.

Quisiera culminar mis agradecimientos, recordando una frase que me impulso a seguir adelante en mi carrera; del escritor británico Oliver Goldsmith (Nuestra mayor gloria está en no haber caído nunca, sino en levantarnos cada vez que caemos).

Grace Jácome Jácome

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación, está dedicado a Dios por brindarnos su ayuda y sabiduría durante todo este arduo trabajo, a todas aquellas personas que de forma directa e indirecta han contribuido en nuestra formación profesional, al esfuerzo y paciencia de nuestros padres, cada una de ellas invirtió recursos que han permitido, que algo que empezó como un sueño se convirtiera en una realidad.

Agradecemos por el apoyo de nuestros maestros, compañeros, y en general por todo lo anterior, en conjunto con todos los copiosos conocimientos que se nos han otorgado.

"Cualquiera que sea la dirección que decidas, siempre hay alguien que te dirá que estás equivocado. Siempre aparecen dificultades que te tientan a creer que tus críticos tienen razón. Trazar un curso de acción y seguirlo hasta el final requiere coraje. "

Ralph Waldo Emerson

**Grace Jácome Jácome
Gabriela Ronquillo Orama**

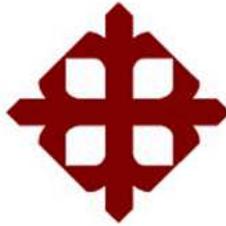
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Dr. Diego Vásquez
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR**

**Dr. Gustavo Ramírez
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA**

**Dr. Diego Vásquez
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA**

**Dr. Roberto Briones
OPONENTE**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

CALIFICACIÓN

Dr. Diego Vásquez
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR

Dr. Gustavo Ramírez
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

Dr. Diego Vásquez
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

Dr. Roberto Briones
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

Introducción	1
Capítulo I – Marco Teórico	3
1.1. Definición	3
1.2. Clasificación.....	3
1.3. Tratamiento	4
1.3.1. Antibióticoterapia.....	4
1.3.4. Cultivos en fracturas expuestas	7
1.3.5. Desbridamiento	7
1.3.6. Estabilización de la fractura	9
1.3.7. Amputación.....	9
1.3.8. Injerto	10
Capítulo II - Materiales y Métodos	10
Capítulo III - Resultados	12
Capítulo IV – Discusión	16
Capítulo VI – Bibliografía.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características Basales de la población en estudio.....	12
Tabla 2. Clasificación de fracturas expuestas de Gustilo y Anderson y esquema antibiótico empleado.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentajes de localización de fracturas en miembros inferiores.....13

Figura 2. Promedio de Días de Hospitalización Según Localización de las Fracturas.....14

RESUMEN

Introducción: La *British Orthopaedic Association (BOA)* y la *British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons (BAPRAS)* en 1997, determinaron que los procedimientos ortopédicos debían realizarse en menos de 6 horas desde la injuria, sin embargo, en el 2009 en la revisión de estas mismas guías dejaron de lado la regla de las seis horas y sugieren la desbridación dentro de las primeras 24 horas con una cobertura antibiótica previa. La selección de antibióticos es un tema controversial.

Métodos: Este es un estudio transversal, observacional descriptivo en el que se revisaron 39 expedientes de pacientes con diagnóstico de fracturas expuestas en los miembros inferiores hospitalizados en el Servicio de Traumatología del Hospital de la Policía de Guayaquil, desde Septiembre del 2013 hasta Mayo del 2014.

Resultados: Se encontraron 50 registros médicos de pacientes que cumplieron con todos los criterios de inclusión y exclusión. De ellos, el 44 (88%) de los pacientes fueron de sexo masculino y el promedio de edad fue de 32.3 ± 11.9 años. El 100% de las fracturas tipo I y II fueron tratadas con monoterapia de ceftriaxona, y las tipo III (A,B,C) fueron tratadas con un doble esquema de ceftriaxona y amikacina, En total 7 pacientes presentaron complicaciones infecciosas, 5 (10%) de ellos del esquema de monoterapia y 2 (4%) con doble esquema (p 0.74).

Conclusiones: En la experiencia del Hospital de la Policía de Guayaquil, la adición de un aminoglucósido (amikacina) al esquema terapéutico, brindó un beneficio superior respecto a las complicaciones infecciosas a corto plazo o intrahospitalarias, sin embargo la diferencia no fue estadísticamente significativa.

Palabras clave: fractura, expuesta, antibióticos

ABSTRACT

Introduction: The British Orthopaedic Association (BOA) and the British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons (BAPRAS) in 1997, determined that orthopedic procedures were performed within 6 hours of injury, however, in 2009 in the review of these same guidelines left behind the six hour rule and suggest debridement in the first 24 hours with previous antibiotic coverage. The selection of antibiotics is controversial.

Methods: This is a descriptive cross-sectional, observational study in which 39 cases of patients with diagnosis of open fractures hospitalized in the Trauma Hospital Police Guayaquil lower limbs, from September 2013 to May 2014 were included.

Results: 50 medical records of patients who met all inclusion and exclusion criteria were found. Of these, 44 (88%) patients were male and the average age was 32.3 ± 11.9 years. 100% of type I and II fractures were treated with monotherapy of ceftriaxone, and type III (A, B, C) were treated with a double outline of ceftriaxone and amikacin, total 7 patients had infectious complications, 5 (10 %) received monotherapy and had fractures type II and 2 (4%) received combined therapy (p 0.74).

Conclusions: In the experience of Hospital Police Guayaquil, the addition of an aminoglycoside (amikacin) therapeutic regimen, provided superior benefit with respect to infectious complications in the short term or nosocomial, however the difference was not statistically significant.

Keywords: fracture, exposed, antibiotics

Eficacia de la antibióticoterapia utilizada en fracturas abiertas de extremidades inferiores en el hospital de la Policía Nacional de Guayaquil en el periodo Septiembre 2013 a Mayo 2014.

Introducción

Las fracturas expuestas son heridas en las que la piel y los tejidos blandos son irrumpidos y el hueso que subyace se ve expuesto al medio externo¹. Gustilo y Anderson¹ contribuyeron con una clasificación de las mismas que se mantiene hasta la actualidad donde las de tipo I miden < 1cm, limpias, hay daño mínimo de tejidos blandos y conminución mínima ósea; tipo II miden entre 1 – 10 cm, contaminación moderada, hay daño muscular y conminución moderada; tipo III miden > 10 cm, hay contaminación severa y conminución ósea moderada a severa, y se subclasifican en A – aplastamiento severo de partes blandas, pero permiten la cobertura ósea, B – pérdida extensiva y no hay cobertura ósea, C - existe lesión vascular. En el manejo de este tipo de fracturas han ocurrido grandes cambios, una doctrina ortopédica anterior recomendaba la operación de las fracturas abiertas como una emergencia², aunque dicho manejo ha cambiado, la urgencia de la misma se mantiene por el riesgo de complicaciones graves como la infección local que rápidamente puede llevar osteomielitis, necrosis, shock e incluso la muerte; además de sus graves consecuencias funcionales como la pérdida de una extremidad por amputación³⁻⁵.

La *British Orthopaedic Association (BOA)* y la *British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons (BAPRAS)* en 1997, determinaron que los procedimientos ortopédicos debían realizarse en menos de 6 horas desde la injuria⁶, sin embargo, en el 2009 en la revisión de estas mismas guías dejaron de lado la regla de las seis horas y sugieren la desbridación dentro de las

primeras 24 horas con una cobertura antibiótica previa que confiere protección frente a patógenos y el tiempo necesario para que la fractura sea manejada por cirujanos con mayor experiencia^{7,8}.

La selección de antibióticos es un tema controversial. Por ejemplo, la adición de los aminoglucósidos para fracturas de tipo III no se admite en la actualidad, y a pesar de esto, debido a la evidencia teórica, la Asociación Oriental para la Cirugía de Trauma lo recomienda⁹. Uno de los conflictos es la duración del tratamiento antibiótico que por principio debe satisfacer dos factores: eficiente para erradicar los patógenos que se encuentren en la herida y rápido para evitar estadías hospitalarias prolongadas. Es por esto que en la actualidad la mayoría de los estudios sugieren un esquema antibiótico de apenas un día en el caso de las fracturas abiertas de grado I (herida es menor de 1 cm de longitud y limpia) y 3 días para las fracturas abiertas de grados II y III (heridas mayores de 1 cm daño mínimo de tejido blandos y periostio intact, III Las incluyen aquellas heridas con daño perióstico significativo) ¹⁰⁻¹².

Por otro lado, en el inicio de la terapia antibiótica, Dellinger et al¹³ y Al-Arabi et al¹⁴ sostienen que encontraron una tasa de infección similar en los pacientes que recibieron antibióticos durante las primeras 24 horas o superior a 24 horas después de la admisión. Los esquemas antibióticos que se emplean deben ser siempre adecuados a la epidemiología local, tipo de fractura, y lugar donde ocurrió el accidente.

Por lo mencionado anteriormente, el objetivo primario de este estudio fue determinar si el esquema antibiótico empleado en el Hospital de la Policía de Guayaquil es eficiente frente a pacientes con fracturas expuestas.

Capítulo I – Marco Teórico

1.1. Definición

Una fractura abierta se define como una fractura en la que sus fragmentos se comunican al exterior a través de la piel. La presencia de una fractura expuesta aislada o como parte de un politraumatismo, aumenta el riesgo de infección y las infecciones del tejido subcutáneo. En 1976, Gustilo describió un sistema para clasificar las fracturas expuestas basados en el tamaño de la laceración, el grado del daño del tejido blando y la contaminación y la presencia del compromiso vascular¹.

1.2. Clasificación

El riesgo de infección e incidencia de pérdida del miembro se correlaciona con los grados de Gustilo.

La clasificación de Gustilo–Anderson divide a las fracturas en tres tipos en un orden ascendente de severidad. Está basado en el mecanismo de la lesión, daño a tejidos blando, longitud de la laceración de la piel, patrón de fractura y el grado de contaminación. De acuerdo a esta clasificación, en las fracturas Tipo I, la herida es menor de 1 cm de longitud y limpia; la tipo II, la herida es mayor de 1 cm y tiene daño mínimo de tejido blandos y periostio intacto. Estas heridas pueden ser cerradas primariamente ya sea de manera inmediata o tardía. Las fracturas de tipo III incluyen aquellas heridas con daño perióstico significativo, fracturas segmentarias, daño extensor de tejidos blandos, daño vascular que necesita reparación o heridas por arma de fuego de alta velocidad. Después del reconocimiento de las fracturas tipo III, existen varios grados que conllevan distintos resultados y pronóstico. Este tipo de fractura se divide en tres

categorías: IIIa aquellas con cobertura ósea adecuada por tejidos blandos, así como también aquellas provocadas por mecanismo de alta energía y daño extensor de tejidos blando sin importar el tamaño de la herida. En la tipo IIIb hay una cobertura inadecuada ósea que requiere un colgajo. En la tipo IIIc existen heridas vasculares que necesitan reparación. Las fracturas tipo IIIb y IIIc tienen tasas más altas de infección y amputación comparadas con las tipo IIIa¹⁰. Es importante resaltar que el tipo de fractura expuesta no se determina hasta la desbridación.

1.3. Tratamiento

1.3.1. Antibióticoterapia

Existe una cantidad abrumadora de evidencia que apoya el uso de antibióticos sistémicos en el tratamiento de fracturas expuestas. Patzakis et al¹¹ en un ensayo controlado aleatorio prospectivo, 330 fracturas expuestas fueron asignadas al azar a recibir una primera generación de cefalosporina, penicilina y estreptomicina o un placebo. La duración de antibiótico varió de 10 a 14 días dependiendo de si se utilizó la fijación interna. Hubo una diferencia significativa en las tasas de infección entre la cefalosporina (2%) y los grupos de penicilina / estreptomicina (10%) o placebo (14%). La eficacia de los antibióticos también fue establecido por otro estudio, que examinó más de 1.100 fracturas abiertas que ratificó el efecto protector de los antibióticos¹².

Sin embargo, la selección de antibióticos es un tema un poco más controversial sobretodo en el caso de las fracturas tipo III. Este tipo de fracturas tienen una alta incidencia de infecciones por gram-negativos, y por esto se sugiere utilizar aminoglucosidos²¹.

Gustilo informó que el 77% de las bacterias aisladas de infecciones fueron los organismos gram-negativos. Por lo tanto, concluyó que la adición de un aminoglucósido o usando una cefalosporina de tercera generación para la cobertura de gramnegativos se indica en el Tipo III fracturas abiertas²¹. Sin embargo, su conclusión fue más bien teórico o no comprobada a través de los resultados. Posteriormente, Patzakis et al²² informó que la adición de aminoglucósidos a cefalosporina disminuyó la tasa de infección en comparación con cefalosporina solo (13% frente a 5%), pero existieron variaciones importantes entre los grupos como la técnica de cierre de la herida que introdujo un sesgo importante en sus resultados y, por lo tanto, no se consideran validos.

Más recientemente, Patzakis et al²³ prospectivamente compararon el uso de ciprofloxacina a un régimen de cefalosporina más gentamicina en 200 fracturas abiertas, pero dado que ambos grupos recibieron cobertura gram-negativo, no se puede concluir que la cobertura de gramnegativos añadiendo es necesario. Por lo tanto, la adición de los aminoglucósidos para fracturas de tipo III no se admite en la actualidad. A pesar de esto, debido a la evidencia teórica, la Asociación Oriental para la Cirugía de Trauma lo recomienda¹⁹.

Debido a las guías contradictorias, la adición de aminoglucósidos se realice más bien a discreción del cirujano. Ryan et al²⁵, presenta que su adición se utilice en última instancia. East Practice Management Work Group, recomienda el uso de la penicilina en heridas muy contaminadas o de granja para prevenir la infección por clostridium²⁹.

El inicio de la terapia antibiótica es otro tema de debate. Dellinger et al.¹¹ evaluó el momento de la administración de antibióticos y la duración, de 240 pacientes, no encontraron ninguna relación entre el momento o la duración del tratamiento antibiótico para la infección. Una tasa de infección similar se observó en los pacientes que recibieron antibióticos durante las primeras 24 horas o superior a

24 horas después de la admisión. Sin embargo, el tipo de fractura abierta estaba relacionado con la infección. Al-Arabi et al.¹² confirmaron estos resultados en un estudio prospectivo. Los pacientes asignados a seis grupos diferentes basados en el momento de su primera dosis de antibiótico (menos de 2, 4, 6, 8, 12 h y 12 h mayor que) demostraron que no había correlación entre el momento de la administración de antibióticos y la tasa de infección.

En lo referente a la duración de la profilaxis antibiótica, un estudio reportó que la infección está relacionada a la extensión del daño tisular pero no con la duración de la terapia antibiótica profiláctica. Incluso para las fracturas grado III, solo un día de antibióticos profilácticos es tan efectivo como terapias más prolongadas³¹.

Las fracturas expuestas son una de las pocas patologías en las que se administran antibióticos profilácticos por algunos días, a pesar de que la evidencia no apoya dicha actitud²⁷⁻²⁹. Se acepta de manera general que la profilaxis en fracturas grado I y II no debe ser mayor a 24 horas. Si embargo en el caso de las grado II, la terapia se prolonga desde 7 hasta 10 días y en algunos casos por algunas semanas²⁸⁻²⁹.

Son muchos los microorganismos que pueden infectar este tipo de fracturas, pero el más común es el *Staphylococcus aureus*^{1,18}. En estudios prospectivos en los que se hicieron cultivos de la herida inicial, se observó que entre 65 y 70% de estas heridas albergan microorganismos potencialmente patógenos como: *Staphylococcus aureus*, algunas cepas de *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Enterobacter*. Además, frecuentemente, se detectó la presencia de otros microorganismos, como estafilococos coagulasa negativos y difteroides³⁰.

En un estudio mexicano se encontró también que después del *Staphylococcus aureus*, la presencia de *Candida Albicans*³².

Para la elección de un antibiótico en una fractura expuesta deben de tomarse en cuenta varios factores, tales como: mecanismo de lesión, sitio donde ocurrió la lesión, condiciones del paciente y posteriormente contar con el resultado del cultivo específico de la fractura³².

1.3.4. Cultivos en fracturas expuestas

Aunque no se recomiendan culturas pre-desbridamiento, culturas post-desbridamiento pueden ser útiles. Los cultivos positivos en el momento del cierre no predicen el organismo infectante, pero se correlacionan con el desarrollo de la infección³³. Lenarz et al²⁹ revisaron retrospectivamente su protocolo de cierre de la herida de las fracturas abiertas basadas en datos de cultivos. De acuerdo con este protocolo, los cultivos de rutina se obtuvieron después de cada desbridamiento (n = 340 fracturas). Si los cultivos fueron positivos a las 48 h, el paciente recibió un lavado de repetición y nuevos cultivos. Las heridas fueron cerradas o cubiertas cuando los resultados de los cultivos del lavado anterior fueron negativos.

1.3.5. Desbridamiento

El debridamiento detallado debe ir siempre complementado de un tratamiento antibiótico adecuado. El debridamiento con una técnica correcta, abundante irrigación es uno de los pilares más importantes en el manejo de las fracturas abiertas. Este procedimiento deberá realizarse en quirófano, con todas las medidas de asepsia necesarias y los tejidos desvitalizados, hueso inclusive, deberán ser removidos ³⁴.

El tema más debatido es la urgencia en la que las fracturas abiertas se deben desbridar. Gustilo y Anderson¹ llegaron a la conclusión de que las fracturas

abiertas requieren tratamiento de emergencia. Sin embargo, esta afirmación no está respaldada por los datos y parece representar la opinión de los expertos solamente. Una revisión reciente de tratamiento de las fracturas abiertas reportaron que ni la intervención quirúrgica de urgencia en ausencia de estabilidad fisiológica, ni la demora prolongada electiva cuentan con el apoyo de la literatura disponible³⁵. El aspecto más importante de la gestión de las fracturas abiertas es la administración de antibióticos sistémicos y realizar un desbridamiento adecuado de tejido no viable. Muchos cirujanos creen que una fractura abierta y sin compromiso vascular no es una emergencia³⁶. El desbridamiento de fracturas abiertas, dentro de las 6 h de la lesión, se ha propagado a lo largo de la literatura y se convirtió en el estándar de atención para muchos años a pesar de la evidencia que apoya esta mala práctica. Estudios recientes en el tratamiento de fracturas abiertas sugieren que el momento del desbridamiento puede ser secundario en comparación con los antibióticos y desbridamiento agresivo. Además, parece que el desbridamiento debe realizarse dentro de las primeras 24 h después de la lesión una vez que el paciente ha sido adecuadamente resucitado²⁵. Pollak et al³⁷ evaluaron más de 300 fracturas abiertas Tipo III de extremidades inferiores y reportaron una tasa de infección del 27% y no hallaron relación entre el tiempo de desbridamiento quirúrgico inicial y la infección. Encontraron, sin embargo, que el tiempo desde la lesión hasta la llegada al centro de trauma definitivo fue un factor de riesgo independiente para la infección. Schenker et al³⁸ realizaron una revisión sistemática de más de 3.500 fracturas abiertas y evaluaron la relación entre el momento del desbridamiento quirúrgico inicial y la infección. Este análisis no identificó una diferencia en las tasas de infección entre los pacientes con fracturas abiertas recibir temprana (<6 h) o tardía (> 6 h) desbridamiento, y los autores concluyeron que la "regla 6 horas" tiene poco apoyo en la literatura.

1.3.6. Estabilización de la fractura

Existe dos tipos de fracturas por su mecanismo físico etiológico, aquellas de baja energía y otras de alta energía. Aquellas de alta energía se caracterizan por ser altamente inestables, pues existen comunicaciones óseas y, se asocian a la misma, lesiones de partes blandas. El método definitivo de fijación y estabilización dependerá del hueso afectado, de la localización de la fractura dentro del mismo y las condiciones generales del paciente³⁴.

1.3.7. Amputación

Las fracturas abiertas de tipo IIIC se asocian a una lesión vascular que requiere una reparación para salvar la extremidad. Los índices de amputación oscilan entre el 25 y el 90%, dependiendo de la localización anatómica de la lesión vascular. La fractura abierta de tibia con una lesión vascular es la que tiene peor pronóstico y precisamente es la que más se ha estudiado en la bibliografía³⁴.

No existe un consenso respecto a las indicaciones para el salvamento exitoso de una extremidad³⁹. Sin embargo existen ciertos parámetros como la isquemia caliente >6 horas, las lesiones por aplastamiento masivo, lesiones del nervio tibial posterior y los pacientes > 50 años, que llevan a considerar la amputación como la mejor ruta terapéutica⁴⁰⁻⁴³.

1.3.8. Injerto

El retardo en la consolidación de ciertas fracturas abiertas, en especial las de tibia, requiere intervenciones que favorezcan la misma tales como el injerto³⁴. Existen diversos factores propios del paciente para este retardo como el hábito tabáquico, la enfermedad vascular periférica, la diabetes y la edad avanzada; y otros propios de la lesión como disminución del aporte sanguíneo de la tibia, la pérdida de un segmento de hueso y el método de síntesis utilizado⁴³. Debido a esta serie de variables influyentes, en su mayoría no modificables al momento de la lesión, algunos autores promulgan el uso profiláctico de injerto ósea para asegurar o acelerar la consolidación³⁴.

Capítulo II - Materiales y Métodos

Este es un estudio transversal, observacional descriptivo en el que se revisaron 39 expedientes de pacientes con diagnóstico de fracturas expuestas en los miembros inferiores hospitalizados en el Servicio de Traumatología del Hospital de la Policía de Guayaquil, desde Septiembre del 2013 hasta Mayo del 2014.

Los criterios de inclusión fueron:

- Pacientes con diagnóstico de fracturas expuestas de miembro inferior
- Edad > 18 años
- Historias clínicas completas (debe incluir complicaciones presentadas, esquema antibiótico empleado, vía de administración, frecuencia de aplicación y tiempo de duración del mismo, resultados de cultivo microbiológico)

Los criterios de exclusión:

- Fracturas expuestas en localizaciones distintas al miembro inferior o agregadas a la misma (fractura expuesta de fémur)
- Focos infecciosos en otras localizaciones anatómicas
- Pacientes que estén en ventilación mecánica
- Pacientes con comorbilidades agregadas: DMII, IRC, enfermedades inmunológicas, inmunodepresión, neutropenia, cáncer, etc.

Las siguientes variables fueron recolectadas de cada paciente: edad, sexo, esquema antibiótico empleado, duración de terapia antibiótica, estadía hospitalaria, localización anatómica de la fractura, clasificación según Gustil-Anderson¹, complicaciones. La eficacia de la antibióticoterapia se midió como la ausencia de infección (signos y síntomas: dolor, calor, rubor, exudación de material purulento de área afectada, fiebre, escalofríos, etc; laboratorio: leucocitosis <11000 cel/mm³ a predominio de neutrófilos acompañados con elevación de los reactantes de fase aguda PCR, VSG, etc) sistémica o localizada durante la estadía hospitalaria.

Las variables cuantitativas fueron procesadas de forma descriptiva como como promedios y desviaciones estándar; y las variables cualitativas como frecuencia y porcentaje, y el valor p obtenido por la prueba de chi cuadrado como análisis comparativo entre grupos de antibióticoterapia. El método de muestreo fue no aleatorio. Los datos fueron ingresados en una base de datos de Microsoft Excel 7.0 y los cálculos en el programa estadístico Epiinfo 3.5.4.

Capítulo III - Resultados

Se encontraron 50 registros médicos de pacientes que cumplieron con todos los criterios de inclusión y exclusión. De ellos, el 44 (88%) de los pacientes fueron de sexo masculino y el promedio de edad fue de 32.3 ± 11.9 años (Tabla 1). El promedio de días de hospitalización fue de 16.3 ± 20.2 días y la localización anatómica mas común de fracturas expuestas fue de tibia (28%), seguida de las fracturas de fémur (22%) (Figura 1).

Tabla 1.

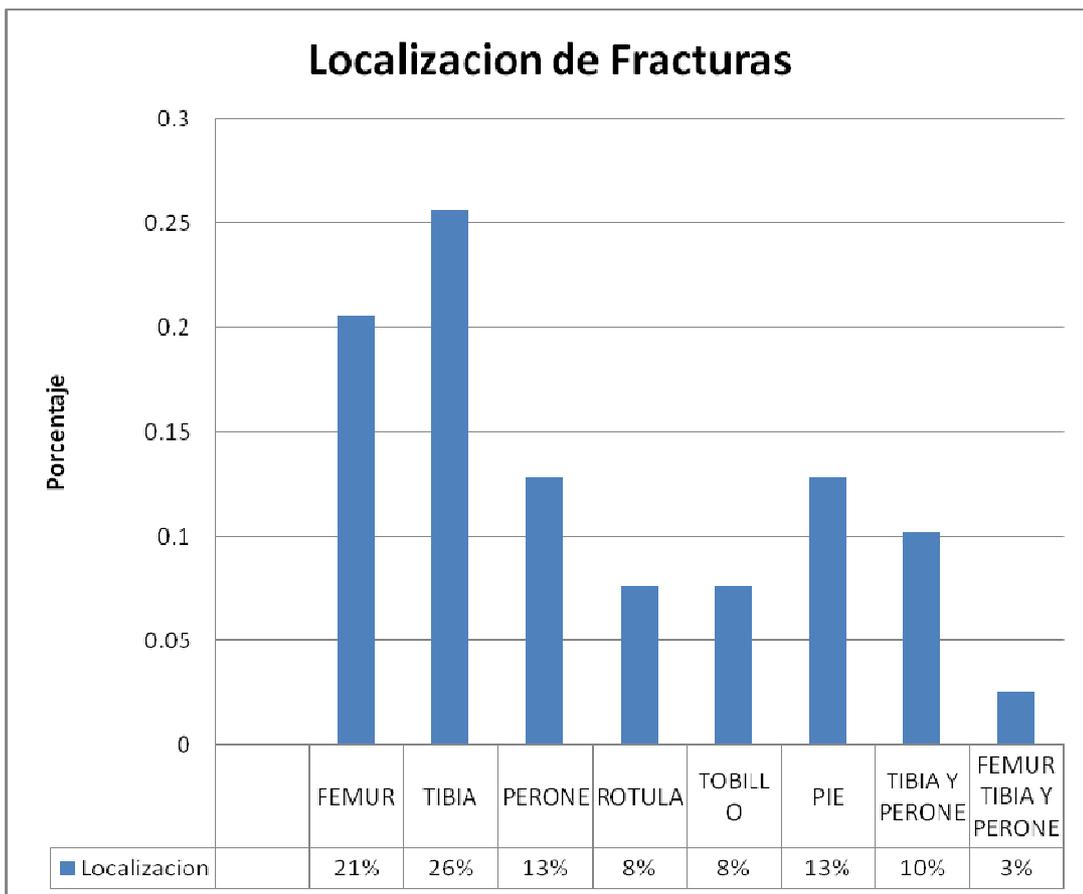
Variables	N=50 (%)
Sexo Masculino	44 (88)
Edad	32.3 ± 11.9
Días de Hospitalización	16.3 ± 20.2
Localización de Fracturas	
Fémur	11 (22)
Tibia	14 (28)
Peroné	5 (10)
Rotula	4 (8)
Tobillo	4 (8)
Pie	6 (12)
Tibia y Peroné	5 (10)
Fémur, Tibia y Peroné	1 (2)

Características Basales de la población en estudio

Fuente: Base de Datos Hospital Policía de Guayaquil

En la Figura 2, se analiza la cantidad de días de hospitalización que requirió cada fractura de acuerdo a su localización. La fractura combinada de fémur, tibia y peroné representó el mayor número de días (132 días), sin embargo en este grupo solo se encontró un paciente. A continuación se encuentran con promedios similares la fractura de fémur (16.1 días) y la tibia (19.2 días).

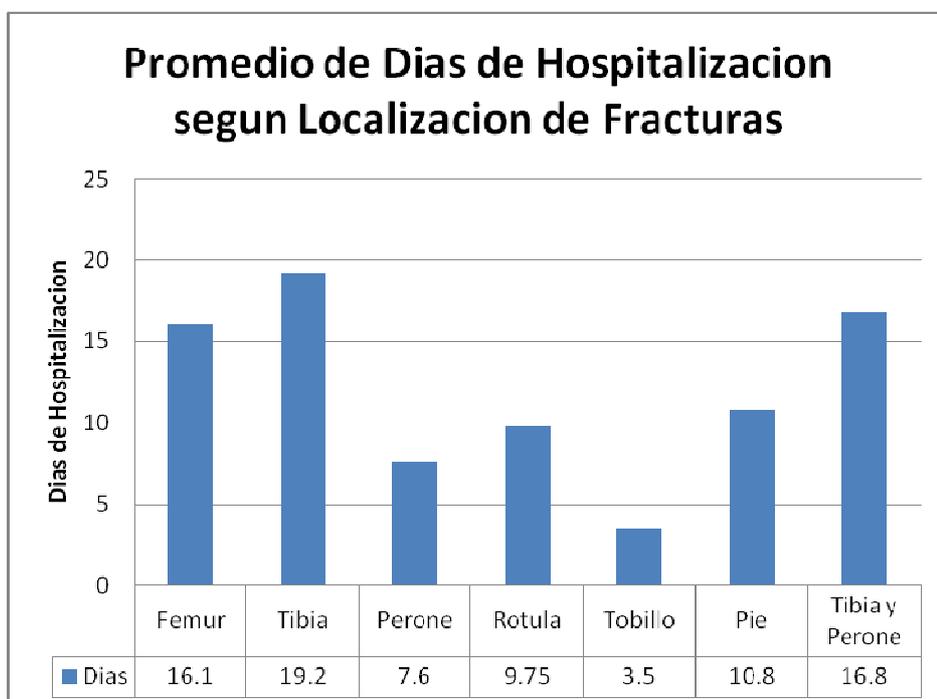
Figura 1. Porcentajes de localización de fracturas en miembros inferiores



Fuente: Base de Datos Hospital Policía de Guayaquil

En la Tabla 2 se encuentra detallado el tipo de fracturas según la clasificación de Gustil-Anderson⁹. El tipo I (38%) y tipo II (28%) fueron las más comunes. A continuación, se describe el tipo de esquema empleado según la misma clasificación mencionada. El 100% de las fracturas tipo I y II fueron tratadas con monoterapia de ceftriaxona, y las tipo III (A,B,C) fueron tratadas con un doble esquema de ceftriaxona y amikacina, En total 7 pacientes presentaron complicaciones infecciosas, en todos los casos infección del tejido celular subcutáneo (confirmado diagnóstico clínico y laboratorio), 5 (10%) de ellos del esquema de monoterapia y fracturas tipo II y 2 (4%) con doble esquema. La diferencia en la aparición de complicaciones entre ambos esquemas no fue estadísticamente significativa (p 0.74).

Figura 2. Promedio de Días de Hospitalización Según Localización de las Fracturas



Fuente: Base de Datos Hospital Policía de Guayaquil

Tabla 2. Clasificación de fracturas expuestas de Gustilo y Anderson³ y esquema antibiótico empleado

	N=50 (%)	
Clasificación de Gustil-Anderson⁹		
I	19 (38)	
II	14 (28)	
IIIA	7 (14)	
IIIB	7 (14)	
IIIC	3 (6)	
Esquema Antibiótico	Ceftriaxona	Ceftriaxona+Amikacina
I	19 (38)	
II	14 (28)	
IIIA		7 (14)
IIIB		7 (14)
IIIC		3 (6)
Complicaciones infecciosas	5 (10)	2 (4)

Fuente: Base de Datos Hospital Policía de Guayaquil

Capítulo IV – Discusión

Los cambios en las guías de manejo, ponen a los antibióticos como el tratamiento de primera línea en el caso de las fracturas expuestas. El retraso en la cirugía, obtiene beneficios como la participación de cirujanos expertos en el procedimiento y la cobertura antibiótica para el éxito del mismo. Existe evidencia clínica que soporta estos cambios terapéuticos que proviene de estudios retrospectivos que concluyeron que la cirugía puede ser retrasada entre 12 a 24 horas sin aumentar el riesgo de infección¹⁵⁻¹⁷.

En este caso se observó que todos los pacientes fueron cubiertos con monoterapia o doble terapia antibiótica, reportándose infección en un total del 14%, 10% en fracturas I y II con monoterapia y 4% en fracturas III con doble terapia. Existe una cantidad abrumadora de evidencia que apoya el uso de antibióticos sistémicos en el tratamiento de fracturas expuestas. Patzakis et al¹⁸ en un ensayo controlado aleatorio prospectivo, 330 fracturas expuestas fueron asignadas al azar a recibir una primera generación de cefalosporinas, penicilina y estreptomicina o un placebo. La duración de antibiótico varió de 10 a 14 días dependiendo de si se utilizó la fijación interna. Hubo una diferencia significativa en las tasas de infección entre la cefalosporina (2%) y los grupos de penicilina / estreptomicina (10%) o placebo (14%). La eficacia de los antibióticos también fue establecido por otro estudio, que examinó más de 1.100 fracturas abiertas que ratificó el efecto protector de los antibióticos¹⁹.

Para la elección de un antibiótico en una fractura expuesta deben de tomarse en cuenta varios factores, tales como: mecanismo de lesión, sitio donde ocurrió la lesión, condiciones del paciente y posteriormente contar con el resultado del cultivo específico de la fractura²⁰. Sin embargo, la selección de antibióticos es un tema un poco más controversial sobretodo en el caso de las fracturas tipo III.

Este tipo de fracturas tienen una alta incidencia de infecciones por gram-negativos, y por esto se sugiere utilizar aminoglucosidos²¹.

Gustilo informó que el 77% de las bacterias aisladas de infecciones fueron los organismos gram-negativos. Por lo tanto, concluyó que la adición de un aminoglucósido o usando una cefalosporina de tercera generación para la cobertura de gramnegativos se indica en el Tipo III fracturas abiertas²¹. Sin embargo, su conclusión fue más bien teórico o no comprobada a través de los resultados. A pesar de esto, en el estudio actual la adición del aminoglucósido en las fracturas III mostro una eficacia, inclusive mejor que la monoterapia, a pesar de ser lesiones con mayor compromiso de tejidos. Posteriormente, Patzakis et al²² informó que la adición de aminoglucósidos a cefalosporina disminuyó la tasa de infección en comparación con cefalosporina sólo (13% frente a 5%), pero existieron variaciones importantes entre los grupos como la técnica de cierre de la herida que introdujo un sesgo importante en sus resultados y, por lo tanto, no se consideran validos. Más recientemente, Patzakis et al²³ prospectivamente compararon el uso de ciprofloxacina a un régimen de cefalosporina más gentamicina en 200 fracturas abiertas, pero dado que ambos grupos recibieron cobertura gram-negativo, no se puede concluir que la cobertura de gramnegativos añadiendo es necesario. Por lo tanto, la adición de los aminoglucósidos para fracturas de tipo III no se admite en la actualidad. A pesar de esto, debido a la evidencia teórica, la Asociación Oriental para la Cirugía de Trauma lo recomienda²⁴; y en el Hospital de la Policía de Guayaquil se emplea como esquema antibiótico con resultados favorables. Debido a las guías contradictorias, la adición de aminoglucósidos se realiza más bien a discreción del cirujano. Ryan et al²⁵, presenta que su adición se utilice en última instancia. East Practice Management Work Group, recomienda el uso de la penicilina en heridas muy contaminadas o de granja para prevenir la infección por clostridium²⁶.

Las fracturas expuestas son una de las pocas patologías en las que se administran antibióticos profilácticos por algunos días, a pesar de que la evidencia no apoya dicha actitud²⁷⁻²⁹. Se acepta de manera general que la profilaxis en fracturas grado I y II no debe ser mayor a 24 horas. Sin embargo en el caso de las grado II, la terapia se prolonga desde 7 hasta 10 días y en algunos casos por algunas semanas^{28,29}.

Son muchos los microorganismos que pueden infectar este tipo de fracturas, pero el más común es el *Staphylococcus aureus*^{1,18}. En estudios prospectivos en los que se hicieron cultivos de la herida inicial, se observó que entre 65 y 70% de estas heridas albergan microorganismos potencialmente patógenos como: *Staphylococcus aureus*, algunas cepas de *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Enterobacter*. Además, frecuentemente, se detectó la presencia de otros microorganismos, como estafilococos coagulasa negativos y difteroides^{3,30}. En un estudio mexicano se encontró también que después del *Staphylococcus aureus*, la presencia de *Candida Albicans*²⁰. Debido a la variedad de microorganismos capaces de contaminar este tipo de fracturas, es importante incluir como parte del protocolo de manejo un cultivo de herida para que en el caso de fracaso de la antibióticoterapia, conocer el agente causal y la sensibilidad a un antibiótico que permita su erradicación.

Este estudio tiene algunas limitaciones, entre ellas se encuentra el número muestral pequeño por la complejidad de la patología. El método de muestreo fue no aleatorio lo que pudo haber introducido un sesgo en los resultados. No se especifica el tiempo de inicio de la antibióticoterapia ni su duración, ambas variables claves para la valoración de la eficacia antibiótica además de la elección del antibiótico en sí.

Capítulo V – Conclusiones y Recomendaciones

Anteriormente se planteó que para la elección de un antibiótico en una fractura expuesta deben de tomarse en cuenta factores como el mecanismo de lesión, sitio donde ocurrió la lesión, condiciones del paciente, y la epidemiología local. A pesar que la selección del antibiótico en la literatura actual es tema de debate, todos los estudios coinciden la necesidad de aplicación de los mismos en el manejo inicial e integral del paciente con una fractura expuesta. En la experiencia del Hospital de la Policía de Guayaquil, la adición de un aminoglucósido (amikacina) al esquema terapéutico, brindo un beneficio superior respecto a las complicaciones infecciosas a corto plazo o intrahospitalarias, sin embargo la diferencia no fue estadísticamente significativa. Esta tendencia a un menor número de complicaciones en pacientes con doble esquema antibiótico debe ser analizada en estudios prospectivo, randomizados, de mayor tamaño muestral en nuestro medio, para validar su uso con la epidemiología local. Es necesario además periodos de investigación más prolongados para investigar la presentación de efectos adversos conocidos de los aminoglucósidos.

Capítulo VI – Bibliografía

1. Gustilo, R. B., & Anderson, J. T. (1976). Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 58(4), 453-458.
2. Pollak, A. N. (2006). Timing of débridement of open fractures. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 14(10), S48-S51.
3. Zalavras, C. G., Marcus, R. E., Levin, L. S., & Patzakis, M. J. (2007). Management of open fractures and subsequent complications. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 89(4), 884-895
4. SooHoo, N. F., Krenek, L., Eagan, M. J., Gurbani, B., Ko, C. Y., & Zingmond, D. S. (2009). Complication rates following open reduction and internal fixation of ankle fractures. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 91(5), 1042-1049.
5. Schenker, M. L., Yannascoli, S., Baldwin, K. D., Ahn, J., & Mehta, S. (2012). Does Timing to Operative Debridement Affect Infectious Complications in Open Long-Bone Fractures?. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 94(12), 1057-1064.
6. No authors listed. (1997). A report by the British Orthopaedic Association/British Association of Plastic Surgeons Working Party on the management of open tibial fractures: September 1997. *Br J Plast Surg*, 50:570–583.
7. Nanchahal J, Nayagam S, Khan U, et al. (2009). Standards of the management of open fractures of the lower limb. London: Royal Society of Medicine Press, 11–12.
8. Penn-Barwell, J. G., Murray, C. K., & Wenke, J. C. (2012). Early antibiotics and debridement independently reduce infection in an open

fracture model. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, 94(1), 107-112.

9. Murray, C. K., Obrebsky, W. T., Hsu, J. R., Andersen, R. C., Calhoun, J. H., Clasper, J. C., ... & Prevention of Combat-Related Infections Guidelines Panel. (2011). Prevention of infections associated with combat-related extremity injuries. *Journal of Trauma-Injury, Infection, and Critical Care*, 71(2), S235-S257.
10. Ryan, S. P., & Pugliano, V. (2014). Controversies in Initial Management of Open Fractures. *Scandinavian Journal of Surgery*, 1457496913519773.
11. Dellinger, E. P., Miller, S. D., Wertz, M. J., Grypma, M., Droppert, B., & Anderson, P. A. (1988). Risk of infection after open fracture of the arm or leg. *Archives of Surgery*, 123(11), 1320-1327.
12. Al-Arabi, Y. B., Nader, M., Hamidian-Jahromi, A. R., & Woods, D. A. (2007). The effect of the timing of antibiotics and surgical treatment on infection rates in open long-bone fractures: a 9-year prospective study from a district general hospital. *Injury*, 38(8), 900-905.
13. Mundi, R., Chaudhry, H., Niroopan, G., Petrisor, B., & Bhandari, M. (2015). Open Tibial Fractures: Updated Guidelines for Management. *JBJS Reviews*, 3(2), e1.
14. Melvin, J. S., Dombroski, D. G., Torbert, J. T., Kovach, S. J., Esterhai, J. L., & Mehta, S. (2010). Open tibial shaft fractures: I. Evaluation and initial wound management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 18(1), 10-19.
15. Ashford, R. U., Mehta, J. A., & Cripps, R. (2004). Delayed presentation is no barrier to satisfactory outcome in the management of open tibial fractures. *Injury*, 35(4), 411-416.
16. Spencer, J., Smith, A., & Woods, D. (2004). The effect of time delay on infection in open long-bone fractures: a 5-year prospective audit from a

district general hospital. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 86(2), 108.

17. MacKenzie, E. J., Bosse, M. J., Castillo, R. C., Smith, D. G., Webb, L. X., Kellam, J. F., ... & McCarthy, M. L. (2004). Functional outcomes following trauma-related lower-extremity amputation. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 86(8), 1636-1645.
18. PATZAKIS, M. J., HARVEYJR, J. P., & IVLER, D. (1974). The role of antibiotics in the management of open fractures. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 56(3), 532-541.
19. Gosselin, R. A., Roberts, I., & Gillespie, W. J. (2004). Antibiotics for preventing infection in open limb fractures. *Cochrane Database Syst Rev*, 1.
20. Salcedo-Dueñas, J. A., & Algarín-Reyes, J. A. (2011). Microorganismos más frecuentes en fracturas expuestas en México. *Acta Ortopédica Mexicana*, 25(5), 276-281.
21. Gustilo, R. B., MENDOZA, R. M., & Williams, D. N. (1984). Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *Journal of Trauma-Injury, Infection, and Critical Care*, 24(8), 742-746.
22. Patzakis, M. J., Wilkins, J., & Moore, T. M. (1983). Use of antibiotics in open tibial fractures. *Clinical orthopaedics and related research*, 178, 31-35.
23. Patzakis, M. J., Bains, R. S., Lee, J., Shepherd, L., Singer, G., Ressler, R., ... & Holtom, P. (2000). Prospective, randomized, double-blind study comparing single-agent antibiotic therapy, ciprofloxacin, to combination antibiotic therapy in open fracture wounds. *Journal of orthopaedic trauma*, 14(8), 529-533.
24. Murray, C. K., Obrebsky, W. T., Hsu, J. R., Andersen, R. C., Calhoun, J. H., Clasper, J. C., ... & Prevention of Combat-Related Infections

- Guidelines Panel. (2011). Prevention of infections associated with combat-related extremity injuries. *Journal of Trauma-Injury, Infection, and Critical Care*, 71(2), S235-S257.
25. Ryan, S. P., Boulton, C. L., & O'Toole, R. V. (2013). Open Diaphyseal Tibia Fractures. In *Orthopedic Traumatology* (pp. 303-319). Springer New York.
26. Hoff, W. S., Bonadies, J. A., Cachecho, R., & Dorlac, W. C. (2011). East Practice Management Guidelines Work Group: update to practice management guidelines for prophylactic antibiotic use in open fractures. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 70(3), 751-754.
27. Uçkay, I., Harbarth, S., Peter, R., Lew, D., Hoffmeyer, P., & Pittet, D. (2010). Preventing surgical site infections. *Expert review of anti-infective therapy*, 8(6), 657-670.
28. Hauser, C. J., Adams Jr, C. A., & Eachempati, S. R. (2006). Prophylactic antibiotic use in open fractures: an evidence-based guideline. *Surgical infections*, 7(4), 379-405.
29. Lenarz, C. J., Watson, J. T., Moed, B. R., Israel, H., Mullen, J. D., & MacDonald, J. B. (2010). Timing of wound closure in open fractures based on cultures obtained after debridement. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 92(10), 1921-1926.
30. Lavelle, W. F., Uhl, R., Krievies, M., & Drvaric, D. M. (2008). Management of open fractures in pediatric patients: current teaching in Accreditation Council for Graduate Medical Education (ACGME) accredited residency programs. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 17(1), 1-6.
31. Dunkel, N., Pittet, D., Tovmirzaeva, L., Suvà, D., Bernard, L., Lew, D., ... & Uçkay, I. (2013). Short duration of antibiotic prophylaxis in open fractures does not enhance risk of subsequent infection. *Bone & Joint Journal*, 95(6), 831-837.

32. Salcedo-Dueñas, J. A., & Algarín-Reyes, J. A. (2011). Microorganismos más frecuentes en fracturas expuestas en México. *Acta Ortopédica Mexicana*, 25(5), 276-281.
33. Carsenti-Etesse, H., Doyon, F., Desplaces, N., Gagey, O., Tancrede, C., Pradier, C., ... & Dellamonica, P. (1999). Epidemiology of bacterial infection during management of open leg fractures. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 18(5), 315-323.
34. Laborde, J. F. V., Tuneu, G. B., & Ramiro, S. G. (2004). Fracturas abiertas: evaluación, clasificación y tratamiento. *Jano*, 67(1.533), 57.
35. Werner, C. M., Pierpont, Y., & Pollak, A. N. (2008). The urgency of surgical debridement in the management of open fractures. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 16(7), 369-375
36. Namdari, S., Baldwin, K. D., Matuszewski, P., Esterhai, J. L., & Mehta, S. (2011). Delay in surgical debridement of open tibia fractures: an analysis of national practice trends. *Journal of orthopaedic trauma*, 25(3), 140-144.
37. Pollak, A. N., Jones, A. L., Castillo, R. C., Bosse, M. J., & MacKenzie, E. J. (2010). The relationship between time to surgical debridement and incidence of infection after open high-energy lower extremity trauma. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 92(1), 7-15.
38. Schenker, M. L., Yannascoli, S., Baldwin, K. D., Ahn, J., & Mehta, S. (2012). Does timing to operative debridement affect infectious complications in open long-bone fractures? A systematic review. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 94(12), 1057-1064.
39. Bonanni, F., Rhodes, M., & Lucke, J. F. (1993). The futility of predictive scoring of mangled lower extremities. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 34(1), 99-104.

40. Templeman, D. C., Gulli, B., Tsukayama, D. T., & Gustilo, R. B. (1998). Update on the management of open fractures of the tibial shaft. *Clinical orthopaedics and related research*, 350, 18-25.
41. Helfet, D. L., Howey, T., Sanders, R., & Johansen, K. (1990). Limb salvage versus amputation: preliminary results of the Mangled Extremity Severity Score. *Clinical orthopaedics and related research*, 256, 80-86.
42. Hoogendoorn, J. M., & van der Werken, C. (2001). Grade III open tibial fractures: functional outcome and quality of life in amputees versus patients with successful reconstruction. *Injury*, 32(4), 329-334.
43. Watson, J. T., Anders, M., & Moed, B. R. (1995). Management strategies for bone loss in tibial shaft fractures. *Clinical orthopaedics and related research*, 315, 138-152.