

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**MANEJO TERAPÉUTICO Y COMPLICACIONES DE FRACTURAS EXPUESTAS DE  
TIBIA EN ADULTOS, EN HOSPITALES DE TERCER NIVEL DE ATENCIÓN A NIVEL  
MUNDIAL.**

**MONOGRAFÍA**

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas de la  
Universidad San Carlos de Guatemala

**Juan Manuel Ramírez Saldaña  
Andrea Lucía Meza Bonilla**

**Médico y Cirujano**

Guatemala, Guatemala. Septiembre del 2020

El infrascrito Decano y el Coordinador de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG-, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que:

Los estudiantes:

1. ANDREA LUCÍA MEZA BONILLA 201310237 2656882800101
2. JUAN MANUEL RAMÍREZ SALDAÑA 201400107 2801165780101

Cumplieron con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, y habiendo presentado el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA, titulado:

MANEJO TERAPÉUTICO Y COMPLICACIONES DE FRACTURAS  
EXPUESTAS DE TIBIA EN ADULTOS, EN HOSPITALES DE TERCER  
NIVEL DE ATENCIÓN A NIVEL MUNDIAL

Trabajo asesorado por la Dra. Rita María Tobía Cruz y revisado por la Dra. María Alejandra Monterroso Soberanis, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firman y sellan la presente:


ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el veintitrés de septiembre del dos mil veinte



  
Dr. C. César Oswaldo García García  
Coordinador



  
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva  
DECANO

Vo.Bo.  
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva  
Decano

El infrascrito Coordinador de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que los estudiantes:

1. ANDREA LUCÍA MEZA BONILLA            201310237        2656882800101
2. JUAN MANUEL RAMÍREZ SALDAÑA        201400107        2801165780101

Presentaron el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA, titulado:

**MANEJO TERAPÉUTICO Y COMPLICACIONES DE FRACTURAS  
EXPUESTAS DE TIBIA EN ADULTOS, EN HOSPITALES DE TERCER  
NIVEL DE ATENCIÓN A NIVEL MUNDIAL**

El cual ha sido revisado y aprobado como profesora de esta Coordinación: **Dra. Mónica Ninet Rodas González** y, al establecer que cumplen con los requisitos establecidos por esta Coordinación, se les AUTORIZA continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General. Dado en la Ciudad de Guatemala, el veintinueve de septiembre del año dos mil veinte.



  
Dr. C. César Oswaldo García García  
Coordinador

Guatemala, 23 de septiembre del 2020

Doctor  
César Oswaldo García García  
Coordinador de la COTRAG  
Facultad de Ciencias Médicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Dr. García:

Le informamos que nosotros:

1. ANDREA LUCIA MEZA BONILLA
2. JUAN MANUEL RAMÍREZ SALDAÑA



Handwritten signatures of Andrea Lucia Meza Bonilla and Juan Manuel Ramírez Saldaña, each on a horizontal line.

Presentamos el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA titulado:

MANEJO TERAPÉUTICO Y COMPLICACIONES DE FRACTURAS  
EXPUESTAS DE TIBIA EN ADULTOS, EN HOSPITALES DE TERCER  
NIVEL DE ATENCIÓN A NIVEL MUNDIAL

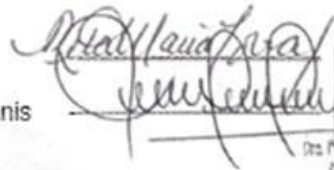
Del cual la asesora y la revisora se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

#### FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Asesora: Dra. Rita María Tobia Cruz

Revisora: Dra. María Alejandra Monterroso Soberanis

Reg. de personal 20140450



Handwritten signatures of Rita María Tobia Cruz and María Alejandra Monterroso Soberanis, each on a horizontal line.

Esc. Univ. de la Univ. de San Carlos  
Médica y Cirujana  
Céd. 8433

Dra. Rita Alejandra Monterroso  
Médica y Cirujana  
Céd. 16,618

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser nuestro guía, por las bendiciones, oportunidades, y por darnos el conocimiento y sabiduría para estar al servicio de las personas.

A nuestros padres, por su amor, consejo y apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida y por permitirnos cumplir nuestros objetivos.

A nuestros hermanos, abuelos, tíos y primos por todo el apoyo, comprensión y amor en este largo camino.

A nuestros catedráticos por enseñarnos todo lo que sabemos hasta ahora, incitarnos a querer aprender cada día más y formarnos como excelentes profesionales.

A nuestra asesora, Doctora Rita María Tobia y revisora Doctora María Alejandra Monterroso por su fuente de conocimiento, apoyo y acompañamiento que permitieron que este trabajo se realizara con éxito y profesionalismo.

A nuestros amigos y compañeros por su apoyo, compañía, comprensión, consejo y por ser fuente importante de aprendizaje y de agradables experiencias a lo largo de nuestra carrera.

A la Doctora Ana Silvia Rodríguez por guiarme, enseñarme, aconsejarme y apoyarme para cumplir este sueño.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por darnos las herramientas y oportunidades para convertirnos en los profesionales que somos, permitiéndonos conocer la realidad nacional y poder estar al servicio del pueblo de Guatemala.

## **DEDICATORIAS**

A Dios por darnos las herramientas y la oportunidad de completar este logro tan importante para nosotros. Por ser nuestra principal fuente de fortaleza, por ayudarnos a ser perseverantes ya que todo esto no hubiera sido posible sin sus bendiciones.

A nuestros padres, Juan Francisco Meza, Verónica Bonilla, Manuel Antonio Ramírez y María del Carmen Saldaña por todo el esfuerzo y apoyo que nos han dado en esta etapa de nuestra vida.

Por creer en nosotros y por darnos su apoyo incondicional en todo momento.

A nuestros hermanos, abuelos, tíos, primos y demás familiares por ser elementos esenciales en nuestro desarrollo personal, profesional y por su amor y apoyo en todo momento.

A todas las personas que ya no se encuentran con nosotros, abuelos, tíos, primos, Dra. Bezares y Dra. Reyes. Gracias por el apoyo, enseñanza, consejo y amistad.



### **De la responsabilidad del trabajo de graduación:**

El autor o autores, es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

# Índice

Introducción.....	i
Planteamiento del problema.....	iii
Objetivos.....	v
Métodos y técnicas.....	vii
Contenido temático	
Capítulo 1. Epidemiología, clínica, clasificación y causas de las fracturas expuestas de tibia en adultos en hospitales de tercer nivel de atención nivel mundial. ....	1
Capítulo 2. Manejo terapéutico inicial y posterior de fracturas expuestas de tibia en adultos en hospitales de tercer nivel de atención nivel mundial. ....	15
Capítulo 3. Complicaciones de fracturas expuestas y factores que modifican el pronóstico del tratamiento en adultos en hospitales de tercer nivel de atención nivel mundial. ....	37
Capítulo 4. Análisis .....	49
Conclusiones.....	53
Recomendaciones.....	55
Referencias bibliográficas .....	57
Anexos.....	70





## **PRÓLOGO**

El propósito de esta monografía es describir el manejo terapéutico y complicaciones de las fracturas expuestas de tibia en adultos en hospitales de tercer nivel de atención a nivel mundial. Esta se divide en cuatro capítulos, englobando información sobre epidemiología, clínica, clasificación y causas de fracturas expuestas de tibia en adultos en hospitales de tercer nivel de atención a nivel mundial. Del mismo modo, comprende el manejo terapéutico inicial y posterior de fracturas expuestas de tibia en donde se explican los pilares del tratamiento; también abarca las complicaciones de fracturas expuestas de tibia, del tratamiento y los factores que modifican el pronóstico del tratamiento.

Doctora María Alejandra Monterroso Soberanis.



## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>1</sup> afirma que los traumatismos son una epidemia con tendencia al aumento en países en vías de desarrollo, los cuales ocasionan más de cinco millones de muertes al año. Las fracturas expuestas son lesiones en las que el foco de fractura se encuentra comunicado con el exterior por lo que la complejidad del tratamiento es mayor. Estas lesiones están relacionadas principalmente a traumatismos de alta energía, incluyendo accidentes de tránsito y violencia. Los accidentes de motocicleta constituyen la causa más común de fracturas expuestas a nivel mundial en población joven y, en Guatemala no es la excepción ya que es un país con estadísticas altas de traumatismos.<sup>2</sup> En el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), en los últimos años se ha reportado un aumento en las emergencias atendidas por lesiones del miembro inferior relacionadas a accidentes de motocicletas.<sup>3</sup>

La cara medial de la tibia está cubierta únicamente por piel y tejido celular subcutáneo en toda su longitud, por lo que es vulnerable a distintos mecanismos lesionales y a la exposición al fracturarse. Por esta razón, las fracturas de tibia son las más comunes dentro de las fracturas expuestas.<sup>4</sup> Éstas se clasifican en grados según la clasificación de Gustilo y Anderson, que es la más utilizada a nivel mundial. Actualmente, la complementación de la cirugía plástica reconstructiva con la traumatología y ortopedia es la mejor opción de tratamiento para este tipo de lesiones independientemente del grado de fractura. Debido a que estas lesiones representan un riesgo para la vida de los afectados, el tratamiento óseo y de tejidos blandos de las fracturas expuestas tiene como objetivo principal salvaguardar la vida. Asimismo, otros objetivos del tratamiento son salvar el miembro afectado, promover la recuperación y la rehabilitación adecuada de los pacientes. No obstante, debido a la complejidad de la lesión y sus posibles complicaciones, es posible que ocurran sucesos desfavorables para los pacientes afectando su calidad de vida y el pronóstico.

Esta monografía describe el manejo terapéutico de las fracturas expuestas de tibia basado en los pilares fundamentales utilizados mundialmente y las complicaciones en adultos en hospitales de tercer nivel de atención a nivel mundial. En el tratamiento de las fracturas expuestas intervienen distintas ramas de la medicina para lograr un tratamiento óptimo y promover el mejor pronóstico para los pacientes. La importancia de este tema radica en que los cambios e innovaciones constantes del tratamiento necesario de cada paciente suponen un reto a lo largo del tiempo.



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## Descripción del problema

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>1</sup>, los traumatismos son una epidemia desatendida en países en desarrollo, ocasionan más de cinco millones de muertes al año, y para el año 2020 se calcula que constituyan el 20 % de los problemas en salud a nivel mundial. Las fracturas expuestas son lesiones complejas, relacionadas a traumatismos, que conllevan un tratamiento difícil. Actualmente este tipo de fracturas es muy común a nivel mundial incluyendo la población guatemalteca, en la cual la causa mayoritaria son los accidentes de motocicleta. Cada año se presentan entre cuatro y seis millones de fracturas en Estados Unidos de América, de las cuales 150 000 son fracturas expuestas.<sup>5</sup> En México, se calcula un estimado de 50 000 fracturas expuestas anualmente.<sup>5</sup> De acuerdo con los datos del Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), en los últimos tres años se ha reportado un aumento en las emergencias atendidas por accidentes de motocicletas. Según estos registros, en 2016 se atendió a 10 980 afiliados con lesiones ocasionadas por accidentes de motocicleta, mientras que en 2017 el número incrementó a 13 616, siendo más comunes las lesiones de miembro inferior.<sup>3</sup>

Las fracturas expuestas son aquellas en las cuales el foco de fractura se encuentra directa o indirectamente comunicado con el exterior y las fracturas expuestas de tibia son las más comunes por su posición anatómica.<sup>4</sup> En la actualidad, el tratamiento de las fracturas expuestas es un reto, y la complementación de la cirugía plástica reconstructiva con la traumatología y ortopedia da la opción de un mejor tratamiento a estas lesiones. El tratamiento óseo y de tejidos blandos de las fracturas expuestas tiene como objetivo salvaguardar la vida, salvar el miembro afectado, promover la recuperación de la funcionalidad global y la rehabilitación adecuada de los pacientes. Sin embargo, por el tipo de lesión y sus posibles complicaciones, puede haber un pronóstico desfavorable para los pacientes afectados por la complejidad de las lesiones en sí afectando la calidad de vida.

Se considera que es un tema de gran importancia a estudiar porque en nuestro país, las estadísticas y la exposición son altas.<sup>2</sup> El tema a investigar se encuentra englobado en dos áreas de investigación las cuales son: sistemas de salud, y las condicionantes y determinantes de la salud. En el tratamiento de las fracturas expuestas intervienen cirujanos plásticos, vasculares, ortopedistas, trabajadores sociales y psicólogos permitiendo que varias ramas de la medicina tengan intervención en este tipo de lesiones para lograr un tratamiento óptimo para los pacientes. Debido a esto, las innovaciones constantes del tratamiento necesario de cada paciente representan un desafío.

## **Delimitación del problema**

Manejo terapéutico de fracturas expuestas de tibia y sus posibles complicaciones en adultos, en hospitales de tercer nivel de atención a nivel mundial.

## **Pregunta general**

¿Cuál es el manejo terapéutico y complicaciones de las fracturas expuestas de tibia en adultos, en hospitales de tercer nivel de atención a nivel mundial?

# OBJETIVOS

## Objetivo general

- Describir el manejo terapéutico y complicaciones de las fracturas expuestas de tibia en adultos en hospitales de tercer nivel de atención a nivel mundial.

## Objetivos específicos

1. Describir la epidemiología, clínica, clasificación y causas de las fracturas expuestas de tibia en adultos en hospitales de tercer nivel de atención nivel mundial.
2. Describir el manejo terapéutico inicial y posterior de fracturas expuestas de tibia en adultos en hospitales de tercer nivel de atención a nivel mundial.
3. Describir las complicaciones y factores que modifican el pronóstico del tratamiento de las fracturas expuestas de tibia en adultos en hospitales de tercer nivel de atención a nivel mundial.





## MÉTODOS Y TÉCNICAS

La presente monografía se basa en un diseño descriptivo. Para la realización de la revisión bibliográfica, se tomó en cuenta la información publicada en los idiomas español e inglés. Los motores de búsqueda utilizados fueron: La Biblioteca Nacional de Medicina Estadunidense (NLM) con sus buscadores Medline-PubMed, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Hinari, Clinical Key, Google Scholar y en la página del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Asimismo, se utilizaron las bases de datos pertenecientes a la Biblioteca y Centro de Documentación “Dr. Julio de Leon Méndez” de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Las fuentes de información bibliográfica contempladas incluyen artículos e informes científicos, artículos de revistas científicas, publicaciones oficiales de instituciones, guías de práctica clínica basada en evidencias, opiniones de expertos, etc. Las bibliografías secundarias utilizadas incluyen literatura gris como libros, artículos de revisión de literatura, tesis, resúmenes clínicos, etc.

Se realizaron búsquedas utilizando Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) principales: “Fractura”, “Fractura expuesta de tibia”, “Escalera de reconstrucción de tejidos blandos”, junto a otros descriptores posteriores durante el avance de la monografía. Los DeCS principales que se utilizaron responden a las generalidades planteadas los tres capítulos. Los DeCS principales se relacionaron por medio de operadores Booleanos “AND” y “OR”, junto a “NOT” para evitar resultados no relacionados a fracturas expuestas de tibia. Se utilizó un orden lógico conforme a cada sección dentro del capítulo para mejorar la búsqueda y los mecanismos de búsquedas avanzadas para determinar correlaciones entre términos y tipos de estudio.

### **Criterios para la búsqueda y selección de fuentes de información bibliográfica primaria y secundaria**

Luego de realizar la búsqueda con DeCS se hizo uso de términos clave permitidos con el fin de obtener la información requerida. Se utilizaron los siguientes términos clave: “diagnóstico”, “mecanismos de producción”, “definición”, “clasificación”, “biomecánica”, “epidemiología”, “diagnóstico”, “mecanismos de producción”, “tratamiento”, “fijación ósea”, “tratamiento de tejidos blandos”, “reparación neurovascular”, “infecciones”, “complicaciones”, “pronóstico” y “no uniones”.

Luego de la delimitación del tema por medio de DeCS y términos clave por medio de combinaciones con operadores Booleanos, se utilizaron filtros según las bases de datos, que representaron a los principales criterios de inclusión. Se seleccionaron fuentes en idioma español

e idioma inglés, con disponibilidad a texto completo, publicados en los últimos diez años haciendo énfasis a los publicados en los últimos cinco años. Posteriormente se procedió a la selección de artículos. Esta se llevó a cabo de una forma ordenada. Se tomó en cuenta el título del estudio, el resumen del estudio, el acceso al texto completo, que estuviera relacionada a personas mayores de 18 años, sin distinción por sexo, que contaban con referencias de autor e instituciones confiables. Se utilizaron estudios descriptivos, estudios sistemáticos con asignación aleatoria, estudios de cohorte, metaanálisis y revisiones sistemáticas, estudios de cohorte, estudios analíticos de baja calidad y estudios experimentales controlados. También se incluyeron artículos de referencia citados dentro de estos artículos con información valiosa para la comprensión del tema que estaban fuera del rango de tiempo utilizado para la selección de artículos. Posteriormente se procedió a la revisión de cada uno de los títulos y resúmenes de las fuentes de información luego de la búsqueda delimitada y a la lectura del texto completo para su posterior análisis y uso de información necesaria con respecto al índice temático.

Para el uso de literatura gris, se utilizaron fuentes bibliográficas en idioma inglés y español, artículos de revisión de literatura, tesis, libros con ISBN pertenecientes a editoriales confiables, resúmenes clínicos y guías de práctica clínica sin importar la fecha de publicación. Por último, se utilizó la página de la Organización Mundial de la Salud (OMS) con información epidemiológica relevante y la segunda, la página del Instituto Nacional de Estadística (INE) para recopilar datos epidemiológicos sobre accidentes de tránsito en Guatemala. En ambas páginas de internet, se utilizó el término “epidemiología”.

### **Procesamiento y análisis**

Luego de seleccionadas las fuentes de información relevantes, se procedió a revisar el texto completo con el fin de obtener datos relevantes para responder a las preguntas y objetivos planteados, en base al índice temático propuesto. Las fuentes seleccionadas se organizaron según los lineamientos del Centro de Medicina Basada en Evidencia de Oxford utilizando una tabla matriz de datos y se realizó una segunda tabla sobre literatura gris. (Ver tabla 1, 2 y 3 en anexos) Por último, se realizó el análisis específico de la información obtenida en cada bibliografía seleccionada.

# **CAPÍTULO 1. EPIDEMIOLOGÍA, CLÍNICA, CLASIFICACIÓN Y CAUSAS DE LAS FRACTURAS EXPUESTAS DE TIBIA EN ADULTOS EN HOSPITALES DE TERCER NIVEL DE ATENCIÓN NIVEL MUNDIAL.**

## **SUMARIO**

- Traumatología y ortopedia y su relación con las fracturas expuestas
- Mecanismos lesionales
- Anatomía pertinente del miembro inferior
- Definición y mecanismos causantes de fracturas
- Alta y baja energía
- Factores que influyen en la aparición de una fractura
- Fracturas cerradas: definición y clasificación
- Fracturas abiertas: definición y clasificación
- Factores de riesgo para presentar fracturas
- Fracturas de tibia
- Epidemiología y frecuencia del evento
- Tipo de fracturas de tibia

A continuación, se describen las generalidades de las fracturas expuestas de tibia. Se detalla la epidemiología, la clínica, la clasificación y las causas de estas lesiones en la población adulta a nivel mundial.

## **1.1. Traumatología y ortopedia y su relación con las fracturas expuestas**

La ortopedia es la rama de la medicina que se ocupa de las enfermedades del aparato locomotor, mientras que la traumatología se ocupa de las lesiones provocadas por factores físicos. Se tratan de dos especialidades diferentes que tienen el aparato locomotor como común denominador, por lo que hay afecciones que podrían pertenecer a ambas, o únicamente a una especialidad. Cualquier tipo de fracturas con sus diferentes causas, pueden encajar en ambas especialidades.<sup>6</sup> Ya que es una especialidad médico-quirúrgica que se ocupa del estudio, desarrollo, conservación y restablecimiento de la forma y de la función de las extremidades, la columna vertebral y sus estructuras asociadas, por medios médicos, quirúrgicos y físicos.<sup>7</sup>

La traumatología y la ortopedia se han preocupado por recuperar y rehabilitar a los individuos que han perdido sus condiciones físicas naturales, como consecuencia de afecciones patológicas o accidentes ocurridos durante la vida, haciendo énfasis en aquellos pacientes que presenten fracturas expuestas. Los primeros ensayos terapéuticos sobre el sistema musculoesquelético fueron probablemente gestos intuitivos impuestos por la necesidad de contener una hemorragia, curar una herida o incluso inmovilizar una fractura. Por lo que el objetivo era recuperar al paciente hasta su estado funcional y anatómico óptimo.<sup>7</sup>

Sin embargo, la ortopedia moderna se interesa por el estudio de la forma y la función del sistema musculoesquelético. Su acción se enfoca en aquellas afecciones que deforman la arquitectura del cuerpo humano alterando el equilibrio de sus mecanismos, tal como lo es una fractura ya sea abierta o cerrada, que comprometa las extremidades superiores e inferiores del cuerpo humano.<sup>7</sup>

Desde inicios del siglo XX, a nivel mundial ha aumentado la incidencia y el impacto de los traumatismos contusos y penetrantes, lo que se ha convertido en un desafío para la salud pública. Los traumatismos constituyen la cuarta causa principal de muerte en conjunto y la causa principal de muerte en la población de 1 a 44 años.<sup>7</sup>

## **1.2. Mecanismos lesionales**

Existen distintos factores que afectan en la producción de fracturas en general, dentro de estas las de tibia. Los mecanismos lesionales se clasifican en términos generales como contusos o penetrantes. Entre los traumatismos contusos se encuentran las lesiones por aplastamiento (tensión de compresión) haciendo referencia a la fuerza aplicada sobre una estructura fija, pudiendo deformar los tejidos. Las lesiones por cizallamiento, que se refieren a las fuerzas opuestas aplicadas a través de diferentes puntos de una estructura. Las lesiones por una fuerza tensil, provocada por las fuerzas opuestas que traccionan a la misma estructura. Y las lesiones por mecanismos frecuentes o mismos patrones en las cuales se mencionan: colisiones de vehículos de motor, atropellos, caídas, traumatismos pediátricos y traumatismos en la población geriátrica.<sup>8</sup>

Entre los traumatismos penetrantes se encuentran las lesiones por balística en las cuales se encuentran cuatro factores determinantes del daño producido por un proyectil, los cuales son: masa, velocidad de proyectil, fabricación del proyectil, características del vuelo<sup>9</sup>, y las lesiones penetrantes por objetos punzocortantes.<sup>8</sup>

Los mecanismos lesionales mencionados anteriormente son los causantes de fracturas, tanto cerradas como abiertas, incluyendo las fracturas expuestas de tibia, siendo este el hueso más vulnerable por sus características anatómicas, que veremos en el apartado siguiente.

## **1.3. Anatomía pertinente del miembro inferior**

La anatomía de los miembros inferiores se divide en dos componentes funcionales: siendo el primero la cintura pélvica, es decir el anillo óseo conformado por el sacro y los huesos coxales unidos por el pubis anteriormente, y el segundo componente los huesos del miembro inferior libre. Respecto al peso del cuerpo, este se transfiere desde la columna vertebral, por medio de las articulaciones sacroilíacas, hacia la cintura pélvica, transfiriéndolo posteriormente por cada

articulación de la cadera, a él fémur. En bipedestación, para mantener una postura erguida, los fémures se encuentran oblicuamente en el interior de los muslos, así las rodillas están adyacentes y se sitúan debajo del tronco, restituyendo el centro de gravedad hacia los ejes verticales tanto de las piernas como también de los pies.<sup>9</sup>

Respecto a la anatomía en sí de la pierna, se conforma principalmente por dos huesos que contribuyen funcionalmente al soporte del peso corporal. El primer hueso es la tibia que se articula con los cóndilos femorales en su región superior y en su región inferior con el astrágalo. El segundo hueso es el peroné que actúa principalmente como sitio de inserción muscular, y ayuda para la estabilidad talocrural. Estos dos huesos están unidos por una membrana interósea densa, que está compuesta por fibras oblicuas potentes que desciende de la tibia al peroné.<sup>9</sup> La tibia es un hueso largo y grueso de la extremidad inferior que, junto con el peroné, forma el soporte óseo de la pierna, a la que recorre en su parte medial, desde la rodilla hasta el tobillo y sirve de apoyo para el esqueleto.<sup>10</sup>

El hueso de la tibia posee tres bordes: anterior, medial e interóseo; y tres caras: medial, lateral y posterior. La cara medial está cubierta únicamente por tejido celular subcutáneo y piel en toda su longitud, lo cual la hace vulnerable a los mecanismos lesionales y a exposición de la misma.<sup>10</sup>

Una de las articulaciones importantes de la pierna es la tibioperonea, la cual permite movimientos cortos de deslizamiento. Esta articulación resulta de la unión de la cabeza del peroné con la carilla articular de la tibia en su parte superoexterna. Está reforzada por un ligamento anterior y otro posterior, para permitir este movimiento.<sup>10</sup>

#### **1.4. Definición y mecanismos causantes de fracturas**

El trauma mecánico es la causa más común de lesión ósea. Una fractura ocurre cuando una fuerza o carga mecánica aplicada a un hueso de manera repentina o repetida, indirecta o directa, resulta mayor a lo que el propio hueso puede soportar. Una fractura se define como la solución o interrupción de continuidad del tejido óseo en cualquier hueso del cuerpo.<sup>11</sup> Asimismo, los extremos fracturados producen una lesión de las partes blandas circundantes.<sup>11, 12</sup>

Las fracturas pueden originarse en diferentes partes del hueso según los mecanismos que la causen y la cantidad de energía que se disipe en los accidentes. Por ejemplo, el hueso cortical, el cual es encontrado en la diáfisis, es denso, compacto y compuesto por sistemas Haversianos que permite sostener el cuerpo y dar protección a los órganos. Es el más fuerte. De igual manera el hueso esponjoso encontrado en la cavidad medular de la epífisis forma el 20 % del esqueleto; es poroso, trabeculado, posee mayor área de superficie, es el más activo metabólicamente y es

el más débil de ambos. Asimismo, las fracturas pueden extenderse a las articulaciones y generar fracturas intraarticulares. La importancia de conocer la distribución de las fracturas dependiendo su sitio, radica en los resultados probables de los mecanismos de distribución de fuerza, el tiempo necesario para la recuperación, junto a otros factores. <sup>12-14</sup>

## **1.5. Alta y baja energía**

La Asociación para el Estudio de la Fijación Interna (AO por sus siglas en alemán) y la Asociación de Traumatología y Ortopedia (OTA por sus siglas en inglés) clasifica las fracturas en alta y baja energía. Las fracturas de alta energía se refieren a traumatismos que producen fracturas conminutas junto a lesión extensa de partes blandas. Por ejemplo, colisiones de vehículos de motor o traumatismos en los que están involucrados vehículos y peatones. La segunda en fracturas de baja energía refiriéndose a fracturas de hueso esponjoso con baja densidad por caída del propio cuerpo de una persona o atletas. Esta es una lesión que ocurre comúnmente en la población de la tercera edad, influenciada por factores como alteraciones visuales, del equilibrio, demencias, entre otros. Es común que las lesiones de alta energía se den en la diáfisis del hueso y las de baja energía en la epífisis del hueso. Asimismo, las fracturas de alta energía representan un peor pronóstico posterior al tratamiento con respecto a las fracturas de baja energía. <sup>12, 14, 15</sup>

### **1.5.1. Mecanismo y trazos de una fractura**

El mecanismo de una fractura describe como las fuerzas o aceleraciones causadas por una lesión pueden transmitirse a la estructura del hueso. <sup>13</sup> El mecanismo de la fractura va a depender de la dirección y magnitud de la fuerza sobre el hueso, así como la naturaleza y el estrés del hueso afectado, de esta forma, resultar en diferentes tipos de trazos. <sup>11</sup> Se realizó un dibujo para que se pueda visualizar de mejor manera los trazos de una fractura. (Ver imagen 1 en anexos) A continuación se describen los mecanismos y trazos de una fractura:

1. Mecanismo de flexión: mediante este mecanismo se presenta una fractura con tres o más fragmentos, uno de estos en forma de cuña o ala de mariposa. Es el mecanismo más frecuente en los huesos largos. La fuerza actúa en dirección perpendicular al eje mayor diafisiario, aplicado en un extremo del hueso con el otro fijo, o bien en el centro de la diáfisis. El hueso es desplazado de su eje y se incurva. Sucede más comúnmente en los traumatismos directos. <sup>12, 13</sup>

2. Mecanismo de compresión: una compresión pura se da con mayor frecuencia en el hueso esponjoso o epífisis. Una compresión de un hueso largo daría lugar a un trazo oblicuo. Estas lesiones son comunes en pacientes con osteoporosis. <sup>12, 13</sup> Mecanismo torsional: mediante el mecanismo torsional se produce una fractura espiroidal que puede abarcar todo el hueso,

frecuentemente en el hueso de la tibia. Se produce por la aplicación de dos fuerzas de tracción en sentido inverso en torno al eje longitudinal de la diáfisis.<sup>12, 13</sup>

3. Mecanismo de tensión pura o tracción: el hueso se fracturará transversalmente cuando esté sometido a este tipo de fuerza. Es poco frecuente y la mayoría de los casos se presentan en deportistas cuando una contracción muscular produce un arrancamiento o avulsión de la inserción muscular.<sup>12, 13</sup>

4. Mecanismo de cizallamiento: aparece cuando dos zonas vecinas del hueso son sometidas a dos fuerzas en la misma dirección, pero en sentido opuesto, perpendiculares al eje mayor diafisiario.<sup>12, 13</sup>

Según la causa de la lesión, la cantidad de energía que se disipa en un accidente y los mecanismos que causen la fractura, resultará en trazos específicos. Las fracturas de baja energía con distintos mecanismos específicos generarán trazos transversos, espiroidales, oblicuos o fractura en cuña. Mientras que las fracturas de alta energía tienen como resultados mecanismos mixtos, los cuales presentan trazos conminutas (definidos como fracturas que tienen más de dos partes de hueso en el sitio de la fractura<sup>16</sup> o transversos.<sup>14</sup>

## **1.6. Factores que influyen en la aparición de una fractura**

La probabilidad de que ocurra una fractura en un hueso específico depende de una serie de factores que pueden clasificarse como factores extrínsecos o intrínsecos. Que ocurra o no una fractura depende de las tensiones internas desarrolladas dentro del hueso y si estas tensiones exceden el umbral de producción de una fractura.<sup>14</sup>

### **1.6.1. Factores intrínsecos**

Los factores intrínsecos son aquellos que hacen que el hueso responda a las fuerzas externas. Dentro de estos se incluyen las características de estructura, materia y geometría del hueso.<sup>14</sup>

Dentro de las propiedades de la materia del hueso se incluye la elasticidad. El hueso cortical es menos elástico que el hueso trabecular, lo cual hace que el hueso trabecular sea más susceptible a deformidades bajo fuerzas externas.<sup>14, 17, 18</sup>

También se menciona la anisotropía y la fuerza. La anisotropía hace referencia a las diferentes respuestas de fuerzas externas aplicadas en distintas direcciones según las propiedades de la materia, como lo es el hueso. Por ejemplo, los huesos largos tienen una mayor fuerza bajo mecanismos de compresión y menor fuerza en mecanismos de tensión.<sup>14, 19</sup>

La densidad del hueso también es un factor intrínseco. La capacidad de resistencia del hueso también es dependiente de la densidad mineral que presenta. En general, la fuerza es



directamente proporcional a la densidad mineral del hueso. La importancia de este factor radica en considerar las condiciones que puedan alterar la densidad mineral ósea.<sup>14, 20</sup>

El último factor intrínseco es la característica geométrica del hueso. Esta característica afectará en la respuesta a la fuerza aplicada sobre él. Las características geométricas importantes incluyen el radio de la diáfisis interior o exterior, el área de sección transversal o el grosor de la pared cortical de la estructura ósea.<sup>14</sup>

### 1.6.2. Factores extrínsecos

Dentro de los factores extrínsecos se mencionan las características de las fuerzas aplicadas, las cuales fueron mencionadas en los mecanismos causantes de los trazos de una fractura. Dentro de estos factores se encuentran: fuerzas de flexión, torsión, entre otros. La respuesta a la velocidad de carga de la aplicación es otro factor extrínseco; la respuesta del tejido óseo también depende de la velocidad a la que se aplica la carga. Los materiales que dependen del tiempo o la velocidad se denominan viscoelásticos.<sup>14, 21</sup>

Por lo tanto, para que ocurra una fractura debe existir una intervención de factores extrínsecos e intrínsecos. Las características de ambos predispondrán a distintos tipos de fractura en diferentes áreas del hueso con un pronóstico variable. Esta es la importancia de la biomecánica en los mecanismos causales de fracturas.<sup>14</sup>

## 1.7. Fracturas cerradas: definición y clasificación

La fractura cerrada es aquella en la cual la piel suprayacente está intacta y no hay comunicación abierta a través de la piel. La mayoría de las fracturas son cerradas.<sup>22, 23</sup> La AO/OTA hace referencia a la clasificación de Tscherne con respecto a las lesiones de partes blandas para las fracturas cerradas.<sup>12</sup> Esta clasificación ha demostrado que tiene una fuerte correlación con el pronóstico de los pacientes ya que la determinación de la severidad del daño de los tejidos blandos es un componente importante en la evaluación de los pacientes que determinará el mejor tratamiento posible.<sup>24</sup>

Algunas de las fracturas cerradas causadas por fuerzas violentas pueden resultar en destrucción extensa del tejido circundante. La destrucción del tejido blando en las fracturas cerradas puede ser peor que en ciertas fracturas abiertas debido a que involucra un proceso inflamatorio y microvascular que produce hipoxia y acidosis. La clasificación de Tscherne clasifica las fracturas cerradas en cuatro grados, según las lesiones asociadas a partes blandas. Las fracturas cerradas pueden tener una contusión en la piel o no tenerla.<sup>25, 26</sup> (Ver tabla 4 en anexos)

Según la opinión de la experta, Doctora Rita María Tobia Cruz, especialista en ortopedia y traumatología “La importancia de estas lesiones radica en que el daño al tejido blando puede

ser de alto impacto y no evidenciarse a simple vista a diferencia de las fracturas abiertas, y que posteriormente puedan presentar complicaciones”. De acuerdo con la experta, este tipo de fracturas cerradas causadas por un intercambio alto de energía se pueden presentar con daño severo del tejido blando como contusiones de la piel, abrasiones, quemaduras, o separación de la epidermis y podrían resultar en una destrucción extensa del tejido blando circundante provocando la pérdida parcial o total de tejido a pesar de no exhibir una lesión abierta. Los cirujanos ortopédicos deben tratar estas fracturas con evaluación frecuente (como en las fracturas abiertas) para disminuir o evitar las complicaciones.<sup>28, 29</sup>

### **1.8. Fracturas abiertas: definición y clasificación**

Una fractura expuesta o abierta es aquella en la cual el foco de fractura se encuentra directa o indirectamente comunicado con el exterior. Refiriéndose a lesión de partes blandas, desvascularización y desvitalización; con riesgo de necrosis de los tejidos, contaminación; y riesgo de infección de piel, tejido celular subcutáneo y hueso (osteomielitis). Esta última, la complicación más temida de una fractura expuesta.<sup>28</sup> Las fracturas abiertas son emergencias quirúrgicas. Tscherne describió cuatro metas de tratamiento de fractura abierta: la preservación de la vida, preservación de extremidades, prevención de infecciones y preservación funcional.<sup>30</sup>

Las fracturas expuestas comúnmente son resultado de un traumatismo severo o traumatismos de alta energía lo que predispone a un mayor número de complicaciones. Existen distintas clasificaciones para fracturas expuestas en las que se toma en cuenta el tamaño, la severidad y lesión del tejido blando, incluyendo la propia clasificación de la AO/OTA para fracturas abiertas. Sin embargo, por la complejidad de esta, se utiliza mundialmente la clasificación de Gustilo y Anderson propuesta en el año 1976 y redefinida en el año 1984 que permite diferenciar de mejor manera las lesiones más severas. Siendo la de mayor importancia con relación al tema a investigar. Además, AO/OTA usa una clasificación para fracturas abiertas de la piel, una para lesión muscular y otra para lesiones vasculares.<sup>12, 28, 31</sup>

La clasificación de Gustilo y Anderson divide las fracturas abiertas en tres grados (Ver tabla 5 en anexos), permitiendo guiar el tratamiento, predecir el pronóstico clínico y el riesgo de infección<sup>28, 32</sup>, los cuales se mencionan a continuación:

1. **GRADO I:** fractura con trazo simple, herida puntiforme de hasta un centímetro. Las partes blandas suelen estar poco afectadas. Es limpia y está producida por el hueso que rompe la piel. Con un riesgo de infección y osteomielitis de un 2 %.<sup>31-34</sup>
2. **GRADO II:** más de un centímetro. Hay una laceración de las partes blandas, pero todavía se conservan razonablemente, con un grado de contaminación moderado. Con un riesgo de infección y osteomielitis de un 2-10 %.<sup>31-34</sup>

3. **GRADO III:** lesión extensa de las partes blandas de alta energía de 10 centímetros o más. Con trazo complejo de fractura y contaminación severa. Con un riesgo promedio de infección y osteomielitis del 10-50 % según el tipo. Es el más grave, dentro de este grado:
- La lesión permite dar cobertura de tejidos blandos a la fractura.
  - Pérdida de partes blandas y exposición ósea.
  - Es aquel en el que junto a la exposición del hueso hay una lesión vascular que interrumpe la vascularización. Con un riesgo de infección y osteomielitis mayor a 50 %.<sup>12, 31-34</sup>

### 1.9. Factores de riesgo para presentar fracturas

Existen distintas causas que predisponen a una persona a sufrir fracturas y por lo tanto, fracturas expuestas, dentro de estos se encuentran los siguientes:

- Edad avanzada, por disminución de masa ósea y enfermedades crónicas.<sup>35, 36</sup>
- Enfermedades o medicamentos que causen disminución de masa ósea.<sup>35, 37</sup>
- Síndrome metabólico.<sup>38</sup>
- Masa ósea disminuida detectada por medio de densitometría ósea.<sup>35, 36</sup>
- Sexo femenino, particularmente en la menopausia.<sup>36</sup>
- Antecedentes personales de fracturas previas, por traumatismos menores.<sup>36</sup>
- Antecedente de familiares en primer grado con historia de fracturas múltiples.<sup>36</sup>
- Pacientes con uso de corticoides en forma prolongada.<sup>35, 36</sup>
- Uso de inhibidores de bomba de protones.<sup>37</sup>
- Poliartritis reumatoide crónica.<sup>36</sup>
- Índice de masa corporal menor a 20.<sup>37</sup>
- Baja ingesta de calcio.<sup>39</sup>
- Deficiencia de vitamina D.<sup>39</sup>
- Enfermedades neuromusculares.<sup>36</sup>
- Inmovilización prolongada (más de 3 meses).<sup>36</sup>
- Menopausia precoz (antes de los 40 años).<sup>36</sup>
- Tabaquismo (más de 10 cigarrillos por día).<sup>36, 40</sup>
- Embarazo.<sup>1, 41</sup>

---

<sup>1</sup> La masa ósea podría disminuir debido a la alta demanda de calcio durante el embarazo, o podría aumentar debido a mayores niveles de estrógeno en el tercer trimestre del embarazo, lo que conduce a una mayor absorción de calcio intestinal, aumento de carga a los huesos debido al aumento de peso, así como a la disminución de las demandas físicas de un embarazo.

Asimismo, la causa principal de fracturas expuestas son los accidentes de tránsito seguida por la violencia. Sin embargo, hay factores que aumentan el riesgo de una fractura expuesta. A continuación, se listan estos factores:

- Edad productiva entre 20-40 años predispone a fracturas expuestas de tibia. <sup>36, 40</sup>
- Sexo masculino en edad productiva. <sup>42</sup>
- Accidentes laborales y domésticos. <sup>40</sup>
- Práctica de deportes extremos (contribuyen a la creciente aparición de fracturas expuestas de tibia). <sup>40</sup>
- Población que conduce vehículos de motor de alta velocidad y motocicletas. <sup>40</sup>
- Alcoholismo. <sup>43</sup>

Varios estudios indican que causa principal de fracturas expuestas y los factores de riesgo asociados no varían según el tipo de población a nivel mundial.

### **1.10. Fracturas de tibia**

Las fracturas de tibia son las fracturas más comunes de los huesos largos. La mayoría de estas fracturas están asociadas a lesiones abiertas debido a una envoltura limitada de tejidos blandos y a su localización superficial que las hace susceptibles a pérdida ósea.<sup>44-47</sup> Los traumatismos causados por el tránsito son una causa común de fracturas expuestas de tibia que están asociadas con una mayor morbilidad y mortalidad.<sup>47</sup>

### **1.11. Epidemiología y frecuencia del evento**

Aproximadamente seis millones de fracturas expuestas ocurren anualmente en los Estados Unidos de América, y la tasa puede variar de 8.1 a 37.0 por cada 100 000 habitantes en un año. Las fracturas expuestas de tibia en un año corresponden al 25 %. <sup>47-49</sup>

Court-Brown C, Bugler K, Clement N, Duckworth A, McQueen M.<sup>50</sup> en su estudio publicado en el 2012 titulado “*The Epidemiology of Open Fractures in Adults. A 15-year review*” evaluaron 2 386 fracturas expuestas durante un periodo de 15 años. Únicamente especifican criterios de elegibilidad para su estudio y utilizan toda su población para la realización del estudio. Según el estudio, las fracturas expuestas asociadas a traumatismos de alta energía son más comunes en hombres en un 69.1 %, con un promedio de edad de 40.8 años en hombres y 56 años en mujeres. Sin embargo, la mayor incidencia se presenta en el rango de edad de 15 a 19 años en el sexo masculino con tendencia decreciente al aumentar la edad, en contraste con el sexo femenino en el cual la incidencia es directamente proporcional a la edad. Únicamente el 62.8 % presenta fracturas expuestas aisladas de miembro inferior, por lo que se puede concluir que estas lesiones están relacionadas a otro tipo de heridas y traumatismos. El 26.8 % son fracturas expuestas grado

III según la clasificación de Gustilo y Anderson; del grupo de fracturas expuestas de tibia, el 44.6 % corresponde al grado III. Por último, los traumatismos de alta energía son el mecanismo causante más común de las fracturas expuestas de tibia

Schade A, Hind J, Khatri C, Metcalfe A, Harrison W.<sup>47</sup> publicaron un estudio titulado “*Systematic Review of Patient Reported Outcomes from Open Tibia Fractures in Low and Middle Income Countries*” publicado en el año 2015 con el objetivo de describir la discapacidad después de sufrir una fractura expuesta de tibia. Utilizaron una muestra aleatorizada simple, con un coeficiente de confiabilidad del 96 % y 4 % de error. En el estudio menciona que la media de edad de pacientes que presentaron fracturas expuestas de tibia en países de bajo y mediano ingreso fue de 35 años y el 86 % fueron hombres. El 31 % correspondieron al grado I de la clasificación de Gustilo y Anderson, 28 % al grado II, 19 % al grado IIIA, 17 % al grado IIIB y 5 % al grado IIIC. Asimismo, menciona que únicamente un estudio reportó el impacto económico en el cual el 100 % de los pacientes trabajaban y únicamente el 20 % trabaja a los 12 meses de seguimiento posterior al evento.

Según Tissingh E, Memarzadeh A, Queally J, Hull P.<sup>51</sup> en su estudio de cohorte titulado “*Open Lower Limb Fractures in Major Trauma Centers*” publicado en el año 2017 estudian los costos aproximados del tratamiento de los pacientes utilizando un muestreo no probabilístico, con un coeficiente de confiabilidad del 94 % y 6 % de error. Asimismo, presentan una frecuencia de 41 fracturas expuestas del miembro inferior donde el 72 % eran hombres y el 28 % mujeres con una media de edad de 40 años. Clasificaron las fracturas según la clasificación de Gustilo y Anderson en donde los grados I, II y IIIA se catalogaban como leves, las cuales tuvieron una frecuencia de 31 % y las de grado IIIB y IIIC eran catalogadas como severas las cuales tuvieron una frecuencia de 69 %. Este estudio es el primero en calcular los costos directos del tratamiento hospitalario de las fracturas abiertas de miembros inferiores en un centro mayor de trauma destacando la necesidad de estrategias de ahorro de costos y de una remuneración adecuada.

Según el estudio de Weber C, Hildebrand F, Kobbe P, Lefering R, Sellei R, Pape H.<sup>52</sup> titulado “*Epidemiology of Open Fractures in Population-Based Database: Update on Current Risk Factors and Clinical Implications*”, publicado en el año 2018 se identificaron 148 498 pacientes con fracturas de tibia, en un período de 12 años utilizando un muestreo no probabilístico. Se incluyeron únicamente 4 940 participantes en el estudio con los resultados siguientes: 2 940 pacientes (59.5 %) dentro del grupo de fracturas expuestas de tibia, resultado de un trauma de alta energía relacionado con accidentes peatonales, accidentes de vehículos de motor y motocicletas, lesiones relacionadas a bicicletas, caídas y otros mecanismos menos comunes. Los accidentes en motocicletas fueron los predominantes. Según la clasificación de Gustilo y

Anderson, se encontraron 1 450 pacientes (49.3 %) grado I, 809 (27.5 %) grado II y 681 con fracturas expuestas (23.2 %) grado III.

En nuestro medio, López M.<sup>53</sup> presenta un estudio cuantitativo, retrospectivo y transversal realizado en el Hospital General San Juan de Dios con el objetivo de describir el perfil epidemiológico y clínico de los pacientes con lesiones de extremidades secundarias a accidentes en motocicleta, atendidos en el departamento de emergencia de adultos del mismo hospital durante el periodo de junio y julio del 2017. Su tipo de muestreo fue no probabilístico, con un coeficiente de confiabilidad del 95 % y 5 % de error, con una muestra total de 174 pacientes. Asimismo, encontró que la mayoría de los casos son pacientes masculinos, en el rango de 15 a 19 años, diestros y conductores. También las lesiones correspondieron a extremidades inferiores con un 53 %, de tipo contusión en la pierna como resultado de accidentes de tipo choque ocurrido en la calle. La severidad de la lesión fue en su mayoría de nivel moderada a severa.

Según López D.<sup>54</sup> en su tesis de grado, presenta un estudio retrospectivo, cuantitativo, descriptivo y transversal sobre las fracturas expuestas del miembro inferior por accidentes de motocicleta en el periodo del año 2012 al 2017, en el Hospital General de Accidentes “El Ceibal”. Asimismo, utilizó un muestreo aleatorio simple, con un coeficiente de confiabilidad del 95 % y 5 % de error. Encontró que la media de edad fue de 35.77 años, con predominio del sexo masculino en un 95.4 %, en donde el miembro inferior izquierdo fue el predominante con un 58.62 %. El área afectada con mayor frecuencia fue el área de la pierna con un 43.27 %, y según la clasificación de Gustilo y Anderson, el grado II fue el más encontrado con un 30.77 %, seguido por el grado III A con un 28.85 %.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>1</sup> los traumatismos son una epidemia en países en vía de desarrollo, ocasionan más de cinco millones de muertes al año, y para el año 2020 se calcula que constituyan el 20 % de los problemas en salud a nivel mundial. Luego de exponer los resultados anteriores de distintos estudios, se puede evidenciar que las fracturas expuestas de tibia son comúnmente resultado de traumatismos de alta energía, de los cuales se pueden mencionar: los accidentes automovilísticos, accidentes involucrando ciclistas, accidentes de vehículos de motor y peatones. Las fracturas expuestas de tibia ocurren en el rango de edad de la población económicamente activa lo cual representa un problema de salud pública para la población de cualquier país incluyendo la población guatemalteca; ya que en Guatemala se registraron en el año 2018, 2 722 accidentes de tránsito en los que se ven afectados distintos tipos de vehículos con 3 085 lesionados únicamente para el departamento de Guatemala.<sup>5</sup>

## **11.12. Tipo de fracturas de tibia**

### **1.12.1. Clasificación AO/OTA**

La AO/OTA utiliza una clasificación alfanumérica de las fracturas con respecto al hueso, localización y trazo. El primer número hace referencia al hueso, la tibia corresponde al número cuatro. El segundo número corresponde al segmento del hueso, en la cual el número uno corresponde al segmento proximal, el dos al segmento diafisario y el tres al segmento distal del hueso. La letra corresponde al tipo o trazo de fractura según su localización, la cual podría tener subdivisiones. La AO/OTA también hace referencia a fractura articular la cual se define como una fractura de trazo lineal, con aplastamiento de la zona superior, con riesgo de destrucción de la articulación.<sup>12</sup>

#### **1.12.1.1. Segmento proximal**

Dentro del segmento proximal de la tibia o segmento 41 según la clasificación de AO, existen tres subdivisiones: 41A que se refiere a una parte extraarticular, 41B a una parcialmente articular y 41C que es una fractura completamente articular.<sup>12</sup>

#### **1.12.1.2. Segmento diafisario**

Dentro del segmento diafisario de la tibia, expresado como 42 según la clasificación de la AO/OTA, existen tres subdivisiones: 42A que es una fractura simple en las cuales podemos encontrar las fracturas espirales, oblicuas cuando el grado de fractura es mayor a 30 grados y transversa cuando el grado es menor a 30 grados. 42B que significa una fractura en cuña, la cual puede ser intacta o fragmentaria. Por último, la 42 C que se refiere a una fractura multifragmentaria, la cual puede ser con un segmento intacto o fragmentario. De todas estas lesiones, se pueden clasificar en: el tercio proximal, medio o distal de la diáfisis de la tibia.<sup>12</sup>

#### **1.12.1.3. Segmento distal**

Las fracturas del segmento distal de la tibia representado por el número 43 comprende tres tipos. El tipo extraarticular o tipo 43A, el tipo parcialmente articular o 43B y el tipo articular completo o 43C.<sup>12</sup>

#### **1.12.1.4. Segmento maleolar**

Las fracturas del segmento maleolar de la tibia expresado como segmento 44 según la clasificación de la AO/OTA se dividen en tres tipos. El tipo 44A que corresponde a una lesión infrasindesmótica de la tibia la cual a su vez se divide en tres lesiones distintas: lesión fibular aislada, con una fractura medial maleolar y con una fractura posteromedial.<sup>12</sup>

El tipo 44 B, en el cual existe una lesión fibular transindesmótica, se divide en tres lesiones según su área: fibular aislada, con una lesión medial, y con una lesión medial y fractura del borde posterolateral o fragmento de Volkmann.<sup>12</sup>

Por último, el tipo 44 C o lesión suprasindesmótica de la fíbula en las cuales no hay lesión ósea de la tibia.<sup>12</sup>

Las fracturas expuestas de tibia son las más comunes de este grupo a nivel mundial debido a las características anatómicas ya mencionadas anteriormente, por lo que radica su importancia en el manejo terapéutico de las mismas, el cual se discutirá en el capítulo siguiente. Se abordan temas como el manejo en la emergencia, la fijación ósea a utilizar, terapia antibiótica y el tratamiento quirúrgico de los tejidos blandos según el grado de exposición de las fracturas expuestas.





# **CAPÍTULO 2. MANEJO TERAPÉUTICO INICIAL Y POSTERIOR DE FRACTURAS EXPUESTAS DE TIBIA EN ADULTOS EN HOSPITALES DE TERCER NIVEL DE ATENCIÓN NIVEL MUNDIAL.**

## **SUMARIO**

- Tratamiento de fracturas expuestas de tibia
- Principios generales
- Cirugía ortopédica y reconstructiva
- ATLS pertinente para fracturas expuestas de tibia
- Tratamiento antibiótico
- Irrigación
- Control de daños versus tratamiento total temprano
- Tratamiento quirúrgico
- Lavado y desbridamiento como manejo quirúrgico inicial
- Fijación ósea
- Cobertura de tejidos blandos en fracturas expuestas de tibia
- Guías de práctica clínica basada en evidencias en Guatemala

En este capítulo se describe el manejo terapéutico hospitalario por pasos de las fracturas expuestas de tibia en adultos a nivel mundial. Se expone el manejo inicial, y el posterior junto a los pilares del tratamiento.

## **2.1 Tratamiento de fracturas expuestas de tibia**

### **2.1.1 Principios generales**

Las fracturas expuestas de tibia se consideran emergencias en las cuales el procedimiento quirúrgico está indicado. Las técnicas utilizadas actualmente por los cirujanos plásticos y ortopédicos reconstructivos que conforman el equipo ortopédico han sido efectivas para salvar las extremidades. Estas técnicas incluyen el manejo avanzado de fracturas, reconstrucción ósea y reconstrucción de tejidos blandos que tienen forma y función como las principales prioridades.<sup>6</sup> Avanzar en estas técnicas quirúrgicas y mejorar la toma de decisiones, ayuda a mejorar la función y calidad de vida en el paciente con una extremidad en riesgo. El futuro a largo plazo de la cirugía ortopédica en el rescate de extremidades estará influenciado en gran medida por el éxito de distintos tipos de alotransplante y la tecnología protésica.<sup>6</sup>

Las fracturas expuestas representan las lesiones que comunican la fractura con el medio ambiente. Por esta razón, se debe dar tratamiento a todas las estructuras afectadas para lograr restaurar y preservar las funciones vitales, prevenir el desarrollo de infecciones, restaurar la anatomía y la unión ósea, restaurar la función de los miembros y recuperar la función física y psicosocial óptima de la persona.<sup>29</sup> Los factores que intervienen en el pronóstico de los pacientes son: la cantidad de desplazamiento inicial de la fractura, el grado de conminución, grado de contaminación, el desarrollo de infección y la gravedad de la lesión de los tejidos blandos.<sup>55</sup>

Como principio general, se debe realizar lo siguiente: evaluación primaria, estabilización del paciente según los principios del Apoyo Vital Avanzado en Trauma (ATLS por sus siglas en inglés), evaluación secundaria determinando la profundidad y el daño a los tejidos blandos, tratamiento antibiótico profiláctico, lavado y desbridamiento de la herida, irrigación de la herida, estabilización de la fractura y cierre de la herida.<sup>56</sup> Entre más temprano el paciente con una fractura expuesta de tibia reciba antibiótico profiláctico, y llegue a un centro de traumatología apropiado, mejores los resultados que se obtendrán.<sup>57, 58</sup>

### 2.1.2. Cirugía ortopédica y reconstructiva

Existe un número limitado de procedimientos reconstructivos para la cubierta de partes blandas que se pueden estructurar con la cirugía ortopédica reconstructiva. La cirugía ortopédica fusiona conceptos y técnicas comunes de la traumatología y en la cirugía plástica. La complementariedad de ambas especialidades es el único camino para dar un tratamiento de excelencia a las lesiones de las extremidades, ya que incluye el manejo de las lesiones nerviosas y a los defectos complejos de tejido óseo, tejidos blandos y a las amputaciones. También se usan técnicas como la microcirugía vascular y nerviosa.<sup>59</sup>

### 2.1.3. ATLS pertinente para fracturas expuestas de tibia

Debido a que la mayoría de las fracturas abiertas de tibia son causadas por un trauma severo, la incidencia de otras lesiones en el área del cuerpo es alta. Estas lesiones incluyen otras fracturas, traumatismos craneoencefálicos, y traumatismos contusos abdominales y torácicos.<sup>55</sup> Por a esta razón, los pacientes con fractura expuesta de tibia requieren una evaluación completa del trauma por lo que los médicos deben estar familiarizados con el protocolo del ATLS en el que se debe evaluar la condición del paciente de forma rápida y precisa, reanimar y estabilizar a los pacientes, determinar si las necesidades de los pacientes exceden los recursos de la instalación, organizar adecuadamente la transferencia intrahospitalaria o interhospitalaria del paciente y asegurarse que se brinde una atención óptima en todo el tiempo del tratamiento.<sup>49, 60</sup>

La realización de una evaluación exhaustiva del paciente, la aplicación de pruebas de diagnóstico rápido y la utilización temprana de los recursos es vital para garantizar resultados óptimos en pacientes con lesiones traumáticas graves.<sup>60</sup>

Se recomienda que los cursos ATLS sean enseñados a todos los médicos que participan en la gestión de múltiples pacientes con trauma, ya que existe un alto impacto positivo documentado de los cursos ATLS en el conocimiento cognitivo, habilidades prácticas y toma de decisiones críticas.<sup>61</sup>

### 2.1.3.1. Evaluación inicial y secundaria

Una encuesta primaria estructurada y realizada sistemáticamente es la base para la evaluación inicial del paciente con trauma. La encuesta primaria utiliza un mnemotécnico para las prioridades de manejo secuencial de las vías respiratorias o aéreas, la respiración, la circulación, discapacidad y exposición del paciente (ABCDE por sus siglas en inglés). La encuesta ABCDE debe repetirse con frecuencia y siempre que cambie el estado de un paciente, y dar un tratamiento dirigido para cualquier alteración encontrada en esta secuencia con el fin de identificar cualquier amenaza contra la vida y estabilizar al paciente.<sup>60, 62, 63</sup>

La encuesta secundaria se produce después de completar la encuesta primaria y cuando las funciones vitales del paciente están mejorando. La encuesta secundaria implica un examen de pies a cabeza y documentar todos los hallazgos anormales, al mismo tiempo en que se protege al paciente de la hipotermia. La encuesta secundaria utiliza un mnemotécnico obtenido de la historia del paciente o cualquier familiar en el cual se evalúan alergias, medicamentos, Antecedentes (enfermedades y embarazo) y los eventos relacionados al traumatismo (AMPLE por sus siglas en inglés), dicha información junto a un examen físico detenido de manera cefalocaudal determinará el tratamiento que el paciente debe recibir.<sup>60</sup>

### 2.1.3.2. Trauma musculoesquelético

Según el ATLS, el trauma musculoesquelético se evidencia e identifica en la evaluación primaria o secundaria de los pacientes traumatizados realizando un examen físico completo, exponiendo y desnudando completamente a los pacientes. Las heridas musculoesqueléticas pueden representar amenazas contra la vida y contra los mismos miembros afectados.<sup>60</sup>

La evaluación inicial del trauma musculoesquelético está destinada a identificar aquellas lesiones que plantean una amenaza a la vida y las extremidades. Las lesiones musculoesqueléticas potencialmente mortales deben ser puntualmente evaluadas y gestionadas, reconociendo las lesiones arteriales causantes de hemorragias, amputaciones traumáticas, síndrome compartimental, fracturas expuestas y lesiones de aplastamiento. La evaluación neurovascular debe ser realizada lo más pronto posible, antes y después del tratamiento.<sup>60</sup>

Conocer el mecanismo de la lesión y la historia del evento causante puede guiar a los médicos a sospechar de lesiones asociadas. La inmovilización temprana de fracturas y luxaciones puede prevenir complicaciones graves. Los estudios de imagen, incluyendo los rayos-x deben realizarse en todos los pacientes, y pueden realizarse en cualquier momento dependiendo del estado el paciente y el criterio del médico tratante.<sup>60</sup>

#### 2.1.4. Tratamiento antibiótico

La destrucción de tejido en fracturas expuestas como resultado de lesiones de alta energía son heridas complejas que aumentan el riesgo de infección de herida o no unión ósea. La prevención de la infección es uno de los objetivos principales en el tratamiento de las fracturas expuestas. La contaminación de las fracturas expuestas puede ocurrir por microorganismos infectantes o incluso por la introducción de cuerpos extraños al momento del evento. El grado I tiene un riesgo de infección de 0 a 2 %, el grado II de 2 al 10 % y el grado III del 10 al 50 %. También se deben tomar en cuenta todos los factores de riesgo del paciente.<sup>56, 57</sup>

Para lograr un tratamiento adecuado con un pronóstico favorable para los pacientes, se debe dar una administración rápida de antibióticos sistémicos en todos los pacientes junto a la vacuna antitetánica. También está descrito el uso de antibióticos locales en casos selectos, como heridas severas, a pesar de que esta acción tiene controversia. Aunque existen estudios que demuestran una disminución de las tasas de infección, sigue existiendo la necesidad de estudios clínicos controlados para generar una evidencia significativa. Sin embargo, la práctica del uso de antibióticos locales genera altas dosis locales de antibióticos con concentraciones bajas de antibióticos sistémicos.<sup>34, 57, 64</sup>

La administración rápida de antibióticos es el principio clave para la disminución del riesgo de infección de las fracturas expuestas junto a un lavado y desbridamiento adecuado. Entre más temprano son recibidos los antibióticos, mejor el resultado. Pero no se debe pensar que, por la ayuda de los antibióticos, el tratamiento quirúrgico puede retrasarse. Además, los antibióticos sistémicos no son un sustituto de un desbridamiento adecuado.<sup>57</sup> El uso de antibióticos se debe catalogar como tratamiento en lugar de profilaxis debido a que la mayoría de las fracturas expuestas, entre un 50 y 75 %, están contaminadas antes del desbridamiento inicial.<sup>65</sup> El rol de los antibióticos en la reducción de la tasa de infección es de un 13.9 % a un 2.3 % y fue demostrada en 1983 por Patzakis et al, quienes reportaron que el retraso en la administración de antibióticos mayor a tres horas está relacionado con la elevación de riesgo de infección.<sup>56, 66</sup> Lack, et al., demostraron en un estudio retrospectivo de 137 fracturas expuestas de tibia grado III, que la administración de antibióticos posterior a 66 minutos después del evento representa un riesgo independiente para infección con un *odds ratio* de 4.<sup>65</sup>

Las especies de *Staphylococcus* y las bacterias aeróbicas gram negativas son responsables de la mayoría de las infecciones. Las bacterias gram positivas predominan en las lesiones de bajo grado, mientras que existe un aumento en la proporción de infecciones en fracturas de alto grado por microorganismos gram negativos. Por esta razón, se debe dar cobertura antibiótica para gram positivos a todos los grados de fractura y adicionar cobertura para

gram negativos en las fracturas grado III. La monoterapia con una cefalosporina de primera generación o fluoroquinolonas es común para el tratamiento de las lesiones grado I y grado II. Se añade aminoglucósidos a las cefalosporinas de primera generación para las fracturas grado III. Si se tiene sospecha de contaminación de la herida con especies de *Clostridium*, en el caso de una lesión que ocurrió en granjas o tuvo contacto con aguas negras, se debe agregar penicilina cristalina en altas dosis o metronidazol.<sup>7, 67</sup>

La duración del antibiótico es causa de controversia, se recomienda 72 horas de administración de antibióticos, aunque otros autores proponen una administración de 24 horas posterior al cierre de la herida.<sup>64</sup> La guía de la asociación británica de ortopedia (BOA) recomienda una administración de 24 a 48 horas de antibióticos para fracturas grado I, y para grado II y III un máximo de 72 horas luego del evento inicial mientras se interviene para lograr la cobertura cutánea. Así mismo, recomienda el inicio de antibióticos intravenosos idealmente dentro de la primera hora posterior al evento.<sup>33, 57, 68</sup> No existe evidencia estadísticamente significativa que indique que prolongar el tiempo de tratamiento antibiótico sistémico a más de 72 horas represente un beneficio, ya que la efectividad del tratamiento es la misma.<sup>64, 69, 70</sup>

Obremsky et al<sup>33</sup>, reportó que el 86 % de miembros de la OTA mencionan que el tiempo óptimo para la administración del antibiótico sistémico debe ser menor a una hora. Los aminoglucósidos, sin importar el índice de nefrotoxicidad, deben utilizarse como tratamiento y la administración del antibiótico sistémico debe continuar por más de 48 horas.

Se puede concluir que la administración rápida de antibióticos, menor a una hora después de ocurrido el evento es uno de los factores más influyentes en el pronóstico y calidad de vida de los pacientes ya que disminuye la tasa de infección, no unión y otras complicaciones a largo plazo. La administración de terapia antibiótica debe darse por al menos 72 horas según su grado y se debe procurar el cierre o cubierta cutánea temprana según el grado de contaminación de la herida como se discutirá en apartados posteriores.

#### 2.1.5. Irrigación

Todos los pacientes que presentan fracturas expuestas de tibia requieren irrigaciones copiosas urgentes.<sup>71</sup> La irrigación es parte del tratamiento de una fractura expuesta que disminuye el riesgo de infección ya que remueve el inóculo bacteriano y cuerpos extraños mediante fuerza mecánica. Se define como el paso del líquido a través de un tubo, con el objetivo de lavar una cavidad del cuerpo. Existen pocos datos sobre cuál es el volumen adecuado que se debe utilizar para irrigar una herida por fractura expuesta, pero se sabe que su eficacia es directamente proporcional a la cantidad de líquido irrigado. Normalmente las bolsas para irrigación suelen contener tres litros de líquido, por lo que se recomienda utilizar una bolsa (tres

litros) para las fracturas expuestas de grado I, dos bolsas (seis litros) para grado II y tres bolsas (9 litros) para grado III. <sup>68, 72</sup>

La irrigación es una parte esencial en el manejo de la herida, por lo que la irrigación a presión pulsátil ha probado su efectividad en la remoción de las partículas y en la disminución del conteo de bacterias en el campo de una herida. Es una forma de desbridamiento mecánico. Existe controversia con respecto a la elección de la presión de riego y la solución a utilizar. La irrigación a alta presión puede ser más efectiva que la presión baja en la eliminación de partículas y bacteria, pero a expensas del daño óseo y el retraso en la curación del hueso. Por otro lado, la baja presión puede evitar el daño óseo y acelerar la curación, con una eliminación menos efectiva de material extraño y bacterias.<sup>73</sup> El daño óseo macroscópico que provoca la irrigación a alta presión pulsátil es significativamente mayor que con lavado pulsátil a baja presión o irrigación manual ya que interfiere con la actividad osteoblástica y en los mecanismos de reparación del tejido óseo; por esta razón, actualmente se practica la irrigación de heridas mediante la fuerza de gravedad, ya que no existe diferencia en las tasas de reintervención independientemente de la presión de riego; esta es una alternativa aceptable y de bajo costo para la irrigación de fracturas abiertas de tibia. <sup>73, 74</sup>

Para la irrigación, se utiliza solución salina estéril con o sin aditivo. Los aditivos existentes pueden dividirse en tres categorías generales: antisépticos como polividona yodada (Betadine), gluconato de clorhexidina y hexaclorofeno; antibióticos como bacitracina; y jabones, que actúan eliminando agente infeccioso (en lugar de destruirlos).<sup>72</sup> El ensayo FLOW fue un estudio multicéntrico, aleatorizado y controlado en el 2016 que informó y apoyó el uso de solución salina de baja presión para el riego de fracturas abiertas ya que no existe diferencia entre el uso de solución salina con aditivos o sin aditivos con respecto al riesgo de infección. Este es actualmente el estándar de tratamiento en las pautas de la Asociación Británica de Cirugía Plástica Reconstructiva/Asociación Británica de Ortopedia (BAPRAS/BOA por sus siglas en inglés). <sup>68, 73</sup>

#### 2.1.6. Control de daños versus tratamiento total temprano

Durante el transcurso del tiempo, se han visto cambios en el tratamiento de los ortopedistas en los casos de fracturas expuestas. Aproximadamente en los años ochenta, el tratamiento total temprano era practicado; donde la fijación ósea definitiva se lograba en la operación inicial, dentro de las 24 horas después del traumatismo. Se pensaba que ofrecía mejor control del dolor y permitía una movilización temprana y fisioterapia. Se disminuían los riesgos y complicaciones postoperatorias como las relacionadas con el sistema respiratorio. La mortalidad se redujo en ciertos estudios, se redujo el embolismo graso y el distrés respiratorio en los pacientes que se sometían a una fijación ósea definitiva dentro de las primeras 24 horas. <sup>57, 75</sup>

Sin embargo, este tratamiento no proporcionó resultados positivos en todos los casos en los pacientes con traumatismos múltiples, trauma craneoencefálico y trauma de tórax. Generó riesgo de complicaciones por procedimientos quirúrgicos mayores como hipotermia, coagulopatía, o inestabilidad hemodinámica. Por lo que se evidenció que todos los efectos secundarios de una fijación ósea retardada fueron compensados al mejorar el estado hemodinámico de los pacientes. Se comenzó a utilizar fijadores externos para minimizar el tiempo operatorio, pérdida de calor y pérdida sanguínea, reduciendo potencialmente una injuria secundaria, especialmente al cerebro y pulmones permitiendo que el paciente fuera transferido a la unidad de cuidados intensivos. De esta manera permitir la estabilidad fisiológica antes de ser llevados a sala de operaciones para la estabilización definitiva, esto se denomina un método de control de daños.<sup>57, 75</sup>

Se consideró la fisiopatología de los pacientes como respuesta al trauma y la razón por la cual el método de control de daños podía ser posible. El insulto inicial al cuerpo se denomina “primer golpe”, todas las intervenciones subsecuentes, que a menudo son quirúrgicas, se denominan “golpe secundario”. El primer golpe activa la cascada inflamatoria y produce un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS) que lleva a una activación de la cascada de coagulación y del sistema de complemento. Si se daba un tratamiento temprano total, que conlleva a una pérdida sanguínea mayor, hipotermia potencial y acidosis metabólica, conduce a una agregación fisiológica del insulto que podría llevar a un SIRS exagerado iatrogénicamente. Por esta razón se considera el tratamiento de control de daños en pacientes politraumatizados. El estado hiperinflamatorio puede durar entre cuatro o cinco días, luego ocurre una respuesta de compensación antiinflamatoria normal (CARS por sus siglas en inglés) aproximadamente en el día diez. Cuando el golpe secundario es realizado antes de los días cuatro o cinco, un SIRS exagerado es esperado, por lo que la ventana de oportunidad quirúrgica para la estabilización definitiva se da una vez que ha cedido la inflamación inicial alrededor de los días cuarto o quinto, pero antes de la inmunosupresión relativa que ocurre con el CARS, esta ventana de oportunidad se da entre los días quinto y decimo aproximadamente, por lo que se realizó un dibujo para visualizar de mejor manera lo explicado anteriormente (Ver imagen 2 en anexos)<sup>57, 75</sup>

De cualquier forma, existirá una respuesta inflamatoria en el golpe secundario con el método de control de daños, pero su efecto será mucho menor. Permitirá al paciente disminuir el SIRS inicial y prevenir un síndrome de disfunción multiorgánica. El método de control de daños tiene un rol mayor en pacientes severamente traumatizados, en donde la hemorragia está implicada; también en situaciones de fracturas expuestas altamente contaminadas o de alta energía donde el desbridamiento es necesario. El tratamiento total temprano tiene un rol en pacientes estables. El documento citado propone un algoritmo según el puntaje de severidad de



la lesión (ISS) (Ver imagen 3 en anexos) y según la condición del paciente las cuales son: estable (fractura con o sin politraumatismo, pero sin trauma torácico), pacientes “borderline” (politraumatismo con trauma torácico y un ISS mayor a veinte puntos), paciente inestable (politraumatismo con trauma torácico en condiciones críticas) y paciente “in extremis” (con disfunción cardiorrespiratoria).<sup>57, 75</sup> (Ver imagen 4 en anexos)

El estado fisiológico del paciente nos permitirá decidir el mejor tratamiento a seguir para poder obtener el mejor resultado y la menor tasa de complicaciones posibles. Se pretende dar una estabilización definitiva a los huesos largos en la mayoría de los casos dentro de 36 horas con una adecuada respuesta fisiológica al trauma y resucitación siempre y cuando los casos lo permitan. Si esto no es posible, el método de control de daños es buscado.

## **2.2. Tratamiento quirúrgico**

### **2.2.1. Lavado y desbridamiento como manejo quirúrgico inicial**

Todas las fracturas expuestas deben ser llevadas a sala de operaciones para lavado y desbridamiento de tejidos no viables. El lavado permite eliminación de contaminación macroscópica como microscópica. El desbridamiento permite el retiro de todo tejido no viable que posteriormente puede convertirse o aumentar el riesgo de infección, rechazo de tejido o injertos, riesgo de no unión, síndrome compartimental, etc. El procedimiento de Lavado y desbridamiento es uno de los pilares del tratamiento de fracturas expuestas de tibia que influyen en el pronóstico de los pacientes, junto con la administración temprana de antibióticos, fijación ósea y cobertura cutánea.<sup>57, 64, 76</sup>

El desbridamiento correcto es la parte más difícil del tratamiento de las fracturas expuestas y debe realizarse por personal calificado. La Doctora Rita Tobia menciona que el error más común es un desbridamiento inadecuado el cual puede predisponer a complicaciones posteriores. Existe una corriente que promueve el desbridamiento radical el cual da la seguridad de no dejar ningún tejido no viable posterior al desbridamiento inicial y disminuir el riesgo de complicaciones por esta razón, pero se podría cometer el error de desbridar tejido viable que posteriormente pueda ser causa de otras complicaciones. Por otro lado, existe otra corriente que promueve los desbridamientos recurrentes, en los cuales se puede llevar al paciente a una segunda o tercera evaluación y completar el desbridamiento. Esta perspectiva permite retirar únicamente el tejido que no es viable y se practica en casos de heridas con contaminación severa, pero tiene como consecuencia, mayor número de procedimientos quirúrgicos, retraso en los procedimientos de reconstrucción de cubierta cutánea y mayor tiempo de estancia hospitalaria que podría resultar en infecciones nosocomiales.<sup>64, 68</sup> Actualmente no existe una guía objetiva que determine cuando

una herida está en condiciones para el cierre, por lo que depende de la experiencia del médico tratante.<sup>76</sup>

El tiempo ideal de desbridamiento también es un tema de controversia. Entre más severo sea el grado de fractura, mayor riesgo de infección por lo que debería ser prioritario el desbridamiento temprano. Estudios y guías anteriores promovían que el desbridamiento inicial debería realizarse en un tiempo menor a 6 horas. Sin embargo, nuevos estudios demuestran que el tiempo de realización del desbridamiento no influye en los resultados de infección superficial, infección profunda o riesgo de no unión. Por otro lado, la severidad de la lesión, un desbridamiento inadecuado y factores propios del paciente si influyen de manera negativa en el pronóstico del tratamiento.<sup>77-79</sup> Debido a esto, debe tenerse en cuenta la severidad de la lesión, el grado de contaminación, el estado del paciente para que los pacientes puedan ser llevados al primer lavado y desbridamiento.<sup>64</sup>

La evaluación inicial junto al desbridamiento debe realizarse lo más pronto posible, idealmente dentro de las primeras seis horas después del traumatismo para disminuir la contaminación bacteriana y no retrasarse por más de 24 horas. Sin embargo, para que el procedimiento sea adecuado, es preferible que el desbridamiento sea realizado por un equipo experimentado en la mañana siguiente en los casos que se presenten durante la noche.<sup>27</sup> Todo el tejido no viable debe ser removido; incluyendo piel, tejido celular subcutáneo y músculos. Para evaluar la viabilidad del músculo se debe buscar la contractilidad, el color, la consistencia y la capacidad de sangrado.<sup>67</sup> Todos los fragmentos de hueso libres deben ser removidos excluyendo a los fragmentos óseos que forman parte de una articulación; únicamente las estructuras neurovasculares son imprescindibles y deben ser preservadas. Siempre se debe ampliar la herida de manera longitudinal para permitir el lavado adecuado, y el retiro de tejido no viable por visualización directa.<sup>56, 64, 79</sup>

### 2.2.2. Fijación ósea

La estabilización ósea de la fractura expuesta de tibia es parte indispensable del tratamiento. La estabilidad de la fractura previene traumatismos y daño adicional a tejido blando debido a que cualquier movimiento, o fuerza mayor provocará daño a tejidos blandos locales, edema e inflamación que impedirá la reparación de los tejidos blandos circundantes y afectados, y aumenta la respuesta del hospedero en contra de los organismos contaminantes. La estabilidad de la fractura facilita el cuidado de la herida y del paciente, y permite el movimiento temprano y la rehabilitación funcional de la extremidad.<sup>57, 64, 67, 68</sup>

En el tratamiento de las fracturas expuestas de tibia, también existe controversia sobre el tipo de fijación ósea que debe darse. Sin embargo, no todos los tipos de fractura expuesta pueden

tratarse de la misma manera. La estabilización de la fractura puede ser definitiva o provisional y puede lograrse mediante el clavo intramedular, fijación de placa y tornillo o fijación externa. La selección entre estas opciones depende de una evaluación cuidadosa de la fractura, el tejido blando y las características del paciente. Se puede aplicar más de un método a una lesión específica y también se debe tener en cuenta la experiencia del cirujano y la disponibilidad de implantes.<sup>63, 66, 67</sup>

#### 2.2.2.1. Fijación ósea temporal

Los métodos temporales se usan a menudo y tienen un rol importante cuando el tratamiento definitivo primario no es posible. Se utilizan los fijadores externos cuando la situación no es segura para la fijación definitiva, cuando el paciente no está en las condiciones adecuadas o el cirujano no es lo suficientemente experimentado. A pesar de que los fijadores externos son un método que brindara un buen control temporal, es una decisión pobre para un tratamiento definitivo.<sup>57, 64, 67, 68</sup>

La presencia de marcos alrededor de las heridas debido a los fijadores externos podría dificultar la reconstrucción por parte del cirujano plástico y podría llevar a un retraso en la reconstrucción definitiva de los tejidos blandos. El estudio LEAP, demostró que la asociación de fijadores externos para la estabilización ósea con la reconstrucción de tejidos blandos y cubierta cutánea con colgajos, tuvo un peor resultado funcional que la amputación.<sup>74</sup>

De la misma manera, los tratamientos temporales aumentan el riesgo de infecciones nosocomiales debido al aumento de días de estancia hospitalaria y por colonización bacteriana.<sup>58</sup> La colocación de fijadores externos no es técnicamente demandante, es segura y representa una pérdida sanguínea menor. Por esta razón, pueden ser beneficiosos en el método de control de daños, en fracturas expuestas de tibia IIIB o IIIC en pacientes politraumatizados, en heridas con pérdida severa de tejidos blandos y contaminación severa.<sup>64, 67, 68</sup>

#### 2.2.2.2. Fijación ósea definitiva

Dentro de los métodos de fijación ósea definitiva, el más considerado para mantener el eje tibial es el clavo intramedular siempre que sea posible dependiendo del tipo de fractura. Si la fractura es muy proximal o distal para colocar un clavo intramedular la colocación de placas o tornillos con la máxima preservación de hueso será el método de elección, ya que permite la reducción anatómica y restauración de la articulación.<sup>56, 64, 67, 68</sup>

El clavo intramedular es un método efectivo para la estabilización de fracturas diafisarias expuestas de tibia. El clavo intramedular bloqueado mantiene la longitud y la alineación del hueso de la fractura, es biomecánicamente superior a otros métodos y no interfiere con el manejo de los

tejidos blandos. Sin embargo, la circulación cortical se interrumpe en un grado variable, especialmente cuando se produce la colocación dentro del canal medular.<sup>64, 67, 68</sup> El clavo intramedular es el método de elección, siempre y cuando el tipo de fractura permita este tratamiento, tiene una menor tasa de complicaciones como infecciones y problemas de curación ósea, vascular, nerviosa y de tejidos blandos. Por lo que el clavo intramedular es el tratamiento de elección en fracturas expuestas de tibia incluyendo grado III.<sup>80, 81</sup>

### 2.2.3. Cobertura de tejidos blandos en fracturas expuestas de tibia

Restaurar la envoltura del tejido blando alrededor de una fractura es la parte final del tratamiento de la fractura expuesta de tibia. Este evita una mayor contaminación, permite la curación ósea y garantiza que el tejido blando bien vascularizado esté en contacto con el tejido óseo y los implantes potencialmente contaminados. Una envoltura de tejido blando bien vascularizada promueve la curación de fracturas, logra los niveles óptimos de antibióticos y activa los mecanismos de defensa del huésped. Proporciona una cobertura duradera, que evita la contaminación secundaria de la herida y la deshidratación de estructuras anatómicas expuestas, como huesos, cartílagos y tendones.<sup>64, 68</sup>

Existe cierta controversia entre el cierre primario y la cobertura temprana de las heridas y el cierre o cobertura retardada. Ambas presentan riesgos y beneficios los cuales deben ser mencionados. El cierre de los tejidos blandos restaurará la protección epitelial de los tejidos profundos, sellará la fractura, aportará circulación sanguínea al área y protegerá contra las infecciones. Sin embargo, el cierre solo se puede realizar después de un adecuado desbridamiento y estabilización de la fractura.<sup>64, 68</sup>

El cierre temprano se refiere a un cierre que se da dentro de 72 horas, mientras que el cierre tardío se refiere a un cierre mayor a 72 horas hasta más de tres meses posterior al trauma. Muchos autores mencionan que dejar las heridas abiertas puede ser el tratamiento o manejo óptimo ya que permite nuevas desbridaciones de tejido necrótico que puede aparecer en 24 horas junto a un daño vascular. Sin embargo, otros sugieren que la cobertura temprana confiere muchas ventajas y beneficios, sin representar un riesgo excesivo.<sup>64, 68</sup>

El cierre temprano en manos de cirujanos no experimentados representa un riesgo de infección, necrosis gaseosa y pérdida de tejido junto a otras complicaciones. En la era preantibiótica se permitía dejar las heridas abiertas para su drenaje adecuado. Pero en este momento, los protocolos de desbridamiento agresivo en el que se remueve todo tejido cuestionable de viabilidad pueden tener beneficios para el cierre temprano de la herida, pero podría representar problemas debido a pérdida ósea, unión retardada y someter al paciente a procedimientos posteriores.<sup>64, 68</sup>

Los desbridamientos en serie cada 48 horas, con un retardo en el cierre de la herida disminuyen los riesgos de infección profunda y evitan los problemas del desbridamiento excesivo. Sin embargo, a medida que se retrasa el cierre, aumentan los riesgos de infecciones nosocomiales y se asocia a más problemas de la herida. La herida no debe quedar expuesta al ambiente para evitar la contaminación con agentes patógenos nosocomiales. Los protocolos de antibiótico temprano, desbridamiento inicial agresivo y cierre primario de la herida evitan problemas con la herida, daños adicionales al tejido, y riesgos de infección nosocomial que podría llevar a una gangrena gaseosa.<sup>56</sup> Sin embargo, la decisión no es fácil, y debe tomarse en cuenta cada caso individualmente, valorar las condiciones de cada paciente y ser manejados por los cirujanos más experimentados. El cierre temprano es una opción viable en casos selectos, en los que la pérdida de tejido y la contaminación de la herida es menor, se han administrado de antibióticos de manera temprana, el desbridamiento efectuado ha sido adecuado y meticuroso, y los bordes de la herida pueden ser aproximados sin tensión. Las contraindicaciones para el cierre temprano incluyen la contaminación con heces, tierra, agua contaminada o estancada, lesiones en granjas, retraso en el inicio de antibióticos por más de 12 horas y la dudosa viabilidad del tejido.<sup>57, 64, 68</sup>

Según Mathews J<sup>82</sup> en su estudio de cohorte retrospectivo se debe de hacer énfasis en un procedimiento ortoplástico realizado en un solo tiempo, para lograr la fijación y la cobertura de tejidos blandos, lo cual está asociado a un menor riesgo de complicaciones y reducción de infecciones. Sin embargo, los resultados satisfactorios pueden obtenerse mediante distintos métodos entendiendo cada tratamiento y sus particularidades dependiendo del caso de cada paciente. Sin embargo, se prefiere la fijación y cobertura cutánea definitiva dentro de las primeras 72 horas posterior al traumatismo siempre que el caso lo permita.<sup>64</sup>

#### 2.2.3.1. Mecanismos fisiológicos de reparación de tejidos

Existen distintas formas de reparación de tejido, en el cual se hace referencia al restablecimiento de la arquitectura y función tisular tras una lesión. La reparación o cicatrización dependiendo del tipo de tejido, se da por medio de dos tipos de reacciones. La regeneración por proliferación de células residuales (no lesionadas) y la maduración de células madre adultas, y el depósito de tejido conjuntivo para la formación de una cicatriz.<sup>83</sup>

Cuando la reparación no se puede dar únicamente por regeneración, se procede por medio de las células lesionadas a generar un depósito de tejido conjuntivo y formar una cicatriz. En donde los pasos para la formación de ésta suceden como respuesta de la lesión tisular y respuesta inflamatoria, y son los siguientes: la angiogenia, formación de tejido de granulación y la remodelación del tejido conjuntivo.<sup>83</sup>

### 2.2.3.2. Escalera de reconstrucción de cubierta cutánea

Según la experta, Doctora Rita Tobia, la escalera de reconstrucción es una representación de técnicas para abordar las heridas según su complejidad desde el método más simple, hasta el más elaborado dependiendo del tamaño, forma, profundidad y estructuras expuestas en el área cruenta. (Ver imagen 5 en anexos). Esta se encuentra en constante actualización con métodos distintos y novedosos. Sin embargo, Gottlieb <sup>84</sup> en el año 1994 introdujo el término de “elevador de reconstrucción” en el cual sugiere la libertad de ascender directamente de nivel si es necesario. Actualmente, se prefieren métodos de reconstrucción más complejos, a pesar de que métodos más simples pueden lograr el cierre de la herida y por consiguiente la cubierta cutánea.<sup>85</sup>

La importancia de la reconstrucción de la cubierta cutánea radica en dar cobertura de tejido a todas las estructuras importantes que quedan expuestas en una herida. Incluyendo hueso, periostio, tendón, cartílago y estructuras neurovasculares. También se incluye la restitución de la función de barrera de la piel, disminución del riesgo de infección, y restitución de la funcionalidad del miembro afectado. Como finalidad se busca dar una cubierta estable y resistente a largo plazo, funcional, lo más estética posible, que permita la rehabilitación lo más pronto posible y que cause menor morbilidad. <sup>68, 85</sup> A continuación, se da una breve descripción de los distintos métodos posibles.

#### a. Cierre por segunda intención

El cierre de las heridas por segunda intención se refiere a todas aquellas heridas que se dejan abiertas para que cicatricen por sí solas, permitiendo un crecimiento de tejido nuevo, sin poner en contacto los bordes de la herida. Este tipo de cierre se utiliza cuando existe un riesgo elevado de infección de herida, cuando no existe cantidad suficiente de tejido para darle cobertura al área afectada, cuando las condiciones del paciente no son adecuadas para realizar otro método de cobertura cutánea, o en heridas crónicas. Esta terapia debe ser ayudada por otras terapias adicionales, como el uso de antibióticos intravenosos, curación constante de la herida, o el uso de otro tipo de terapias como las membranas de regeneración dérmica y evitar complicaciones como el riesgo de infecciones nosocomiales, o daño constante al mismo tejido, etc.<sup>86</sup>

El cierre o cicatrización por segunda intención o llamada unión secundaria, se da por un proceso de reparación que combina la cicatrización con la regeneración. El tejido de granulación es fundamental y se forman cantidades superiores que en otros tipos de reparación con el fin de llenar espacios vacíos. Por ejemplo, en heridas grandes, abscesos, úlceras o necrosis isquémica. Sin embargo, prolonga la estancia hospitalaria y presenta una desventaja al realizarse en áreas de flexión ya que producen contractura de los tejidos y limitación de la movilidad.<sup>85</sup>

## b. Cierre primario

El cierre primario de la herida se refiere a unir los bordes de las heridas por cualquier método, el más común es una sutura. Se utiliza generalmente en las heridas que se tratan rápidamente, la mayoría de las veces, seis horas posteriores a la lesión, y que están limpias de residuos.<sup>86</sup> Aunque otra literatura propone el cierre primario antes de 72 horas.<sup>57</sup> El cierre primario de herida es posible en todas aquellas heridas por fractura expuesta de bordes regulares sin machacamiento que luego del lavado, desbridamiento y otros protocolos, sea posible unir los bordes sin tensión. Probablemente por fracturas expuestas grado I, grado II, y en algunos casos en grado IIIA.<sup>64</sup> El cierre primario tiene sus ventajas y desventajas ya antes descritas (ver capítulo 5.2.3), dependiendo del caso de cada paciente.

## c. Injerto de piel

Un injerto de piel representa un fragmento de piel sana que se obtiene de un área del cuerpo distinta al área afectada. Se utiliza para la reparación de piel dañada o faltante y no cuenta con vascularización propia, pero se nutre por medio de difusión. Tiene un buen resultado, con periodos operatorios cortos, una estancia hospitalaria corta e índices menores de reintervención. Sin embargo, no se puede utilizar en todo tipo de heridas. Se utiliza en áreas cruentas de tamaño variable, planas sin cavitaciones, bien vascularizadas, que contengan tejido sano, sin exposición de tendones sin paratendón, hueso sin periostio, vasos, nervios ni material de osteosíntesis.<sup>31, 87</sup>

### c.1 Injerto de piel de espesor parcial y completo

Los injertos de piel de espesor parcial se definen como los injertos de piel compuestos de epidermis y parte de la dermis. Estos tienen las características siguientes: mayor integración, integración rápida, generalmente presentan una contractura importante y la cicatrización del área donadora se da por segunda intención. Mientras que los injertos de piel de espesor total o completo incluyen la epidermis y toda la dermis con las siguientes características: mayor riesgo de pérdida, integración lenta, presentan una mínima contractura y se realiza un cierre del área donadora por medio de una sutura.<sup>88</sup>

## d. Colgajos

Los colgajos, a diferencia de los injertos, constituyen un movimiento de un bloque de tejido vascularizado a otra ubicación.<sup>89</sup> Podría incluir piel, tejido celular subcutáneo, fascia, músculo, etc. Existen distintos tipos de colgajo, y son utilizados para darle una cubierta cutánea a heridas con área extensa y profunda, con exposición de tendones sin paratendón, hueso sin periostio, material de osteosíntesis, cartílago, estructuras neurovasculares, y en casos en los que la reconstrucción ósea o tendinosa posterior requiera una cubierta que se pueda levantar y recolocar. También se utiliza en casos en los cuales un injerto de piel no sea capaz de proveer

una cubierta estable para una superficie. Otra diferencia es, que los colgajos necesitan irrigación y no se nutren por difusión a diferencia de los injertos de piel. Los colgajos tienen un resultado exitoso al utilizarse en heridas grandes, casos traumáticos; aunque representan un costo mayor y mayor estancia hospitalaria con respecto a otros métodos de reconstrucción, con un tiempo quirúrgico mayor y por consiguiente más costos hospitalarios.<sup>31, 87</sup>

#### d.1. Colgajo local y regional

Los colgajos locales utilizan el tejido contiguo a la herida y los regionales el próximo al área afectada. Son ventajosos para cubrir áreas cruentas con un área moderada. En el caso de la pierna, son utilizados mayormente para cubrir defectos del tercio proximal o medial. Debido a que el tercio distal tiene opciones más reducidas de colgajos locales, se pueden utilizar otros tipos de colgajo. Pueden ser de distintos tipos, como musculares, fascio-cutáneos, o músculo fascio-cutáneos. El fallo de este tipo de colgajos se da luego de la rotación de este, por torsión del pedículo.<sup>90</sup>

#### d.2. Colgajo distal

El colgajo distal, por ejemplo, el colgajo inguinal, utiliza áreas distantes a la herida sin perder su vascularización propia, la cual permite que el área afectada forme una neovascularización para soportar el colgajo. Se debe mantener el área distante unida al área afectada por un tiempo para permitir la neovascularización del colgajo e implica un segundo procedimiento para separarlo del área donadora.<sup>88</sup>

#### d.3. Colgajo libre

Los colgajos libres, se realizan al extraer un colgajo con sus vasos sanguíneos de una parte donadora sana, y se anastomosa la arteria y vena a los vasos sanguíneos del lugar receptor que se desea cubrir. Esta técnica se puede realizar con microscopio o sin él dependiendo del tamaño del vaso sanguíneo y requiere mayor experiencia en tratamientos microvasculares. Este tejido nuevo, proporciona una cubierta cutánea importante para las estructuras expuestas en las heridas por fracturas expuestas.<sup>90</sup> El fallo de los colgajos libres se puede deber a una trombosis de la arteria, y la pérdida total del colgajo se da normalmente en un plazo de 24 horas; aunque también la falta en el drenaje venoso es causa de falla en los colgajos. El colgajo libre se realiza en un único tiempo quirúrgico, pero implica dos procedimientos: la extracción del área donadora y la colocación del colgajo en el área cruenta. Esta indicado como método de cobertura secundaria o en pérdidas extensas de piel y partes blandas que exponen estructuras esenciales, áreas cicatrizales inestables por quemaduras, irradiación y retracción cicatrizal, o como restauración de tejidos específicos para satisfacer una necesidad funcional.<sup>87, 88</sup>



#### d.4. Colgajos perforantes

Los colgajos perforantes son un tratamiento novedoso, debido a que las arterias perforantes que irrigan la piel a menudo son aleatorias y no constantes en todos los individuos. Por lo que se utilizan métodos, en este caso ultrasonido doppler color, para identificar el sitio de los vasos perforantes que irrigan el segmento. El nombre del colgajo hace referencia a la arteria que da la irrigación. Los fenómenos hemodinámicos que pasan al ligar las ramas colaterales o musculares de una perforante ayudan a aumentar el flujo sanguíneo al colgajo para permitir una perfusión adecuada.<sup>91</sup> Los colgajos perforantes pueden ser locales, distantes o libres.<sup>85</sup>

#### e. Otros métodos coadyuvantes para la reconstrucción

##### e.1 Terapia de presión negativa (TPN)

La terapia de presión negativa o sistema de presión negativa se ha utilizado en distintos ámbitos y en distintos tipos de herida. Es una herramienta de preparación de las heridas para la reconstrucción, la mayoría de los defectos grandes necesitarán cubierta cutánea por medio de colgajos o injertos. Se describen ciertas ventajas de la terapia, como la formación acelerada de tejido de granulación, disminución del edema periférico a la lesión, disminución del tiempo de cierre, aumento de flujo sanguíneo, cambios de apósito menos frecuentes, control de proliferación bacteriana, aislamiento y cierre de las heridas, y posibles ventajas económicas. La terapia por presión negativa es un método que permite generar condiciones adecuadas para permitir distintos tipos de cierre de herida y cubierta cutánea hasta que estos sean posibles.<sup>68, 85, 92</sup>

Según los distintos tipos de heridas, el propósito de la terapia de presión negativa es distinto. Por ejemplo, en áreas cruentas planas en las que se colocará un injerto de piel, el propósito es generar tejido de granulación bien vascularizado para sostener el injerto. En áreas cavitadas, se busca colapsar las mismas y disminuir la carga biológica de bacterias para la rotación de un colgajo.<sup>68, 85, 92</sup>

La terapia por presión negativa es usada como adyuvante para otro método de reconstrucción y no debe retrasar la misma debido a los altos riesgos de producir infecciones nosocomiales. Tampoco se ha visto que reduzca las infecciones, pero sí promueve una mejora en el sello de los apósitos y previene los tratamientos más complejos posteriormente.<sup>56, 92</sup> La Doctora Rita Tobia menciona que esta terapia no debe ser colocada sobre un área no explorada, no desbridada o sobre un área de infección activa que no está siendo tratada.

##### e.2 Matrices de regeneración dérmica

Las matrices de regeneración dérmica son un tratamiento adyuvante en la reconstrucción de las heridas. Contienen colágeno y condroitin-6-sulfato. Este tratamiento da una cubierta inmediata a la herida y posee ciertas ventajas como un costo bajo, disminución de la morbilidad

de sitios donadores, un tiempo operatorio pequeño, una menor estancia hospitalaria y una menor tasa de reintervención quirúrgica exceptuando la colocación posterior de injertos de piel. Incluso es el método adyuvante actual que se utiliza en pacientes con comorbilidades como hipertensión, diabetes o enfermedades vasculares. También posee ciertas desventajas como una menor tasa de éxito con respecto a otras terapias y tasas mayores de amputaciones.<sup>85, 87, 93</sup>

Se pueden utilizar en áreas cruentas de distintas magnitudes en las que normalmente se usaría un injerto de piel de espesor completo. También se pueden utilizar sobre estructuras críticas expuestas como hueso sin periostio o tendón sin paratendón si el área expuesta es pequeña, aunque este factor puede representar un mayor riesgo de complicaciones. Las matrices dérmicas se vascularizan de los bordes de las heridas y de la profundidad de la herida, por lo que se deben adherir perfectamente al lecho. Después de su integración al lecho, se coloca un injerto de piel de espesor parcial; pueden convertir un área no apta para injertos de espesor parcial en un área adecuada para los mismos. Al cicatrizar resulta en piel de mejor calidad, mayor grosor y elasticidad.<sup>87, 93</sup>

Por otro lado, ciertas complicaciones se han reportado como seromas, hematomas, infecciones o alergias en raras ocasiones.<sup>87, 93</sup>

### e.3 Expansión de tejido

El método de expansión tisular se realiza por medio de un dispositivo de poliuretano con una o más cámaras vacías que se colocan debajo de fascia o músculos y que posteriormente se llenan con solución salina a lo largo de varias semanas. Permite el estiramiento de la piel y de esta manera poder generar un área de piel para donación.<sup>31, 94</sup> Según la opinión de la experta, Doctora Rita María Tobar: este procedimiento no se realiza en heridas agudas, ya que requiere un tiempo prolongado para realizar el proceso. Generalmente se utiliza para retirar cicatrices indeseables y reponerla con tejido contiguo sano.

#### 2.2.3.3. Elección de métodos de reconstrucción de herida por grado y área de fractura expuesta de la tibia

La reconstrucción de los tejidos blandos debe llevarse a cabo de una manera temprana, dentro de los primeros cinco días del accidente ya que el retraso está asociado a infecciones y complicaciones de colgajos. Las fracturas expuestas grado I, luego de la evaluación primaria, requieren el desbridamiento mínimo y después de la estabilización de la fractura, se realiza un cierre primario directamente con poco riesgo de edema y necrosis de la herida.<sup>56, 64, 95, 96</sup>

En las fracturas expuestas grado II, el tratamiento varía según la cantidad de contaminación que presente. Quirúrgicamente la laceración debe ser extendida, la zona de lesión

expuesta, y el hueso y los tejidos blandos desbridados y lavados según sea necesario. En una herida de baja energía no será necesario realizar un desbridamiento radical. Después de la estabilización de la fractura, las extensiones quirúrgicas y la herida pueden ser cerradas. Si bien, se recomienda que la herida abierta primaria deba dejarse abierta para una segunda evaluación y retrasar el cierre primario de dos a tres días; los datos actuales han demostrado que el cierre primario de heridas sanas de fracturas expuestas de tibia grado II no solo es seguro, sino que está asociado con una menor tasa de infección que el cierre tardío.<sup>27</sup> Sin embargo, no debe estar bajo tensión. La decisión necesita experiencia y un monitoreo postoperatorio.<sup>56, 64, 95. 96</sup>

El manejo de las fracturas expuestas grado III depende del subtipo y el estado neurovascular. Una secuencia posible es evaluación primaria y de heridas, lavado y desbridamiento, derivación vascular, fijación externa temporal o fijación definitiva si la fractura es adecuada para una estabilización rápida, seguido de reconstrucción vascular definitiva temprana, pero con retraso en la reconstrucción de tejidos blandos si la extremidad es viable; Lograr una estabilidad ósea y revascularizar la extremidad son procedimientos esenciales, cada uno necesita al otro para tener éxito.<sup>56, 64, 95. 96</sup>

Las fracturas expuestas grado I, II y IIIA tienen un pronóstico favorable, normalmente son tratadas con cierre primario, retraso en el cierre primario o injertos de piel.<sup>42</sup> Las fracturas grado IIIA poseen un tejido blando sano y adecuado para el cierre primario después del desbridamiento. Mientras que las fracturas expuestas grado IIIB y IIIC, la cobertura de tejidos blandos es inadecuada, por lo que la reconstrucción de tejidos blandos en este grado de fracturas es requerida. Se debe tomar en cuenta que este grado de fracturas puede presentarse en distintas áreas de la tibia. Por ejemplo, en un lugar donde no hay suficiente cubierta local como en la tibia distal y medial, en donde todos los compartimientos de la pierna se exponen.<sup>56, 64</sup>

La selección de tratamiento de fracturas grado III B depende del sitio, tamaño, tipo de trauma, edad del paciente, comorbilidades y experiencia de los cirujanos. Convencionalmente la selección depende del área cruenta, en el cual se puede nombrar por medio de tercios (tercio proximal, tercio medio y tercio distal de la tibia). Se debe considerar la zona de lesión y la zona de tejido blando intacto para poder brindar un colgajo local o libre ya sea cutáneo, fascio-cutáneo, musculocutáneos o combinados en los diferentes cuadrantes y compartimientos de la pierna, los cuales serán nombrados: anteromedial, anterolateral, posteromedial y posterolateral.<sup>64, 95-97</sup>

Las alternativas para la reconstrucción de tejidos blandos y cubierta cutánea en fracturas grado IIIB de la tibia son los siguientes:

- Para defectos proximales alrededor del tubérculo de la tibia, el colgajo gastrocnémico es adecuado; debido a que la cabeza medial larga de este músculo tiene un suministro específico de sangre de la arteria poplítea superior y constantemente no es dañada en las fracturas de tibia. Las recomendaciones para el tercio proximal son: colgajo miocutáneo o del músculo gastrocnémico medial, colgajo fasciocutáneo perforador de la arteria tibial anterior y el colgajo de la arteria safena. Se puede utilizar el colgajo del músculo gastrocnémico lateral, pero existe un riesgo de lesionar el nervio ciático poplíteo externo por lo que la disección en este procedimiento debe ser más minuciosa. <sup>56, 64, 95-97</sup>
- Para el tercio medio, ambos colgajos usados en los tercios proximales y distales pueden utilizarse cuando el área muscular no esté traumatizada. Sin embargo, el colgajo del músculo sóleo es muy versátil y es de elección para el tercio medio de la pierna. También se pueden utilizar un colgajo gastrocnémico si la herida es más proximal. <sup>64, 95-97</sup>
- Las recomendaciones dadas para los defectos de tejidos blandos en el tercio distal de la pierna son, el colgajo perforante distal de la arteria sural, colgajo distal perforante del compartimiento anterolateral y el colgajo fasciocutáneo con base distal de la pierna. Del mismo modo, los colgajos libres son utilizados. <sup>64, 95-97</sup>
- Los colgajos libres y microvascularizados deben ser restrictos a heridas grandes donde los colgajos regionales no son posibles en cualquier área de la tibia, aunque su mayor uso corresponde al tercio medio y distal de la tibia por su complejidad. <sup>64, 95-97</sup>

Las alternativas para la reconstrucción de tejidos blandos y cubierta cutánea de fracturas expuestas grado IIIC son similares a las del grado IIIB. En estas lesiones, luego de la evaluación primaria se debe evaluar la estabilidad neurovascular y la viabilidad del miembro afectado. Es necesaria la reparación neurovascular con énfasis en la reparación arterial urgente para revascularizar el miembro isquémico dentro de tres a cuatro horas, ya que la isquemia mayor a este tiempo resulta en daño irreversible del tejido, y mayor riesgo de amputaciones. Se debe evaluar la viabilidad del tejido mediante la reperfusión vascular utilizando una derivación temporal, estabilizar las fracturas (valorando el tratamiento de fijación externa), lavado y desbridamiento y posteriormente reconstruir los vasos sanguíneos y nervios, mediante injertos de vena y neurorrafia respectivamente. Se debe solicitar exámenes complementarios como la angiotomografía para valorar la irrigación sanguínea del miembro afectado. Posteriormente, utilizar las alternativas antes mencionadas para la cubierta cutánea de fracturas expuestas grado IIIB si la extremidad es viable. Los colgajos libres y microvascularizados son de mayor utilidad en este tipo de fracturas, aunque la tasa de amputación es alta debido a las lesiones neurovasculares. Por último, debido a la lesión neurovascular existe una posibilidad de amputación de la extremidad afectada, ya que esta es considerada un tratamiento para las

fracturas expuestas de tibia con el fin de preservar la vida. La decisión no es fácil y existen distintas escalas como la escala de Severidad de la Extremidad Mutilada (MESS por sus siglas en inglés) que orientan a tomar una decisión. Se debe tomar una decisión en base a cada caso en específico debido a los múltiples factores existentes como el grado de contaminación, grado de destrucción de tejidos, edad del paciente, comorbilidades, estabilidad del paciente y tiempo transcurrido de isquemia del miembro.<sup>68, 95-98</sup>

La revista India de Ortopedia propone un algoritmo para el manejo, en el cual se observa lo descrito anteriormente. (Ver imagen 6 en anexos) Por lo que, las fracturas expuestas de tibia que necesitan colgajos para cobertura deben ser tratadas previamente con antibióticos intravenosos, un desbridamiento radical temprano (especialmente en fracturas expuestas de tibia grado IIIB y IIIC), fijación estable interna seguido de una cubierta por colgajo en un tiempo apropiado, preferiblemente dentro de cinco días.<sup>95-97</sup>

#### 2.2.4. Guías de práctica clínica basada en evidencias en Guatemala

##### 2.2.4.1. Guías de práctica clínica basada en evidencia del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

El IGSS cuenta con guías elaboradas por médicos con el principio de medicina basada en evidencia para la práctica clínica. Dentro de estas guías, está la guía número setenta con el nombre de “manejo de fracturas expuestas”. En esta guía se toman en cuenta las fracturas expuestas en general y no exclusivamente las de tibia. La guía tiene principios básicos de tratamiento los cuales consisten en:

- Irrigación y ferulización inmediata de la fractura
- Administración de antibióticos desde la presentación inicial
- Desbridamiento agresivo, lavado y fijación estable de la fractura la cual puede ser temporal o definitiva en sala de operaciones a la brevedad posible.
- Cierre de heridas tan pronto como sea posible.<sup>3</sup>

#### A. Clasificación de una fractura

La guía utiliza la clasificación por Gustilo y Anderson, descrita anteriormente en esta referencia. En esta guía se toma en cuenta distintos aspectos de la lesión. (Ver capítulo 5.2.7.2.)

#### B. Elección de antibiótico

El tratamiento antibiótico en las fracturas expuestas se debe considerar terapéutico por la contaminación bacteriana. El retraso de más de cinco horas en el inicio del tratamiento antibiótico puede permitir el desarrollo de un proceso séptico. El proceso de contaminación de la herida inicia tan pronto como 20 minutos después de la lesión.<sup>3</sup>

Debido a que los microorganismos que pueden afectar las lesiones son gram positivos y gram negativos. La guía recomienda el siguiente esquema para la administración de antibióticos. Estos se deben administrar lo más tempranamente posible, en infusión intravenosa de treinta a sesenta minutos y continuarse por 72 horas. Para las fracturas grado I y grado II: amoxicilina/clavulanato 1.2 g IV cada 8 horas o cefalotina 1 g cada seis horas por 72 horas. Grado III: cefalotina 1 g cada seis horas + gentamicina 6 mg/kg/día cada 24 horas o dividido en dos dosis diarias, por 72 horas.<sup>3</sup>

Para alergias a betalactámicos se debe dar clindamicina 600 mg cada ocho horas en lugar de amoxicilina/clavulanato o cefalotina.<sup>3</sup>

### C. Manejo inicial en la emergencia

Toda fractura expuesta debe ser considerada como una urgencia quirúrgica con una atención integral de los pacientes según la guía del apoyo vital avanzado en trauma (ATLS por sus siglas en inglés) según la evaluación de los pacientes.<sup>3</sup>

Del mismo modo, se debe hacer énfasis en la irrigación, ya que remueve las bacterias y los detritos. La recomendación es irrigar con solución salina fisiológica estéril a gravedad con tres litros por cada grado de exposición según la clasificación que se le dé a la fractura. No debe irrigarse a presión ni usar antisépticos locales.<sup>3</sup>

Se deben seguir algunos pasos los cuales son: efectuar evaluación inicial y reanimación, procurar la administración de antibióticos, evaluar el estado neurovascular, tomar fotografía de la lesión, tomar cultivos si la lesión lleva más de seis horas o fue tratada en otro centro, retirar la contaminación mayor, irrigar, cubrir con apósito estéril con solución salina, reducir angulaciones y reevaluar el estado neurovascular, colocar ferulización temporal o definitiva, administrar profilaxis antitetánica, tomar radiografías, preparar al paciente para ser llevado a cirugía, efectuar interrogatorio extenso.<sup>3</sup>

### D. Sala de operaciones

La cirugía debe ser realizada por el médico de mayor experiencia o bajo su supervisión directa. Se debe intentar preservar la vida y la extremidad, evaluar de una manera definitiva la lesión, desbridar la lesión y estabilizar la fractura.<sup>59</sup>

Se debe realizar un examen clínico extenso bajo efectos de anestesia y de una manera estéril, colocar un torniquete, identificar la zona de la lesión y extender la herida de uno a dos centímetros teniendo en cuenta la reconstrucción de tejidos blandos, retirar la contaminación macroscópica, y extirpar el tejido no viable, irrigar la herida según su clasificación, estabilizarla y cubrir la misma, ya sea mediante el cierre primario o con el sistema de cierre asistido por vacío

(VAC). Se debe dar seguimiento postoperatorio y procurar la cobertura cutánea en un periodo de oro de siete días.<sup>3</sup>

Por lo tanto, la guía de práctica clínica basada en evidencia del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social menciona el tratamiento inicial del paciente en la emergencia y el primer procedimiento quirúrgico. Sin embargo, no hace énfasis en los posibles tratamientos según la severidad de la lesión en base al manejo inicial y la cobertura cutánea de las heridas.

En este capítulo se describió el manejo terapéutico de las fracturas expuestas de tibia y la importancia de este para disminuir la cantidad de complicaciones posteriores. Sin embargo, por la complejidad y gravedad de la lesión, las complicaciones pueden surgir. Estas estarán descritas en el capítulo siguiente.

# **CAPÍTULO 3. COMPLICACIONES DE FRACTURAS EXPUESTAS Y FACTORES QUE MODIFICAN EL PRONÓSTICO DEL TRATAMIENTO EN ADULTOS EN HOSPITALES DE TERCER NIVEL DE ATENCIÓN NIVEL MUNDIAL.**

## **SUMARIO**

- Complicaciones de fracturas expuestas de tibia
- Complicaciones del tratamiento de la fractura expuesta de tibia
- Comorbilidades y factores que modifican la reparación tisular y el pronóstico del tratamiento de pacientes con fracturas expuestas de tibia

En este capítulo se describen las complicaciones de las fracturas expuestas, las complicaciones de su tratamiento y los factores que modifican el pronóstico incluyendo los factores del huésped, del paciente y del accidente. Estos determinarán la aparición de complicaciones en adultos que sufren este traumatismo a nivel mundial.

### **3.1. Complicaciones de fracturas expuestas de tibia**

Son varias las circunstancias que hacen que las fracturas expuestas de tibia sean algunas de las lesiones más graves y comprometedoras ya que estas lesiones comprometen tanto la estructura ósea como los tejidos blandos. Estas lesiones poseen un mayor riesgo de infección debido a su comunicación con el exterior y por la severidad del traumatismo. A nivel mundial existe una tasa de complicaciones en fracturas expuestas de tibia de aproximadamente 20 % con una tasa de infección del 5 al 10 %.<sup>99</sup>

Todas las fracturas expuestas de tibia por definición están contaminadas y predisponen frecuentemente a complicaciones relacionadas a procesos infecciosos, problemas de cicatrización ósea y de tejidos blandos a pesar del tratamiento.<sup>100</sup> Las lesiones del tejido blando están relacionadas al desarrollo de complicaciones en el aspecto funcional y para disminuir el riesgo, se debe priorizar el manejo inicial de los pacientes. El enfoque multidisciplinario es importante para realizar el manejo avanzado de las heridas desde la primera intervención quirúrgica y así, reducir el riesgo de complicaciones posteriores.<sup>100</sup> A continuación, se mencionarán las principales complicaciones presentadas en pacientes con fracturas expuestas tras el accidente:

- Sección del paquete vasculonervioso principal: la sección de vasos arteriales o nervios importantes es frecuente en las fracturas expuestas. La reparación se debe realizar lo más pronto posible ya que puede presentarse una gangrena isquémica distal, que podría llevar a una amputación o pérdida de la movilidad o sensibilidad de partes de la extremidad.<sup>101</sup>



- Síndrome de aplastamiento: ocurre debido a que el aplastamiento de tejidos por varias horas causa necrosis muscular. Esta necrosis muscular y de tejidos provoca la liberación de sustancias tóxicas. Al ser liberadas, entran al torrente sanguíneo toxinas como: miohemoglobina, potasio y creatinina, produciendo efectos adversos renales y sistémicos incluyendo la muerte del paciente.<sup>101</sup>
  - Embolia grasa: se refiere a las gotas de grasa que provienen de la medula ósea de la zona fracturada, las cuales ingresan al torrente venoso, llegando a los capilares finos, causando eventos oclusivos en la circulación periférica.<sup>101</sup>
  - Síndrome compartimental: aunque no es exclusivo de las fracturas expuestas, es la complicación más común a nivel mundial. Se refiere al aumento de la presión en un espacio delimitado por las fascias o compartimentos (tabiques aponeuróticos). Esto provoca una alteración en la adecuada perfusión tisular, llevando a la isquemia de los tejidos, principalmente de nervios y músculos.<sup>101</sup>
  - Infección: las fracturas expuestas son las que presentan mayor riesgo de infección.<sup>101</sup> La probabilidad de infección es directamente proporcional al tiempo que transcurre entre el trauma y la primera dosis de antibiótico intravenoso, y a la severidad de la lesión medida por los grados de fractura expuesta según la clasificación de Gustilo y Anderson.<sup>102, 103</sup>
- Amputación: a pesar de ser un tratamiento para las fracturas expuestas de tibia, a menudo se considera una complicación ya que es el recurso utilizado en última instancia y cuando otras opciones de tratamiento no son posibles. Así también, influye de manera negativa en la calidad de vida del paciente y están relacionada a trastornos psicológicos. Las amputaciones están asociadas a fracturas expuestas de tibia grado IIIC.<sup>30, 101, 102</sup>

### **3.2. Complicaciones del tratamiento de la fractura expuesta de tibia**

Como consecuencia del tratamiento de las fracturas expuestas de tibia, pueden ocurrir complicaciones que afectan en la calidad de vida del paciente, prolongan la estancia hospitalaria, aumentan los índices de re-hospitalización y aumentan los costos del tratamiento. Las siguientes son las principales complicaciones:

#### **3.2.1. Infección de herida operatoria y de tejidos blandos**

Es aquella que ocurre en los 30 días posteriores a la cirugía, la cual puede dividirse en superficial (zona de piel), profunda (más allá de la piel, del músculo y del tejido) y de órganos o espacios (infección profunda que compromete al órgano y espacio en donde está la lesión).<sup>104</sup>

Las infecciones ocurren en un rango del 5 % al 10 % en las fracturas expuestas de tibia. Las infecciones de herida operatoria prolongan la estancia hospitalaria dos semanas en promedio, producen una tasa de re-hospitalización mayor y aumentan los costos hospitalarios en

un 300 %. Las infecciones de herida operatoria producen un aumento en limitaciones físicas de los pacientes y están asociadas a complicaciones que afectan la calidad de vida de los pacientes.<sup>30</sup>

#### 3.2.1.2. Signos y síntomas de infección

Existen distintos signos y síntomas que permiten identificar la infección de herida operatoria. Se pueden mencionar: el edema del área, el calor, el eritema y drenaje de secreciones. El dolor es un síntoma presente generalmente. Estas características pueden ser difíciles de distinguir de la respuesta normal de los tejidos a la cirugía. Cuando los signos y síntomas persisten después del tercer día, se sospecha de infección de herida operatoria. Otros signos incluyen el drenaje prolongado de secreciones, supuración, eritema expansivo, fiebre, escalofríos, malestar general, dehiscencia de herida operatoria y letargo.<sup>30</sup>

#### 3.2.1.3. Gangrena gaseosa

El término “gangrena gaseosa” se refiere a una infección necrotizante de tejidos blandos en la cual se ven implicadas especies de *Clostridium* (bacterias anaerobias). Sin embargo, la mayoría de las infecciones necrotizantes de tejidos blandos son causadas por bacterias de tipo aerobio y anaerobio, y de tipo gram negativas y gram positivas. Las especies de *Clostridium* se cultivan en un 30 % de las infecciones profundas, pero solo algunas progresan a mionecrosis. Las especies *C. perfringens*, *C. novyi* y *C. septicum* causan las infecciones más agresivas y presentan una tasa de mortalidad de 40 %.<sup>30</sup>

*C. perfringens* causa aproximadamente el 90 % de casos de gangrena gaseosa, por sus cuatro toxinas: alfa, beta, épsilon y theta, causantes del mayor daño incluyendo hemólisis, destrucción plaquetaria, de leucocitos, y causantes de un daño capilar importante. Las infecciones por *Clostridium* usualmente afectan a los tejidos blandos y raramente al hueso. Pueden provocar infecciones localizadas y sistémicas.<sup>30</sup>

#### 3.2.2. Dehiscencia de herida operatorias

La dehiscencia de herida operatoria es una complicación que se define como la abertura de un segmento o de la totalidad de la herida por alteración en el proceso de cicatrización. La dehiscencia de herida operatoria puede ocurrir en pacientes diabéticos, pacientes desnutridos, edad avanzada y representa un signo de infección de herida operatoria y de tejidos blandos.<sup>101</sup>

#### 3.2.3. Complicaciones tromboembólicas

La embolia pulmonar mortal es poco frecuente en pacientes con traumatismos. Pero la aparición de émbolos pulmonares puede complicar aún más las demandas sistémicas del paciente. La dificultad con este evento es que todos los tratamientos para las complicaciones

tromboembólicas representan un riesgo significativo de morbilidad o mortalidad. Esto debido a complicaciones hemorrágicas secundarias a la anticoagulación, o por migración o estasis venosa crónica secundaria a los filtros de la vena cava. Los métodos físicos, como las medias y la compresión intermitente, con frecuencia no son aplicables en pacientes con fracturas de las extremidades inferiores.<sup>30</sup>

#### 3.2.4. Pérdida de colgajo

La pérdida de distintos tipos de colgajo es una de las complicaciones agudas más comunes en pacientes con fracturas expuestas de tibia grado IIIB y IIIC. La pérdida de los colgajos a menudo es causada por una falla en la circulación sanguínea, tanto de circulación arterial como venosa. Se pueden mencionar como causas y factores asociados a la pérdida de colgajo la trombosis arterial, trombosis venosa, estasis venosa, interrupción sanguínea por rotación de colgajo, necrosis, alteraciones en el proceso de cicatrización, infecciones, causas metabólicas y externas de hipoxia tisular, malnutrición, tabaquismo, enfermedad vascular periférica y edad avanzada del paciente.<sup>30</sup>

#### 3.2.5. Osteomielitis

La osteomielitis es un proceso inflamatorio e infeccioso que afecta al hueso y a la médula ósea, provocando una destrucción ósea local, necrosis y aposición de nuevo hueso. Las tasas de osteomielitis e infecciones asociadas son más altas en fracturas de miembros inferiores con respecto a los miembros superiores. La tasa de osteomielitis para las fracturas expuestas de tibia grado I es de 2 %, grado II de 2 % a 10 %, grado IIIA de 10 % a 50 %, grado IIIB de 10 % a 50 %, y grado IIIC mayor a 50 %. Esta complicación representa una disminución en la calidad de vida de los pacientes a largo plazo debido a la gravedad y cronicidad que presenta.<sup>30</sup> Las fracturas expuestas de tibia pueden llevar al apareamiento de osteomielitis en el hueso fracturado, típicamente en el sitio de la fractura.<sup>30, 104-107</sup>

La aparición de osteomielitis es un factor predictivo de no uniones y al igual que ésta, se ve influenciada por distintos factores. De estos, el más importante es la severidad de la lesión en la cual, el grado de fractura expuesta según la clasificación de Gustilo y Anderson es directamente proporcional al desarrollo de infecciones y no uniones. Por lo tanto, el grado de la fractura expuesta de tibia es el mayor predictor de complicaciones.<sup>102</sup> También se pueden mencionar factores como el nivel de contaminación, el tipo de terapia antibiótica utilizada, el tiempo transcurrido entre el evento y la terapia inicial, la falta de tratamiento, los factores propios del paciente incluyendo enfermedades crónicas, malnutrición, tabaquismo, uso de biomateriales para la reconstrucción y alcoholismo. Las infecciones no tratadas llevan a infecciones locales, osteomielitis crónica o amputaciones.<sup>105-107</sup>

Los síntomas y signos de la osteomielitis típicamente aparecen en los meses posteriores a la exposición de la fractura. Los signos más importantes de la osteomielitis son la no unión del sitio de fractura y la cicatrización deficiente de la herida o de la cobertura cutánea. Otros signos o síntomas como el eritema local, fístulas, fiebre y escalofríos pueden ocurrir.<sup>30, 106, 107</sup>

### 3.2.6. No unión y retardo de unión

Las no uniones de las fracturas son comunes en las heridas por traumatismos severos, como fracturas expuestas de tibia con pérdida de segmentos óseos. La no unión de una fractura es una condición médica crónica asociada a dolor y discapacidad funcional y psicosocial, en la que los procesos biológicos de reparación ósea no pueden superar a la patofisiología y la mecánica de la lesión ósea. Por ende, el proceso de curación se detiene, y la consolidación ósea sólida no ocurrirá (0 % de probabilidad) sin una intervención o tratamiento adicional. No unión se define como una fractura que tiene al menos nueve meses de evolución y no ha mostrado signos de curación durante tres meses consecutivos. También se puede definir como el fracaso de una fractura para unirse después de 8 meses de tratamiento no quirúrgico. Por otro lado, las fracturas que muestran una progresión a la consolidación más lenta de lo previsto y que están en riesgo de no unión sin una intervención adicional, se definen como retardo de unión.<sup>109, 111</sup>

Los requerimientos básicos para una consolidación ósea incluyen: estabilidad mecánica, suministro sanguíneo y de oxígeno adecuado, y contacto óseo. Todos aquellos factores que causen alguna alteración o ausencia de alguno de los requerimientos mencionados predisponen al desarrollo de no uniones. Estos factores pueden estar afectados por la severidad de la lesión de tejidos blandos, fijación ósea subóptima, factores propios del paciente, del accidente o del patógeno en casos de infección.<sup>109, 110</sup>

Dentro de los factores que predisponen al desarrollo de la no unión en fracturas expuestas de tibia se encuentran los siguientes: inestabilidad ósea, pérdida de segmentos óseos, calidad ósea disminuida, vascularidad inadecuada y disminución del suministro sanguíneo por distintas causas, lesión severa de tejidos blandos, contacto óseo disminuido e infecciones. Así mismo, existen factores que contribuyen a la no unión ósea, pero no son causas directas. Se pueden mencionar las siguientes: infección, pacientes fumadores, edad avanzada, condiciones médicas sistémicas, estasis venosa, quemaduras, radiación, obesidad, abuso de alcohol, enfermedades endócrinas y metabólicas, malnutrición y deficiencias vitamínicas. Así mismo, están altamente relacionadas con las fracturas expuestas de tibia grado IIIB y IIIC.<sup>30, 109, 110</sup>

#### 3.2.6.1. Pseudoartrosis

Una pseudoarticulación es una fractura no consolidada, con una neocápsula y líquido sinovial interpuesto entre los fragmentos. Por lo tanto, consiste en una interrupción completa de

la consolidación que puede llevar a la aparición de una falsa articulación, presentando movilidad anormal.<sup>101, 109</sup>

#### 3.2.6.2. Complicaciones biomecánicas de materiales de reconstrucción

Las complicaciones no ocurren únicamente en el tejido del paciente, si no que pueden ocurrir en los biomateriales utilizados en el tratamiento de las fracturas expuestas de tibia. Todos los implantes y los sistemas de fijación externos fallan eventualmente si la regeneración y la unión ósea no se producen de manera oportuna. Por lo que otros tratamientos deben utilizarse para aumentar la regeneración de la fractura y de esta manera, aumentar la vida útil de los materiales de reconstrucción óseos. Se pueden mencionar los injertos óseos autólogos y métodos de soporte de peso.<sup>30</sup>

#### 3.2.8. Rigidez articular

La rigidez articular se da cuando se compromete la articulación vecina a la fractura, ocasionándole pérdida de la amplitud de movimientos.<sup>101</sup>

### **3.3. Comorbilidades y factores que modifican la reparación tisular y el pronóstico del tratamiento de pacientes con fracturas expuestas de tibia**

Los factores que intervienen en el pronóstico de los pacientes son: la cantidad de desplazamiento inicial de la fractura, el grado de conminución, el grado de contaminación, el desarrollo de infección, la gravedad de la lesión de los tejidos blandos y factores propios del paciente incluyendo la respuesta al traumatismo y al tratamiento.<sup>83</sup>

La reparación de tejidos puede modificarse por distintos factores, los cuales pueden ser extrínsecos o intrínsecos, y sistémicos o locales. Dentro de estos factores encontramos: las infecciones, diabetes mellitus, un estado nutricional deficiente, el uso local o sistémico de glucocorticoides, factores mecánicos como la presión a nivel local o torsión de tejidos y todas las causas o enfermedades que disminuyan o alteren la perfusión sanguínea como la aterosclerosis, obstrucción de drenaje venoso, pacientes fumadores, etc. También se puede mencionar la presencia de cuerpos extraños, el tipo o alcance de la lesión y por último la localización de la lesión. Todos estos factores predisponen a complicaciones, posible falla terapéutica y alteración en la calidad de vida del paciente.<sup>83</sup> A continuación, se describirán tres grandes factores que influyen en la aparición de complicaciones y en el pronóstico de los pacientes. Todos están relacionados e interactúan entre sí para poder determinar el resultado final de cada caso en específico.

### 3.3.1 Factores del paciente

Dentro de los factores de riesgo propios del paciente que afectan la reparación de tejidos, se pueden mencionar todos aquellos que están directamente relacionados con la alteración de los procesos fisiológicos normales de reparación y cicatrización de tejidos. Se pueden mencionar todas las condiciones sistémicas como diabetes mellitus, enfermedad renal crónica, hipertensión arterial, estado nutricional deficiente, enfermedades del colágeno, enfermedades autoinmunes, enfermedades inmunosupresoras, osteoporosis y todas las enfermedades que causen una menor calidad ósea, obstrucción del drenaje venoso, obesidad, enfermedades o condiciones que causen hipoxia tisular y edad avanzada. La obesidad se asocia con un riesgo elevado de osteomielitis y resistencia bacteriana.<sup>83, 109, 111</sup>

Del mismo modo, los hábitos de los pacientes influyen en el pronóstico del tratamiento. El abuso de alcohol, el tabaquismo, el sedentarismo y la malnutrición están relacionados con complicaciones de fracturas expuestas de tibia. El tabaquismo aumenta el riesgo de no uniones en fracturas expuestas de tibia y también aumenta el riesgo de infecciones superficiales y profundas en comparación con pacientes no fumadores. Los pacientes fumadores presentan el triple de probabilidad más que los no fumadores de desarrollar de osteomielitis.<sup>83, 105, 109, 111, 112</sup>

Por último, se encuentran los factores adicionales con relación al paciente, como uso de medicamentos locales o sistémicos como glucocorticoides. El abuso de antibióticos predispone a la resistencia bacteriana. La presión a nivel local o torsión de tejidos, la inmovilidad de la extremidad y la hospitalización prolongada (causante de complicaciones asociadas a infecciones nosocomiales) son otros factores que predisponen al mal pronóstico de los pacientes. Factores como una fijación inadecuada, pérdida ósea, interposición de tejido blando en el área de contacto óseo, quemaduras, radiación, el uso de biomateriales de reconstrucción como parte del tratamiento de las fracturas expuestas de tibia, está relacionado con infecciones locales y osteomielitis. Este último predispone a la formación de biofilm por parte de las bacterias y está relacionado al término “carrera por la superficie” el cual se describirá en el apartado siguiente, más detalladamente.<sup>83, 105, 109</sup>

### 3.3.2 Factores del agente infeccioso

Los factores del agente infeccioso que están relacionados en la producción de complicaciones pueden alterar el pronóstico de los pacientes. Se mencionan tres en específico: la carrera por la superficie, la generación de biofilm y la virulencia del agente. Los tres factores están relacionados entre sí, dependen uno del otro e interactúan para poder generar condiciones desfavorables para el paciente, dificultan el tratamiento, generan complicaciones e influyen de manera negativa en el pronóstico de los pacientes con fractura expuesta de tibia.

### 3.3.2.1. La carrera por la superficie

Los biomateriales de reconstrucción juegan un papel importante en la medicina moderna para la restauración de la función. Las infecciones asociadas a biomateriales plantean una complicación grave y representan un problema en la actualidad debido al uso creciente de biomaterial de implantes y dispositivos. Este tipo de infecciones ocurren en aproximadamente 0.5 a 6 % de todos los casos. Este tipo de infección es de difícil tratamiento, ya que las bacterias poseen una alta habilidad adaptativa para colonizar las superficies inertes (biomateriales) o de células adyacentes dañadas. Además, las bacterias adheridas a los biomateriales generan una biopelícula (biofilm) que evade el tratamiento antibiótico y la respuesta inmune del huésped por varios años antes de convertirse en infecciones más virulentas. <sup>113-115</sup>

En la mayoría de los casos, el tratamiento de estas infecciones es la eliminación del biomaterial utilizado. La etiología de este tipo de infecciones se da por contaminación directa del implante durante la cirugía (perioperatoria), secundaria a un traumatismo, por contaminación durante la hospitalización o diseminación hematógena. Dado que los microorganismos pueden permanecer latentes durante varios años en una superficie de biomaterial dentro del cuerpo humano o en tejido adyacente, estas infecciones pueden manifestarse clínicamente años después de la inserción de un implante. Además, la infección tardía asociada a biomaterial puede desarrollarse por propagación microbiana a través de la sangre en otras partes del cuerpo. <sup>113-115</sup>

En el año 1987 Gristina A<sup>115</sup>, introdujo el término “carrera por la superficie” para describir la relación de las infecciones con los biomateriales de reconstrucción y el pronóstico de estas. El pronóstico de los implantes de biomateriales se representa como una carrera entre la adhesión microbiana y el crecimiento de la biopelícula en la superficie del implante versus la integración de tejido del paciente al implante. Si las células tisulares ganan la carrera, la superficie quedará cubierta por tejido y será menos vulnerable a la colonización bacteriana. El éxito de la integración del tejido a los biomateriales depende de la habilidad de las células tisulares generar una adhesión química estable entre sus membranas y la superficie del material. Por otro lado, si las bacterias ganan la carrera, la superficie del implante estará cubierta rápidamente por una biopelícula y las funciones de las células del paciente incluyendo células del tejido conectivo y de respuesta inmunológica se verán obstaculizadas por los factores de virulencia y toxinas de las bacterias. Las estrategias de recubrimiento de superficie del material son una ayuda para el paciente ya que promueven la adherencia de las células del hospedador e impiden la adherencia bacteriana. <sup>113, 114</sup>

### 3.3.2.2. Biofilm y virulencia del agente

El biofilm o biopelícula es un conjunto de células microbianas que está irreversiblemente asociada con una superficie y encerrada en una matriz de polisacáridos. El biofilm generado por las bacterias corresponde a una capa de glucoproteínas, fibronectina, fibrinógeno, colágeno y otras proteínas las cuales cubren de manera casi inmediata a la superficie del biomaterial o tejido dañado y representa un lugar de adhesión bacteriana. El rol de cada capa dependerá de cada agente en específico. Por ejemplo, la capa de glucoproteínas y proteoglicanos no permiten la integración ósea del material. Asimismo, este conjunto permite a las bacterias aislarse de las respuestas inmunes del paciente y genera un ambiente óptimo para la reproducción de bacterias sin verse afectadas por el tratamiento antibiótico. Normalmente, estas bacterias se encuentran en un estado latente dentro del biofilm, pero por su capacidad de aislarse al medio, generan infecciones más graves posteriormente. <sup>113-115</sup>

La virulencia del agente y la generación del biofilm pueden predisponer a complicaciones a corto, largo y mediano plazo por medio de la producción de infecciones. Clínicamente, los antibióticos elegidos deben tener la capacidad de ser activos contra las bacterias en el biofilm, pero casi nunca pueden matar bacterias en nichos (el tejido peri-implante o localizaciones intracelulares). La elección del antibiótico es un tema de controversia debido a la alta capacidad de generar resistencia por parte de las bacterias. <sup>113-115</sup>

En conclusión, la superficie del implante puede generar una reacción inflamatoria en la interfaz del tejido, que resulta en la activación del sistema inmune, y obstaculiza la colonización bacteriana. Desafortunadamente, los microorganismos se introducen con frecuencia en la superficie del implante durante la cirugía o posteriormente, por lo que los microorganismos comienzan la carrera por la superficie antes de que pueda ocurrir la integración del tejido. Debido a que es un material inerte, la irrigación sanguínea y las funciones del hospedador hacia el implante son casi nulas. Sumado a esto, el biofilm generado por las bacterias limita aún más el tratamiento ya que no permite que las células del hospedador ni el tratamiento antibiótico funcione, por lo que una infección asociada a biomaterial es de difícil tratamiento y la mayoría requieren un retiro del material mediante tratamiento quirúrgico. El uso de estrategias de recubrimiento de la superficie del dispositivo, ayudan a las células del tejido del hospedador a integrarse de una manera más rápida y ganar la carrera por la superficie en contra de la adhesión bacteriana.



### 3.3.3 Factores del accidente

Todos los factores relacionados al accidente y su desenlace están implicados en el desarrollo de complicaciones y modifican el pronóstico del tratamiento de las fracturas expuestas de tibia. El desarrollo de complicaciones se ve afectado por:

- El lugar del accidente: dependiendo del lugar donde ocurra el accidente, ciertas fracturas expuestas de tibia presentan más riesgo. Las fracturas expuestas de tibia producidas en granjas, con contacto con aguas negras, tienen un mayor riesgo de infección, osteomielitis y no unión.<sup>30, 109, 110</sup>
- Severidad de la lesión: el grado de fractura expuesta de tibia según la clasificación de Gustilo y Anderson es un factor predictivo en el desarrollo de infecciones. Entre más severa es la lesión, mayor el riesgo de desarrollo de complicaciones como infecciones, osteomielitis, no uniones y amputaciones.<sup>30, 109, 110</sup>
- Mecanismos y circunstancias causantes de la producción de la lesión: incluyendo accidentes de tránsito, lesiones por armas de fuego, accidentes peatonales, etc.<sup>30, 109</sup>
- Cantidad de destrucción de tejidos blandos: los tejidos blandos circundantes al área de la lesión influyen en la reparación de tejidos y la consolidación de la fractura, ya que aporta las condiciones necesarias para que los procesos fisiológicos de reparación se lleven a cabo. La destrucción de tejidos blandos está relacionada con la severidad de la lesión y es directamente proporcional a la aparición de complicaciones. La destrucción de tejidos blandos predispone a tratamientos prolongados, pérdida de la funcionalidad, mayor tasa de infecciones y estancia hospitalaria.<sup>30, 109, 110</sup>
- Daño o sección del paquete neurovascular: que compromete el estado del miembro afectado, asociado a pérdida de la funcionalidad, mayor tasa de reintervenciones quirúrgicas, estancia hospitalaria prolongada, infecciones nosocomiales y amputaciones.<sup>30, 109, 110</sup>
- Síndrome compartimental: aproximadamente el 50 % de todos los síndromes compartimentales son resultado de fracturas de tibia; las fracturas expuestas tienen mayor tasa de síndrome compartimental en comparación con las fracturas cerradas. El pronóstico es bueno para las extremidades si el tratamiento temprano es realizado. Si la isquemia progresa, está relacionado a pérdida de extremidades y tiene un 50 % de tasa de mortalidad. Esta complicación está asociada a rabdomiólisis, falla renal, aumento de marcadores inflamatorios, disminución de la fuerza muscular, déficit neurológico, insuficiencia venosa crónica, infecciones debido a tejido necrótico, alteraciones estéticas y funcionales, no uniones, dolor crónico y amputación de la extremidad.<sup>30, 109, 110</sup>

En el capítulo siguiente se discute de forma general la importancia del manejo terapéutico de los pacientes con fracturas expuestas de tibia en adultos en Hospitales de tercer nivel de atención a nivel mundial incluyendo las opiniones de dos expertos sobre el tema desarrollado.



## CAPÍTULO 4. ANÁLISIS

Las fracturas expuestas son el resultado de traumatismos de alta energía y su causa principal son los accidentes de tránsito, seguida por la violencia. Ambas causas presentan una alta incidencia en la población económicamente activa en nuestro medio, un país en vías de desarrollo, lo cual representa una gran importancia. El experto, Doctor Rodolfo Arturo Guerra Salazar, especialista en ortopedia y traumatología, menciona que según su experiencia: “este tipo de lesiones se presentan, en la mayoría de los casos, en la población que se transporta en motocicleta; es muy común que lleguen motoristas a la emergencia (Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social) ya sea porque han sido atropellados por un carro, han resbalado por la lluvia o por esquivar algún obstáculo en la carretera.”

De acuerdo con lo mencionado por el experto en el párrafo anterior, según el INE<sup>2</sup>, para el año 2018 se reportó un total de 6 395 accidentes de tránsito y 7 938 lesionados por accidentes de tránsito en la República Guatemalteca; de estos, las motocicletas representan la mayor cantidad de vehículos involucrados. Del total de lesionados, la mayoría son hombres con un total de 5 446. El grupo de edad con mayor número de lesionados es el de 20 a 24 años con un total de 1 516 lesionados, seguido del grupo de 25 a 29 años con un total de 1 133 lesionados por accidentes de tránsito. Asimismo, se reporta una tasa de 88.4 lesionados por accidentes de tránsito por cada 100 000 habitantes en el departamento de Guatemala.

Por las características anatómicas de la tibia (incluyendo la poca musculatura) esta es susceptible a sufrir fracturas por los distintos mecanismos antes descritos, incluyendo la suma de fuerzas o carga mecánica (de manera repentina o repetida, indirecta o directa) que resulta mayor a lo que el hueso puede soportar y por lo tanto, presenta un mayor riesgo a sufrir fracturas expuestas en sus distintos segmentos. Es de suma importancia conocer los mecanismos por los cuales ocurren estas fracturas, el tipo de éstas, el tipo de accidente, la cantidad de energía disipada, el segmento y el grado de afectación, y si los pacientes que la presenten tienen factores de riesgo que hacen que los factores intrínsecos o extrínsecos que causan una fractura se modifiquen. La importancia de conocer todos estos factores radica en que, dependiendo de estos, se determinará el mejor tratamiento posible y el pronóstico de los pacientes a largo plazo.

Así también, la tibia, debido a sus características anatómicas, su tipo de cobertura cutánea y su relación con los tejidos blandos; al presentar una fractura expuesta, representa una lesión de alta complejidad en donde se pone en juego la conservación de las extremidades y de la vida misma. La traumatología y la ortopedia, en conjunto con otras especialidades, son las encargadas de tratar este tipo de lesiones de una manera multidisciplinaria para el mejor pronóstico de los pacientes.

Las lesiones de tejidos por fracturas expuestas de tibia representan una situación heterogénea y conllevan un alto riesgo de complicaciones y fallo en el tratamiento. De acuerdo con el Doctor Arturo Guerra y la Doctora Rita Tobia, para iniciar con el manejo terapéutico de este tipo de fracturas, se debe clasificar el grado de la fractura expuesta; en nuestro medio se utiliza la clasificación de Gustilo y Anderson, no solo para tibia sino para cualquier fractura expuesta en general. Ambos expertos coinciden en que existen otros tipos de clasificaciones, como la clasificación de la AO; sin embargo, esta es más compleja ya que involucra tejidos blandos. Coincidiendo con los expertos, debido a la heterogeneidad de las fracturas expuestas en toda la población, los principios de reconstrucción dependen del grado de la fractura, defectos del tejido, la localización anatómica, profundidad de la lesión, y características de los pacientes, por lo que se puede decir que la guía del tratamiento es el paciente.

Los objetivos del tratamiento de las fracturas expuestas de tibia son: lograr restaurar y preservar la vida y las funciones vitales, prevenir el desarrollo de infecciones, restaurar la anatomía y la unión ósea, restaurar la función de los miembros y recuperar la función física y psicosocial óptima de la persona. Para lograr estos objetivos, existen pilares del tratamiento los cuales son: estabilización del paciente e identificación de lesiones potencialmente mortales, administración temprana de antibióticos intravenosos, irrigación de la herida, estabilización y fijación de la fractura de forma temporal, definitiva o ambas, lavado y desbridamiento adecuado de las heridas realizado por personal calificado, manejo del daño neurovascular (en fracturas expuestas grado IIIC según la clasificación de Gustilo y Anderson), y manejo de las heridas de tejidos blandos y cobertura cutánea, en base a la escalera de reconstrucción de tejidos blandos según la severidad de la herida, el grado de contaminación y la estabilidad del paciente. Este tratamiento debe realizarse en el menor tiempo posible, siempre y cuando las condiciones del paciente lo permitan, para lograr disminuir las complicaciones de prolongar el tratamiento.

Ambos expertos, Doctores Rita María Tobar y Arturo Guerra concuerdan que, es importante cumplir la administración de antibiótico de manera urgente ya que, al no hacerlo, los pacientes pueden desarrollar infecciones postoperatorias, ya sea de la herida operatoria o del hueso (osteomielitis) que es una de las complicaciones principales de este tipo de fracturas. Asimismo, existen distintos factores que interactúan entre sí para predisponer al paciente al desarrollo de complicaciones y modifican el pronóstico del tratamiento de las fracturas expuestas de tibia. Dentro de estos factores encontramos los propios del paciente; que se refieren al estado fisiológico del paciente y su capacidad de respuesta al traumatismo y al tratamiento. Se pueden mencionar: la edad, antecedentes, comorbilidades, hábitos, el uso de medicamentos y la estabilidad hemodinámica. El segundo factor es el agente; la capacidad de virulencia del agente predispondrá a complicaciones infecciosas, relacionadas a los implantes de reconstrucción y

alterando el pronóstico de los procedimientos de cubierta cutánea de los pacientes adultos con fractura expuesta de tibia. Por último, otro factor importante está relacionado con todos aquellos factores externos y del accidente en el cual la severidad de la lesión es el mayor predictor de éxito del tratamiento. Todos estos factores interactúan y determinan la generación de complicaciones inmediatas y complicaciones del tratamiento las cuales afectan la calidad de vida del paciente, prolongan la estancia hospitalaria, aumentan los costos hospitalarios y podrían desencadenar la muerte de no ser tratadas.



## CONCLUSIONES

Los pilares del tratamiento de una fractura expuesta de tibia a nivel mundial son: la estabilización del paciente e identificación de lesiones potencialmente mortales, la administración temprana de antibióticos intravenosos, irrigación de la herida, estabilización y fijación de la fractura de forma temporal, definitiva o ambas, el lavado y desbridamiento adecuado de las heridas, manejo del daño neurovascular y manejo de las heridas de tejidos blandos y cobertura cutánea. Los objetivos del tratamiento son: restaurar y preservar la vida y las funciones vitales del paciente, prevenir el desarrollo de infecciones y complicaciones, restaurar la anatomía y la unión ósea, restaurar la función de los miembros y recuperar la función física y psicosocial óptima de la persona. Las complicaciones probables de estos pacientes son propias de las fracturas expuestas de tibia según el grado o del tratamiento mismo.

Las fracturas expuestas son resultado de traumatismos de alta energía, debido a accidentes de tránsito y violencia; ocurren en su mayoría en población joven del sexo masculino y pilotos de motocicleta. Existen distintas clasificaciones para las fracturas expuestas de tibia, pero la más utilizada mundialmente es la clasificación de Gustillo y Anderson. Es importante conocer los mecanismos por los cuales ocurren estas fracturas, el tipo o clasificación, la cantidad de energía disipada, el segmento y el grado de afectación, y la existencia de factores de riesgo que hacen que los factores intrínsecos o extrínsecos que causan una fractura se modifiquen para determinar el tratamiento a seguir.

La tibia es vulnerable a mecanismos lesionales y a exponerse al fracturarse debido a que la cara medial está cubierta únicamente por el tejido celular subcutáneo y piel en toda su longitud. El tratamiento de este tipo de fracturas conlleva a una complementación de la cirugía plástica reconstructiva con la traumatología y ortopedia para brindar el mejor tratamiento óseo y de tejidos blandos con el objetivo de salvaguardar la vida del paciente, salvar el miembro afectado, brindar una recuperación de la funcionalidad global y rehabilitar al paciente de manera adecuada. El tratamiento inicial engloba a la estabilización del paciente e identificación de lesiones potencialmente mortales según los principios del ATLS, la administración de antibióticos intravenosos, irrigación de la herida y la estabilización del miembro afectado. El manejo terapéutico posterior abarca todo el tratamiento quirúrgico incluyendo la fijación de la fractura, el lavado y desbridamiento de la herida, el manejo del daño neurovascular y manejo de las heridas de tejidos blandos y cobertura cutánea haciendo uso de los métodos mencionados en la escalera de la reconstrucción de tejidos blandos y de métodos adyuvantes.

La predisposición del paciente al desarrollo de complicaciones de fracturas expuestas de tibia y del tratamiento dependen del grado de fractura y de ciertos factores que interactúan entre



sí. Asimismo, dependiendo del tipo de complicación que se presente, el pronóstico y la calidad de vida del sujeto a largo plazo se puede alterar, prolongando la estancia hospitalaria, aumentando los costos y desencadenando la muerte de no ser tratadas adecuadamente. Dentro de estos factores, se encuentran los propios del paciente incluyendo el estado fisiológico y hemodinámico, antecedentes y comorbilidades y hábitos. Luego se encuentran los propios del agente incluyendo su capacidad de virulencia la cual puede desencadenar complicaciones infecciosas. Por último, los factores externos y del accidente en el cual la severidad de la lesión es el mayor predictor de éxito del tratamiento.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la comunidad científica investigar sobre algoritmos de tratamiento para fracturas expuestas de tibia que incluyan un manejo adecuado de tejidos blandos según las características que presenta cada paciente y el pronóstico del tratamiento según el manejo que se les dé.

Se sugiere a la comunidad científica realizar investigación sobre la distribución epidemiológica y frecuencia de las complicaciones, pronóstico e impacto en la calidad de vida de las personas según la localización anatómica de las fracturas expuestas comparándolas con las fracturas expuestas de tibia.

Se exhorta a los estudiantes de grado y postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas a realizar investigación científica de campo en los hospitales de tercer nivel de atención guatemaltecos, sobre las fracturas expuestas de tibia y su manejo terapéutico, para la mejora en el tratamiento y la calidad de vida de los afectados por este tipo de eventos en la población guatemalteca.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Los traumatismos: el problema sanitario desatendido en los países en desarrollo. WHO. [en línea]. 2009 Abr [citado 5 Abr 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/bulletin/volumes/87/4/08-052290/es/>
2. Guatemala. Instituto Nacional de Estadística. Accidentes de tránsito [en línea]. Guatemala: INE; 2019 [citado 5 Jun 2020]. Disponible en: <https://www.ine.gob.gt/ine/>
3. Hernández D, Zambrano E. Manejo de fracturas expuestas. Guía de práctica clínica basada en evidencia [en línea]. Guatemala: IGSS; 2016 [citado 5 Abr 2020]. No.70. Disponible en: <https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/images/gpc-be/traumatologia-y-ortopedia/GPC-BE-No-70-Manejo-de-las-Fracturas-Expuestas.pdf>
4. Guamán E, Heras L, Guerrero J. Caracterización de fracturas expuestas: Hospital José Carrasco Arteaga. Rev Latin Dex [en línea]. 2018 Sep [citado 5 Abr 2020]; 37 (2): 12-16. Disponible en: [http://www.revistaavft.com/images/revistas/2018/avft\\_2\\_2018/3\\_caracterizacion\\_de\\_fracturas\\_expuestas.pdf](http://www.revistaavft.com/images/revistas/2018/avft_2_2018/3_caracterizacion_de_fracturas_expuestas.pdf)
5. Fortune J, Paulos J, Liendo C. Manual de ortopedia y traumatología [en línea]. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile; 2005 [citado 5 Mar 2020]. Disponible en: <https://medicina.uc.cl/publicacion/manual-de-ortopedia-y-traumatologia/>
6. Silberman F. Ortopedia y traumatología. 4 ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana; 2018.
7. De Frías M. Cirugía ortopédica y traumatología: protocolo docente [en línea]. Madrid: Hospital Ramón y Cajal; 2020 [citado 5 Jun 2020]. Disponible en: <http://www.hrc.es/pdf/docencia/protdocenCORTOP.pdf>
8. Eastman A. Manual Parkland de traumatología. 3 ed. España, Zaragoza: Elsevier; 2010.
9. Moore K. Anatomía con orientación clínica. 7 ed. España, Barcelona: Wolters Kluwer; 2013.
10. Rancaño J, Pereira J, Moya J, Manresa F, Segura R, Prats A, et al. Master Atlas comentado de anatomía. 4 ed. Madrid: Libros Marban; 2011.
11. Athanasou N. Pathology of bone injury. Diagn Histopathol [en línea]. 2009 Sep [citado 5 Jun 2020]; 15(9):437-43. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1756231709001261>
12. Meinberg E, Agel J, Roberts C, Karam M, Kellam J. Fracture and dislocation classification compendium. Orthopaedic Trauma [en línea]. 2018 Ene [citado 5 Jun 2020]; 32(1):S1-10. Disponible en: <http://journals.lww.com/00005131-201801001-00001>
13. Eiff M, Hatch R, Higgins M. Fracture management for primary care and emergency medicine [en línea]. 4ed. Philadelphia: Elsevier; 2019. Capítulo II, General principles of fracture care;

- [citado 5 Jun 2020]; p. 5-38. Disponible en:  
[https://ezproxy.ufm.edu:2057/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B978032349634600011X.pdf?locale=en\\_US&searchIndex=](https://ezproxy.ufm.edu:2057/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B978032349634600011X.pdf?locale=en_US&searchIndex=)
14. Bertocci G. Long bone fracture biomechanics. En: Jenny C. Child abuse and neglect [en línea]. 4 ed. Philadelphia: Elsevier; 2011 [citado 5 Jun 2020]. p. 317-25. Disponible en:
  15. Goyal M. Common fractures. En: Florin T, Ludwig S. Netter's pediatrics [en línea]. Philadelphia: WB Saunders; 2011 [citado 5 Jun 2020]. p. 132-40. Disponible en:  
<https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9781437711554000225>
  16. Hughes P, Davies A. Appendicular and pelvic trauma. En: Adam A, Dixon A, Gillard J, Schaefer-Prokop C. Grainger & Allison's diagnostic radiology. 7ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2020. p. 1142-83.
  17. Gomez M, Nahum A. Biomechanics of bone. En: Yoganandan N, Nahum A, Melvin J. Accidental injury: Biomechanics and prevention. 2ed. Philadelphia: Springer-Verlag; 2002. p. 206-27.
  18. Debski RE, Patel N, Shearn J. Basic concepts in biomechanics. En: Miler D, Thompson S. DeLee, Drez, & Miller's orthopaedic sports medicine. 5 ed. Philadelphia: Elsevier; 2019. p. 16.
  19. Reilly D, Burstein A. The elastic and ultimate properties of compact bone tissue. Journal of biomechanics[en línea]. 2004 Abr [citado 5 Jun 2020]; 8(6):393-405. doi: 10.1016/0021-9290(75)90075-5
  20. Lotz J, Gerhart T, Hayes W. Mechanical properties of trabecular bone from the proximal femur. J Comput Assist Tomogr [en línea]. 1990 Ene [citado 5 Jun 2020]; 14(1):107-14. Disponible en: <http://journals.lww.com/00004728-199001000-00020>
  21. Wright T, Hayes W. Tensile testing of bone over a wide range of strain rates: effects of strain rate, microstructure and density. Med Biol Eng [en línea]. 1976 Nov [citado 5 Jun 2020]; 14(6):671-80. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/BF02477046>
  22. Kalb R, Fowler G. Fracture care. En: Pfenninger & Fowler's procedures for primary care. 4 ed. Philadelphia: Elsevier; 2019. p. 1193-211.
  23. Kim W. Imaging of extremity trauma. En: Torigian D, Ramchadani P. Radiology secrets plus [en línea]. 4 ed. Philadelphia: Elsevier; 2016. [citado 11 Mayo 2020]; p. 497-503. Disponible en:  
[https://ezproxy.ufm.edu:2057/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9780323286381000451.pdf?locale=en\\_US&searchIndex=](https://ezproxy.ufm.edu:2057/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9780323286381000451.pdf?locale=en_US&searchIndex=)

24. Taki H, Memarzadeh A, Trompeter A, Hull P. Closed fractures of the tibial shaft in adults. *Orthop Trauma* [en línea]. 2017 Abr [citado 5 Jun 2020]; 31(2):116-24. Doi: 10.1016/j.mporth.2016.09.012
25. Stenroos A, Puhakka J, Nietosvaara Y, Kosola J. Treatment of closed tibia shaft fractures in children: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Pediatr Surg* [en línea]. 2019 Mayo [citado 5 Jun 2020]; 10(5):96-101. Doi: 10.1055/s-0039-1693991
26. McMahon SE, Little ZE, Smith TO, Trompeter A, Hing CB. The management of segmental tibial shaft fractures: A systematic review. *Injury* [en línea]. 2016 Mar [citado 5 Jun 2020]; 47(3):568-73. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138315007445>
27. Ibrahim DA, Swenson A, Sassoon A, Fernando ND. Classifications in brief: The Tscherne classification of soft tissue injury. *Clin Orthop* [en línea]. 2017 Jul [citado 7 Jun 2020]; 475(2):560-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5213932/>
28. Livingston K. Fractures with soft tissue injuries. En: Mencion G. Green's skeletal trauma in children [en línea]. 6 ed. Philadelphia: Elsevier; 2019. [citado 18 Mayo 2020]; p. 90-111. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9780323613361000066>
29. Erickson-Hoge M, Gillam M, Marcellin L, Mauer M, Milham B, Ries N, et al. Compartment síndrome [en línea]. Elsevier; 2018 [actualizado 13 Dic 2018; citado 6 Jun 2020]. Disponible en: [https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/clinical\\_overview/67-s2.0-0f75d1ff-0972-48ab-96af-bce70c292582?scrollTo=%23top](https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/clinical_overview/67-s2.0-0f75d1ff-0972-48ab-96af-bce70c292582?scrollTo=%23top)
30. Whittle AP. General principles of fracture treatment. En: Azar F, Canale T, Beaty J. *Campbell's operative orthopaedics* [en línea]. 13ed. Nueva York: Elsevier; 2017. [citado 6 Jun 2020] p. 2655-711. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9780323374620000537>
31. Witmer DK. Emergency care of musculoskeletal injuries. En: Townsend C, Beauchamp R, Evers B, Mattox K. *Sabiston textbook of surgery* [en línea]. 20 ed. New York: Elsevier Health Sciences; 2016. [citado 6 Jun 2020] p. 462-504. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9780323299879000187?scrollTo=%23top>
32. Kortram K, Bezstarosti H, Metsemakers W, Raschke M, Van Lieshout E, Verhofstad M. Risk factors for infectious complications after open fractures; a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop* [en línea]. 2017 Ene [citado 6 Jun 2020]; 41(10):1965-82. Disponible en: [sci-hub.tw/10.1007/s00264-017-3556-5](https://sci-hub.tw/10.1007/s00264-017-3556-5)

33. Obremskey W, Molina C, Collinge C, Nana A, Tornetta P, Sagi C, et al. Current practice in the management of open fractures among orthopaedic trauma surgeons. A survey of orthopaedic trauma surgeons. *J Orthop Trauma* [en línea]. 2014 Ago [citado 6 Jun 2020]; 28(8):e198-202. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26057885/>
34. Craig J, Fuchs T, Jenks M, Fleetwood K, Franz D, Iff J, et al. Systematic review and meta-analysis of the additional benefit of local prophylactic antibiotic therapy for infection rates in open tibia fractures treated with intramedullary nailing. *Int Orthop* [en línea]. 2014 Mayo [citado 6 Jun 2020]; 38(5):1025-30. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3997785/>
35. Zhu Y, Chen W, Sun T, Zhang Q, Cheng J, Zhang Y. Meta-analysis of risk factors for the second hip fracture (SHF) in elderly patients. *Arch Gerontol Geriatr* [en línea]. 2014 Ago [citado 6 Jun 2020]; 59(1):1-6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167494314000302>
36. Tebé C, Río L, Casas L, Estrada M, Kotzeva A, Gregorio S, et al. Factores de riesgo de fracturas por fragilidad en una cohorte de mujeres españolas. *Gac Sanit* [en línea]. 2011 Mayo [citado 6 Jun 2020]; 25(6):507-12. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S021391112011000600012&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S021391112011000600012&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
37. Yu E, Bauer SR, Bain PA, Bauer DC. Proton pump inhibitors and risk of fractures: a meta-analysis of 11 international studies. *Am J Med* [en línea]. 2011 Jun [citado 6 Jun 2020]; 124(6):519-26. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002934311001641>
38. Yang L, Lv X, Wei D, Yue F, Guo J, Zhang T. Metabolic syndrome and the risk of bone fractures: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Bone* [en línea]. 2016 Mar [citado 6 Jun 2020]; 84:52-6. doi: 10.1016/j.bone.2015.12.008
39. Reid I, Bolland M, Grey A. Effects of vitamin D supplements on bone mineral density: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* [en línea]. 2014 Jun [citado 6 Jun 2020]; 383(9912):146-55. doi: 10.1016/S0140-6736(13)61647-5
40. Contreras F, Barrera F, Lamilla M, Villacres C. Fracturas expuestas de tibia, características clínicas, complicaciones y factores de riesgo. *Sinergia Educativa* [en línea]. 2020 Ene [citado 6 Jun 2020]; E (1):10. Disponible en: <http://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/84>
41. Song SY, Kim Y, Park H, Kim Y, Kang W, Kim E. Effect of parity on bone mineral density: a systematic review and meta-analysis. *Bone* [en línea]. 2017 Ago [citado 6 Jun 2020]; 101:70-6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S8756328217301552>

42. Andrango, F. Burgos, V. Chicaiza, T. García, J. Factores de riesgo en las complicaciones infecciosas de las fracturas expuestas de la tibia. *Un Cien y Tec* [en línea]. 2019 Ago [citado 6 Jun 2020]; 107-14. Disponible en: <https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/206/291>
43. Cheraghi Z, Doosti-Irani A, Almasi-Hashiani A, Baigi V, Mansournia N, Etminan M, et al. The effect of alcohol on osteoporosis: a systematic review and meta-analysis. *Drug Alcohol Depend* [en línea]. 2019 Abr [citado 6 Jun 2020]; 197:197-202. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30844616/>
44. Canale T. *Tratado de cirugía ortopédica*. 10 ed. Madrid: Elsevier; 2003.
45. Keating J. Regional injuries. En: Luqmani R, Robb J, Porter D, Joseph B. *Textbook of orthopaedics, trauma and rheumatology* [en línea]. 2 ed. Edinburgh: Mosby/Elsevier; 2013. [citado 6 Jun 2020]; p. 162-5. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9780723436805000123?scrollTo=%23top>
46. Hopkins C. Knee and Lower Leg Injuries. En: Adamas J, Barton E, Collings J, DeBleux P, Gisondi M, Nadel E. *Emergency Medicine* [en línea]. 2 ed. New York: Elsevier/Saunders; 2008.[citado 6 Jun 2020]; p. 738-42. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9781437735482000847?scrollTo=%23top>
47. Schade A, Hind J, Khatri C, Metcalfe A, Harrison W. Systematic review of patient reported outcomes from open tibia fractures in low and middle-income countries. *Injury* [en línea]. 2020 Feb [citado 6 Jun 2020]; 51(2):142-6. Disponible en: c
48. Griffin M, Malahias M, Khan W, Hindocha S. Update on the management of open lower limb fractures. *Open Orthop J* [en línea]. 2012 Nov [citado 6 Jun 2020]; 6:571-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3522114/>
49. Jones C. Open Fractures. En: Borwner B, Juiter J, Krettek C, Anderson P. *Skeletal Trauma: basic science, management, and reconstruction* [en línea]. 6 ed. Philadelphia: Elsevier; 2019 [citado 6 Jun 2020]; p. 530-60. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9780323611145000185?scrollTo=%23hl0002321>
50. Court-Brown CM, Bugler KE, Clement ND, Duckworth AD, McQueen MM. The epidemiology of open fractures in adults. A 15-year review. *Injury* [en línea]. 2012 Jun [citado 6 Jun 2020]; 43(6):891-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22204774/>



51. Tissingh E, Memarzadeh A, Queally J, Hull P. Open lower limb fractures in major trauma centers – A loss leader? *Injury* [en línea]. 2017 Feb [citado 6 Jun2020]; 48(2):353-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28087118/>
52. Weber C, Hildebrand F, Kobbe P, Lefering R, Sellei RM, et al. Epidemiology of open tibia fractures in a population-based database: update on current risk factors and clinical implications. *Eur J Trauma Emerg Surg* [en línea]. 2019 Feb [citado 6 Jun2020]; 45(3):445-53. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00068-018-0916-9>
53. López M. Perfil epidemiológico y clínico de pacientes con lesiones en extremidades, secundarias a accidentes en motocicleta. [tesis Médico y cirujano en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2017 [citado 5 Mar 2020]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05\\_10665.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10665.pdf)
54. López D. Fracturas abiertas de miembro inferior por accidentes de motocicleta: estudio retrospectivo, cuantitativo, descriptivo y transversal realizado en el Hospital General de Accidentes “El Ceibal” del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2012 a 2017. [tesis Médico y cirujano en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2018 [citado 5 Mar 2020]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05\\_11084.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_11084.pdf)
55. Whittle AP. General principles of fracture treatment. En: Azar F, Canale T, Beaty J. *Campbell's operative orthopaedics* [en línea]. 13 ed. Philadelphia: Elsevier; 2017.[citado 6 Jun 2020]; p. 2655-711. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9780323374620000537>
56. Diwan A, Eberlin K, Smith R. The principles and practice of open fracture care. *Chin J Traumatol* [en línea]. 2018 Ago [citado 6 Jun2020]; 21(4):187-92. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6085196/>
57. Ryan SP, Pugliano V. Controversies in initial management of open fractures. *Scand J Surg* [en línea]. 2014 Dic [citado 6 Jun 2020]; 103(2):132-7. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1457496913519773>
58. Baker M, Fulford D. Tibial and fibular injuries. En: Cameron P, Little M, Mitra B, Deasy C. *Textbook of adult emergency medicine* [en línea]. 5ed. Philadelphia: Elsevier; 2019. [citado 6 Jun 2020]; p. 180-2. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B978070207624400032X>
59. Corona P. Osteomielitis. *MBA Institute* [en línea]. 2019 Ene Disponible en: <http://www.mbainstitute.eu/recursos/boletines/mba-institute-bo21-boletin-osteomielitis-web.pdf>

60. Stewart R, Rotondo M, Henry S, Al S, Bowyer M, Davis K, et al. Advanced trauma life support [en línea]. 10 ed. Chicago: The Committee on Trauma; 2018 [citado 6 Jun 2020]. Disponible en: <https://viaaerearcp.files.wordpress.com/2018/02/atls-2018.pdf>
61. Mohammad A, Branicki F, Abu-Zidan F. Educational and clinical impact of advanced trauma life support (ATLS) courses: a systematic review. *World J Surg* [en línea]. 2014 Oct [citado 6 Jun 2020]; 38(2):322-9. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00268-013-2294-0>
62. Galvano S, Steurer M, Grissom T. Anesthesia for Trauma. En: Gropper M, Eriksson L, Fleisher L, Wiener J, Cohen N, Leslie K. *Miller's anesthesia* [en línea]. 9 ed. Philadelphia, USA: Elsevier; 2020. [citado 6 Jun 2020]; p. 2115-55. Disponible en: [https://ezproxy.ufm.edu:2057/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9780323596046000663.pdf?locale=en\\_US&searchIndex=](https://ezproxy.ufm.edu:2057/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9780323596046000663.pdf?locale=en_US&searchIndex=)
63. Galvagno SM, Nahmias JT, Young DA. Advanced trauma life support. *Anesthesiology Clinics* [en línea]. 2019 Mar [citado 6 Jun 2020]; 37(1):13-32. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S193222751830096X>
64. Zalavras C. Prevention of infection in open fractures. *Infect Dis Clin North Am* [en línea]. 2017 [citado 6 Jun 2020]; 31(2):339-52. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891552017300053>
65. Lack W, Karunakar M, Angerame M, Seymour R, Sims S, Kellam J, et al. Type III open tibia fractures: immediate antibiotic prophylaxis minimizes infection. *J Orthop Trauma* [en línea]; 2014 Mar [citado 6 Jun 2020]; 29 (1): 1-6. Disponible en: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005131-900000000-99210>
66. Patzakis M, Wilkins J, Moore T. Use of antibiotics in open tibial fractures. *Clinic Orthop* [en línea]. 1983 Sep [citado 6 Jun 2020] ;(178):31-5. Disponible en: <http://journals.lww.com/00003086-198309000-00005>
67. Kurz A, Petrisor A. Treatment of open fractures. En: Schemitsch E, Mckee M. *Operative techniques: Orthopaedic trauma surgery* [en línea]. 2 ed. Philadelphia: Elsevier; 2019. [citado 10 Jun 2020]; p. 945-57. Disponible en: [https://ezproxy.ufm.edu:2057/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9780323508889000744.pdf?locale=en\\_US&searchIndex=](https://ezproxy.ufm.edu:2057/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9780323508889000744.pdf?locale=en_US&searchIndex=)
68. Milne K, Penn-Barwell J. Classification and management of acute wounds and open fractures. *Surg Oxf* [en línea]. 2020 Feb [citado 10 Jun 2020]; 38(3):143-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0263931920300223>

69. Isaac S, Woods a, Danial I, Mourkus H. Antibiotic prophylaxis in adults with open tibial fractures: what is the evidence for duration of administration? A systematic review. *J Foot Ankle Surg* [en línea]. 2015 Sep [citado 10 Jun 2020]; 55(1):146-50. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1067251615003142>
70. Messner J, Papakostidis C, Giannoudis PV, Kanakaris NK. Duration of administration of antibiotic agents for open fractures: meta-analysis of the existing evidence. *Surg Infect* [en línea]. 2017 Nov [citado 6 Jun 2020]; 18(8):854-67. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28956724/>
71. Om P, Le P, Ortiz E, Ceruto-Naranjo M. Fijación interna y externa en fractura expuesta de tibia. *Acta Ortopédica Mex* [en línea]. 2013 Ago [citado 6 Jun 2020]; 27(4):256-9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2013/or134g.pdf>
72. Okike K, Bhattacharyya T. Trends in the management of open fractures: A critical analysis. *J Bone Jt Surg* [en línea]. 2006 Dic [citado 6 Jun 2020]; 88(12):2739-48. Disponible en: <http://journals.lww.com/00004623-200612000-00025>
73. The FLOW Investigators. A trial of wound irrigation in the initial management of open fracture wounds. *N Engl J Med* [en línea]. 2015 Feb [citado 6 Jun 2020]; 373(27):2629-41. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1508502>
74. Higgins T, Klatt J, Beals T. Lower extremity assessment project (LEAP) – The best available evidence on limb-threatening lower extremity trauma. *Orthop Clin North Am* [en línea]. 2010 Abr [citado 7 Jun 2020]; 41(2):233-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0030589809001138>
75. Roslee C, Hinsley H, Rossiter N. “The swinging pendulum” – the evolution of (orthopaedic) trauma care. *Orthop Trauma* [en línea]. 2017 Abr [citado 7 Jun 2020]; 31(2):62-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877132716301567>
76. Rozell J, Connolly K, Mehta S. Timing of operative debridement in open fracture. *Orthop Clin North Am* [en línea]. 2017 Ene [citado 7 Jun 2020]; 48(1):25-34. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0030589816300724>
77. Enninghorst N, McDougall D, and Hunt J, Balogh Z. Open tibia fractures: timely debridement leaves injury severity as the only determinant of poor outcome. *J Trauma Inj Infect Crit Care* [en línea]. 2011 Feb [citado 7 Jun 2020]; 70(2):352-7. Disponible en: <http://journals.lww.com/00005373-201102000-00015>
78. Schenker M, Yannascoli S, Baldwin K, Ahn J, Mehta S. Does timing to operative debridement affect infectious complications in open long-bone fractures? A systematic review. *J Bone Joint Surg-Am* [en línea]. 2012 Ene [citado 7 Jun 2020]; 94(12):1057-64. Disponible en: <http://journals.lww.com/00004623-201206200-00001>

79. Prodromidis A, Charalambous C. The 6-Hour rule for surgical debridement of open tibial fractures: A systematic review and meta-analysis of infection and nonunion rates. *J Orthop Trauma* [en línea]. 2016 Jul [citado 7 Jun 2020]; 30(7):397-402. Disponible en: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005131-201607000-00011>
80. Giovannini F, Palma L, Panfighi A, Marinelli M. Intramedullary nailing versus external fixation in Gustilo type III open tibial shaft fractures: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Strateg Trauma Limb Reconstr*[en línea]. 2016 Abr [citado 7 Jun 2020]; 11(1):1-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4814385/>
81. Iqbal H, Pidikiti P. Treatment of distal tibia metaphyseal fractures; plating versus intramedullary nailing: a systematic review of recent evidence. *Foot Ankle Surgery* [en línea]. 2013 Mayo [citado 7 Jun 2020]; 19(3):143-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23830160/>
82. Mathews J, Ward J, Chapman T, Khan U, Kelly M. Single-stage orthoplastic reconstruction of Gustilo–Anderson grade III open tibial fractures greatly reduces infection rates. *Int J. Care Injured* [en línea]. 2015 Nov [citado 7 Jun 2020]; 46(11):101-6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138315005021>
83. Kumar V, Abbas A, Aster J, editores. *Robbins and Cotran pathologic basis of disease*. 9 ed. Philadelphia: Elsevier/Saunders; 2015.
84. Gottlieb L, Krieger L. From the reconstructive ladder to the reconstructive elevator. *Plast Reconstr Surg* [en línea]. 1994 Jun [citado 7 Jun 2020]; 93(7):1503-4. Disponible en: <http://journals.lww.com/00006534-199406000-00027>
85. Janis J, Kwon R, Attinger C. The new reconstructive ladder: modifications to the traditional model. *Plast Reconstr Surg* [en línea]. 2011 Ene [citado 7 Jun 2020]; 127:205S-212S. Disponible en: <http://journals.lww.com/00006534-201101001-00029>
86. Norman G, Dumville J, Mohapatra D, Owens G, Crosbie E. Antibiotics and antiseptics for surgical wounds healing by secondary intention. *Base de datos Cochrane y revisiones sistemáticas* [en línea]. 2016 Abr [citado 7 Jun 2020] ;(3): 1-62. doi:
87. Kozak G, Hsu J, Broach R, Shakir S, Calvert C, Stranix J, et al. Comparative effectiveness analysis of complex lower extremity reconstruction: outcomes and costs for biologically based, local tissue rearrangement, and free flap reconstruction. *Plast Reconstr Surg* [en línea]. 2020 Mar [citado 7 Jun 2020]; 145(3):608-16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7043725/>

88. Ramsey M, Walker B, Patel B. Full thickness skin. [en línea]. Florida: 2020. [actualizado 31 Jul 2020, citado 7 Jun 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532875/>
89. Aymerich O. Generalidades de colgajos y su importancia en la relación con la reparación del daño corporal. *Med Leg Costa Rica* [en línea]. 2014 Nov [citado 7 Jun 2020]; 31(1):49-56. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1409-00152014000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1409-00152014000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
90. Parrett B. Reconstrucción de extremidad inferior. *Rev Med Clin Condes* [en línea]. 2010 Ene [citado 7 Jun 2020]; 21(1):76-85. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0716864010705095?token=347A0E8DA259321489AA9D3A499533281285211DD0ADD244E5C51833139185DE385937FF77BA93946A7087F85C29E573>
91. Magelsdorff G. Microcirugía reconstructiva en trauma de extremidades inferiores. *Rev Med Clin Condes* [en línea]. 2016 Ene [citado 7 Jun 2020]; 27(1):54-64. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0716864016000092?token=09436D606C6B6D927B2A3D91C3F6D7C606514A91C13D334A6C65DC7DB59A9E1EC8C8A002813C95F1E0690D265C23A9DA>
92. Kim J, Lee D. Negative pressure wound therapy vs. conventional management in open tibia fractures: Systematic review and meta-analysis. *International J of the care of the injured* [en línea]. 2019 Oct [citado 7 Jun 2020]; 50(10):1764-72. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138319302499>
93. Shakir S, Messa C, Broach R, Rhemtulla I, Chatman B, D'Angelantonio A, et al. Indications and limitations of bilayer wound matrix-based lower extremity reconstruction: a multidisciplinary case-control study of 191 wounds. *Plast Reconstr Surg* [en línea]. 2020 Mar [citado 8 Jun 2020]; 145(3):813-22. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7043722/>
94. Centeno-Rodríguez M, Centeno-Ramírez C. Expansores tisulares: conceptos generales. *Acta Médica Costarric* [en línea]. 2000 Nov [citado 7 Jun 2020]; 42(3):109-14. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0001-60022000000300004&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0001-60022000000300004&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
95. Khundkar R. Lower extremity flap coverage following trauma. *J Clin Orthop Trauma* [en línea]. 2019 Ago [citado 7 Jun 2020]; 10(5):839-44. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0976566219305508>

96. Panattoni J. Fasciocutaneous flaps for open fractures of the tibia. *Oper Tech Orthop* [en línea]. 2015 Dic [citado 7 Jun 2020]; 25(4):288-97. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1048666615000555>
97. Kamath J, Shetty M, Joshua T, Kumar A, Harshvardhan, Naik D. Soft tissue coverage in open fractures of tibia. *Indian J Orthop* [en línea]. 2012 Jul [citado 7 Jun 2020]; 46(4):462-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3421938/>
98. Camporro-Fernández D, Ontaneda-Rubio A, Castellanos-Morán M. Tratamiento de fracturas abiertas de tibia grado IIIB-IIIC de Gustilo con colgajos libres microvascularizados. *Cir Plástica Ibero-Latinoam* [en línea]. 2015 Jul [citado 7 Jun 2020]; 41(3):283-93. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0376-78922015000300008&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-78922015000300008&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
99. Fuchs V, Rodríguez F, Palomo L, Damy P. Incidencia de infección de fracturas expuestas. *Anales Médicos* [en línea]. 2017 Abr [citado 8 Jul 2020]; 62(1):33-6. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2017/bc171g.pdf>:
100. Contreras F, Barrera F, Lamilla M, Villacres C. Fracturas expuestas de tibia, características clínicas, complicaciones y factores de riesgo. *Sinergia Educativa* [en línea]. 2020 [citado 8 Jul 2020]; E (1):10. Disponible en: <http://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/84>
101. Montoya D. Complicaciones de una fractura. *Cirugía ortopédica y traumatológica. J Orthop Trauma* [en línea]. 2008 Abr [citado 8 Jul 2020]; 87-98. Disponible en: <https://www.portalsato.es/documentos/revista/Revista12-1/Rev.%202012-1-02.pdf>
102. Thakore R, Francois E, Nwosu S, Attum B, Whiting P, Siuta M, et al. The Gustilo–Anderson classification system as predictor of nonunion and infection in open tibia fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg* [en línea]. 2017 Sep [citado 7 Jun 2020]; 43(5):651-6. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00068-016-0725-y>
103. Vannesa S, Romina J. Infecciones en fracturas expuestas de acuerdo al grado de exposición [tesis Médico y Cirujano en línea]. Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Médicas; 2018. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36333/1/CD%202768-%20SANCHEZ%20SELLAN%20TANIA%20VANNESA.%20J%c3%81COME%20GAG%c3%91AY%20KASSANDRA%20ROMINA.pdf>
104. Kulaylat M. Surgical Complications. En: Townsend C, Beauchamp R, Evers B, Mattox K. *Sabiston textbook of surgery* [en línea]. 20 ed. Philadelphia: Elsevier; 2016. [citado 18 Jun 2020]; p. 281-326. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9780323299879000126>

105. Blacam C, Colakoglu S, Ogunleye A, Nguyen J, Ibrahim A, Lin S, et al. Risk factors associated with complications in lower-extremity reconstruction with the distally based sural flap: a systematic review and pooled analysis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* [en línea]. 2014 Ene [citado 7 Jun 2020]; 67(5):607-16. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1748681514000655>
106. Tande A, Steckelberg J, Osmon D, Berbari E. Osteomyelitis. En: Bennett J, Dolin R, Blaser M. Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases. 9 ed. Philadelphia: Elsevier; 2020 p. 1418-1429.
107. Schmitt S. Osteomyelitis. *Inf Dis Clin North Am* [en línea]. 2017 Jul [citado 7 Jun 2020]; 31 (2): 325-38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idc.2017.01.010>
108. Calori G, Mazza E, Mazzola S, Colombo A, Giardina F, Romano F, et al. Non-unions. *Clin Cases Miner Bone Metab* [en línea]. 2017 Jun [citado 7 Jun 2020]; 14(2):186-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5726207/>
109. Brinker M, O'Connor D. Nonunions: evaluation and treatment. En: Browner B, Jupiter J, Krettek C, Anderson P. *Skeletal trauma: basic science, management, and reconstruction* [en línea]. 6 ed. Philadelphia: Elsevier; 2020 [citado 7 Jun 2020]. p. 743-834. Disponible en: <https://ezproxy.ufm.edu:2057/#!/content/book/3-s2.0-B9780323611145000264>
110. Bell A, Templeman D, Weinlein J. Nonunion of the femur and tibia. *Orthop Clin North Am* [en línea]. 2016 Ene [citado 7 Jun 2020]; 47(2):365-75. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0030589815001686>
111. Bremmer D, Bookstaver B, Cairns M, Lindley K, Durkin M, Koon D, et al. Impact of body mass index and bacterial resistance in osteomyelitis after antibiotic prophylaxis of open lower-extremity fractures. *Surg Infect* [en línea]. 2017 Mayo [citado 9 Jun 2020]; 18 (3): 368-73. doi: 10.1089/sur.2016.219
112. Scolaro J, Schenker M, Yannascoli S, Baldwin K, Mehta S, Ahn J. Cigarette smoking increases complications following fracture: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am* [en línea]. 2014 Jul [citado 9 Jun 2020]; 96 (8): 674-81. doi: 10.2106/JBJS.M.00081.
113. Busscher H, Van der Mei H, Subbiahdoss G, Jutte P, van den Dungen J, Zaat S, et al. Biomaterial-associated infection: locating the finish line in the race for the surface. *Sci Transl Med* [en línea]. 2010 Abr [citado 9 Jun 2020]; 4 (153): 1-10. doi:10.1126/scitranslmed.3004528
114. Subbiahdoss G, Kuijjer R, Grijpma D, van der Mei H, Busscher H. Microbial biofilm growth vs. tissue integration: «the race for the surface» experimentally studied. *Acta Biomater* [en línea]. 2009 Ene [citado 9 Jun 2020]; 5(5): 1399-1404. doi: 10.1016/j.actbio.2008.12.011

115. Gristina A. Biomaterial-centered infection: microbial adhesion versus tissue integration. Science [en línea]. 1987 Sep [citado 7 Jun 2020]; 237(4822):1588-95. Disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/237/4822/1588/tab-article-info>



## ANEXOS

**Tabla número 1.**

Matriz consolidada de tipo de artículos utilizados según tipo de estudio, nivel de evidencia, buscadores y términos.

<b>Nivel de evidencia</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Término utilizado</b>	<b>Número de artículos utilizados por localización</b>	<b>Total</b>
--	Todos los artículos	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Scielo Clinical Key PubMed	0 35 1162 1039 2 486
--	Artículos utilizados	--		52
<b>1<sup>a</sup></b>	Revisión sistemática* de ensayos clínicos aleatorios	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Scielo Clinical Key PubMed	0 0 2 3 5
<b>1b</b>	Ensayo clínico con designación aleatoria	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Clinical Key PubMed	0 0 1 1
<b>2a</b>	Revisión sistemática* de estudios de cohorte con homogeneidad	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Scielo Clinical Key PubMed	0 0 5 7 12
<b>2b</b>	Estudios de cohorte	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Scielo Clinical Key PubMed	0 1 0 3 4
<b>3a</b>	Revisión sistemática* de estudios de casos y controles con homogeneidad	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Scielo Clinical Key PubMed	0 0 2 3 5
<b>3b</b>	Estudios de casos y controles	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Clinical Key PubMed	0 0 1 1
<b>4</b>	Estudios de cohorte de baja calidad	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Clinical Key PubMed Google Scholar	0 0 2 2 4
<b>4</b>	Estudios descriptivos	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Google Scholar Clinical Key PubMed Scielo	0 3 3 4 1 11
<b>4</b>	Estudios experimentales individuales	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	BVS Clinical Key PubMed	0 1 2 3
<b>5</b>	guías de práctica clínica (opiniones de expertos)	Fractura expuesta de tibia (DeCS)	Google Scholar Instituto Guatemalteco de Seguridad Social Trauma group Aportado por especialistas	2 1 1 2 6

\*Revisión sistemática y metaanálisis. Fuente: elaboración propia, 10 de julio del 2020

**Tabla número 2.**

Matriz de bibliografía de literatura gris utilizada.

<b>Temas</b>	<b>Tipo de bibliografía</b>	<b>Término utilizado</b>	<b>Localización</b>	<b>Número de referencias utilizadas</b>
<b>“Pathology of bone injury”, “Closed fractures of the tibial shaft in adults”, “Outcome of open tibia fractures patients”, “Osteomyelitis” “non-unions”, “biomaterial associated infection”, “microbial adhesion versus tissue integration”</b>	Artículos de revista	“Full Text Article”	Clinical Key PubMed Proporcionado por la asesora	25
<b>“Factores de riesgo”</b>	Resumen clínico	“Clinical Overview”	Clinical Key	1
<b>“Anatomía”, “Ortopedia y traumatología”, “General principles of fracture treatment”, “Histology”, “Biomechanics” “Basic Science, Managements and reconstruction”, “Emergency care”, “Soft tissue injuries”, “Tibial and fibular injuries”, “Treatment”, “Patología”, “Complicaciones: inmediatas, mediatas y tardías de fracturas expuestas de tibia”, “Complicaciones quirúrgicas de una fractura expuesta”, “Osteomyelitis”, “Non-unions”</b>	Libros	“Book Chapter” y “Chapter Excerpt”	Clinical Key Bibliografía física	34
<b>“Perfil epidemiológico”, “Infecciones en fracturas expuestas de acuerdo con el grado de exposición”, Información estadística</b>	Tesis		Biblioteca virtual en salud Google Scholar	3
	Páginas de internet		INE IGSS	2

INE: Instituto Nacional de Estadística. IGSS: Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Fuente: elaboración propia, 10 de julio del 2020

**Tabla número 3.**

Matriz de datos de buscadores y términos utilizados.

Buscadores	Términos y operadores lógicos utilizados en inglés	
	Inglés	Español
<b>Pubmed</b>	Tibia open fracture AND Treatment, Tibia open fracture AND diagnosis, Tibia open fracture OR Fracture AND Mechanisms, Tibia open fracture AND biomechanics, Tibia open fracture AND epidemiology, Tibia open fracture AND classification, Tibia open fracture AND adults AND complications, Tibia open fracture AND treatment AND fixation, Tibia open fracture AND neurovascular AND treatment, Tibia open fracture AND soft tissue reconstruction Tibia open fracture AND infections, Tibia open fracture AND non-unions, Soft tissue reconstruction ladder AND tibia open fracture, Soft tissue reconstruction ladder AND fractures OR treatment	-
<b>Clinical Key</b>	Tibia open fracture AND Treatment, Tibia open fracture AND diagnostic, Tibia open fracture OR Fracture AND Mechanisms, Tibia open fracture AND biomechanics, Tibia open fracture AND epidemiology, Tibia open fracture AND classification, Tibia open fracture AND adults AND complications, Tibia open fracture AND non-unions, Soft tissue reconstruction ladder AND tibia open fracture	-
<b>Scielo</b>	Tibia open fracture AND Treatment, Tibia open fracture AND treatment AND fixation, Tibia open fracture AND soft tissue AND treatment, Tibia open fractures AND flaps	-
<b>Google Scholar</b>	Tibia open fracture AND Treatment, Tibia open fracture AND classification, Tibia open fracture AND adults AND complications, Tibia open fracture AND treatment AND fixation, Soft tissue reconstruction ladder AND tibia open fracture	-
<b>Instituto Guatemalteco de Seguridad Social</b>	-	“Manejo de las fracturas expuestas”

Fuente: elaboración propia, 17 de julio del 2020

**Tabla número 4.**  
Clasificación de Tscherne para fracturas cerradas

<b>Grado</b>	<b>Lesión de partes blandas</b>	<b>Mecanismo</b>	<b>Desplazamiento</b>	<b>Conminución</b>
<b>0</b>	Ausente o mínima	Indirecto	Mínimo	No
<b>I</b>	Abrasiones o contusiones superficiales	Indirecto	Moderado	No
<b>II</b>	Contusión muscular significativa e incluso abrasiones profundas contaminadas. Síndrome compartimental inminente	Directo	Intenso	Si
<b>III</b>	Contusión extensa, con despegamiento cutáneo y destrucción de la musculatura. Lesión vascular. Síndrome compartimental establecido	Directo y de alta energía	Intenso	Si

Elaborado por: Andrea Lucía Meza. Fuente: Oestern HJ, Tscherne H. Pato fisiología y clasificación de lesiones de tejidos blandos asociado a fracturas. Berlín, Alemania. Gotzen L.2013. <sup>27</sup>

**Tabla número 5.**  
Clasificación de Gustilo y Anderson para fracturas abiertas.

<b>Tipo</b>	<b>Heridas</b>	<b>Grado de contaminación</b>	<b>Daños de partes blandas</b>	<b>Daño óseo</b>
<b>I</b>	Menor de 1cm	Limpia	Mínimo	Simple conminución mínima
<b>II</b>	Entre 1-10cm	Moderada	Moderado, algún daño muscular	Conminución moderada
<b>III A</b>	Mayor de 10cm	Alta	Aplastamiento severo, pero las partes blandas permiten la cobertura ósea.	Usualmente conminutas
<b>III B</b>	Mayor de 10cm	Alta	Perdida extensa de partes blandas que no permite la cobertura ósea y la necesidad de cirugía plástica reconstructiva	Conminución de moderada a severa
<b>III C</b>	Mayor de 10cm	Alta	Además de los descrito en el tipo III B se asocia con lesión vascular que necesita reparación	Conminución de moderada a severa

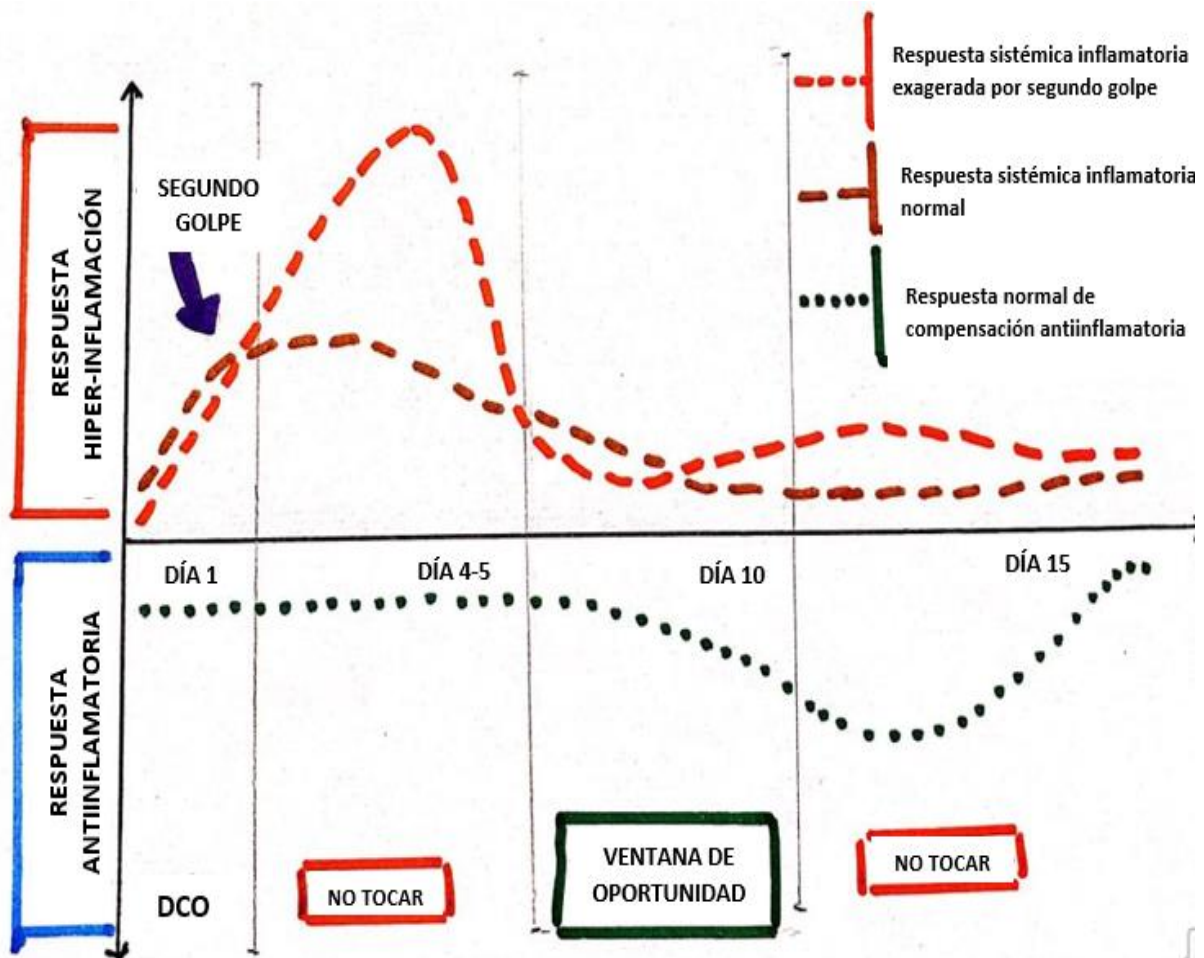
Elaborado por: Juan Manuel Ramírez. Fuente: AO foundation. Ruedi T. AO Principles of Fracture Management. 3ra edición. Suiza. Thieme Publishing Group. 2013. <sup>12</sup>

Imagen número 1. Mecanismo de una fractura



Elaborado por Andrea Lucía Meza Bonilla, obtenido de: Meinberg E, Agel J, Roberts C, Karam M, Kellam J. Fracture and Dislocation Classification Compendium. Journal of Orthopaedic Trauma [en línea]. 2018 [accesado 17 marzo 2020];32(1):S1-S10. Disponible en: [https://www2.aofoundation.org/AOFileServerSurgery/MyPortalFiles?FilePath=/Surgery/en/\\_docs/AOOTA%20Classification%20Compendium%202018.pdf](https://www2.aofoundation.org/AOFileServerSurgery/MyPortalFiles?FilePath=/Surgery/en/_docs/AOOTA%20Classification%20Compendium%202018.pdf). Traducida por: Juan Manuel Ramírez

Imagen número 2. Razón fisiológica del control de daños ortopédico



DCO: tratamiento de control de daños. Elaborado por Andrea Lucía Meza Bonilla, obtenido de: Roslee C, Hinsley H, Rossiter N. The Swinging Pendulum – The Evolution Of (Orthopaedic) Trauma Care: an explanation of the controversies and analysis of the evidence. Orthopaedics and Trauma. 2017; 31(2): p. 62-67. Traducida por: Dra. Rita M. Tobia.

### Imagen número 3. Puntaje de gravedad de la lesión

#### Seis regiones del cuerpo:

- Cabeza y cuello.
- Cara.
- Tórax o espina torácica.
- Abdomen/contenido pélvico.
- Extremidades/pelvis.
- Externo.

#### Grado de la lesión de las regiones:

- 1 - menor.
- 2 - moderada.
- 3 - severa pero no amenaza la vida.
- 4 - severa, amenaza la vida, supervivencia.
- 5 - severa, crítica, supervivencia incierta.
- 6 - máxima, sin supervivencia.

Solo tres de las regiones del cuerpo mas severamente lesionadas se incluyen en los cálculos.

El cálculo es la suma de los cuadrados de los tres mayores grados.

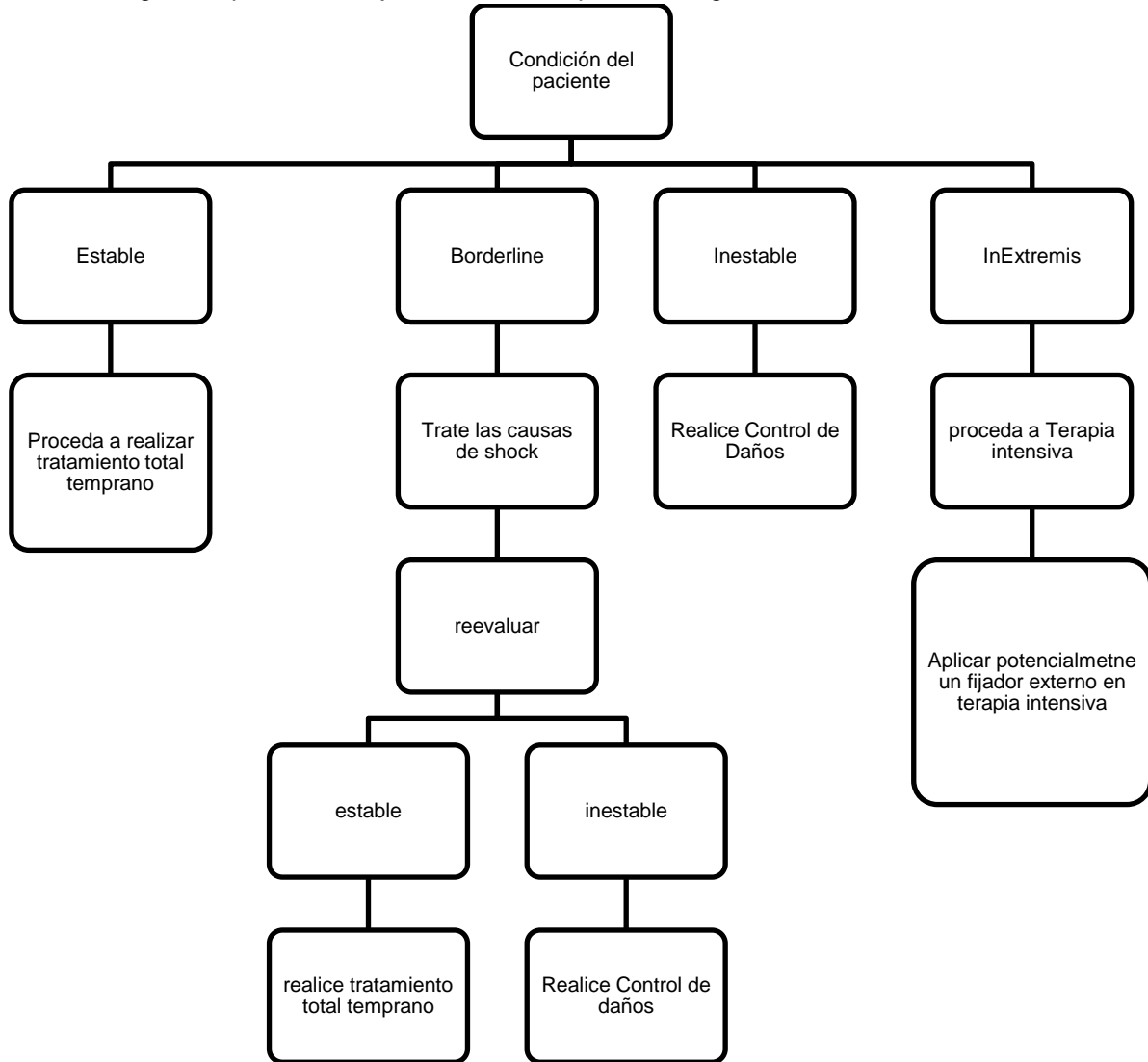
Resultado máximo es 75.

Resultado automático de 75 si cualquier área se le asigna un 6.

Elaborado por: Juan Manuel Ramírez Saldaña, obtenido de: Roslee C, Hinsley H, Rossiter N. The Swinging Pendulum – The Evolution Of (Orthopaedic) Trauma Care: an explanation of the controversies and analysis of the evidence. Orthopaedics and Trauma. 2017; 31(2): p. 62-67.

#### Imagen no. 4.

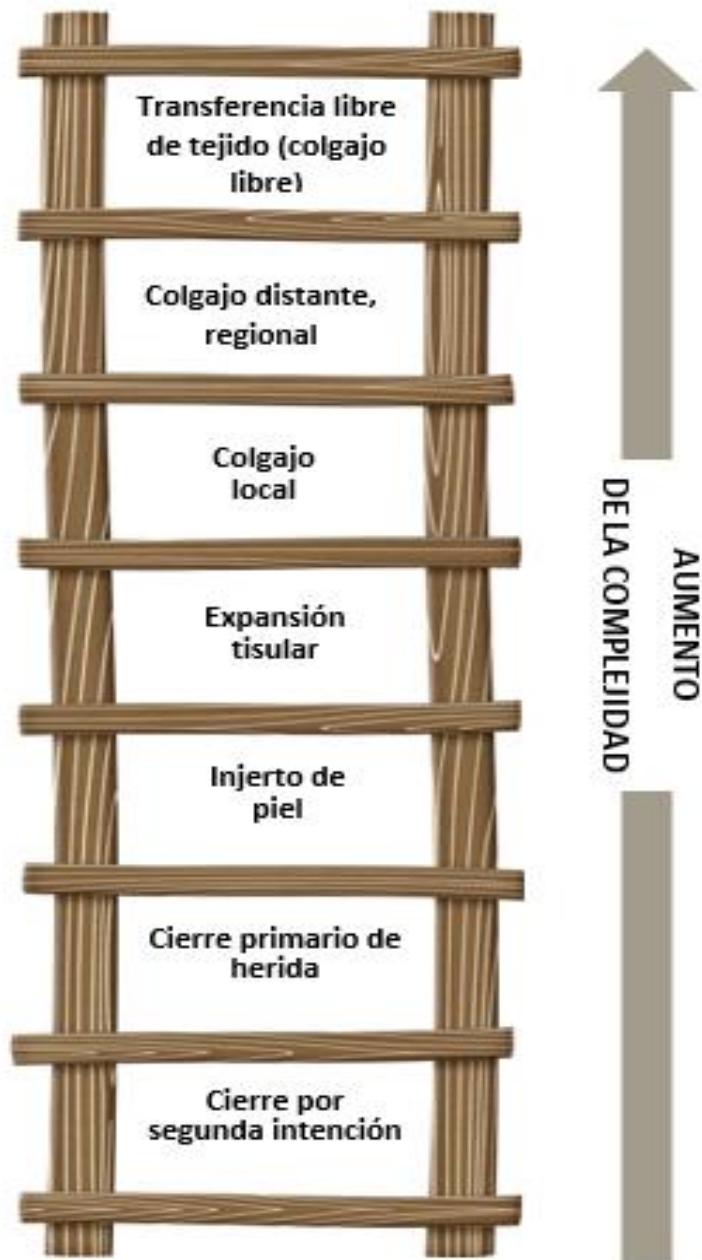
Algoritmo para el manejo de fracturas expuestas, según la severidad de la lesión



Elaborado por: Juan Manuel Ramirez Saldaña. Fuente: Roslee C, Hinsley H, Rossiter N. The Swinging Pendulum – The Evolution Of (Orthopaedic) Trauma Care: an explanation of the controversies and analysis of the evidence. Orthopaedics and Trauma. 2017; 31(2): p. 62-67. <sup>75</sup>

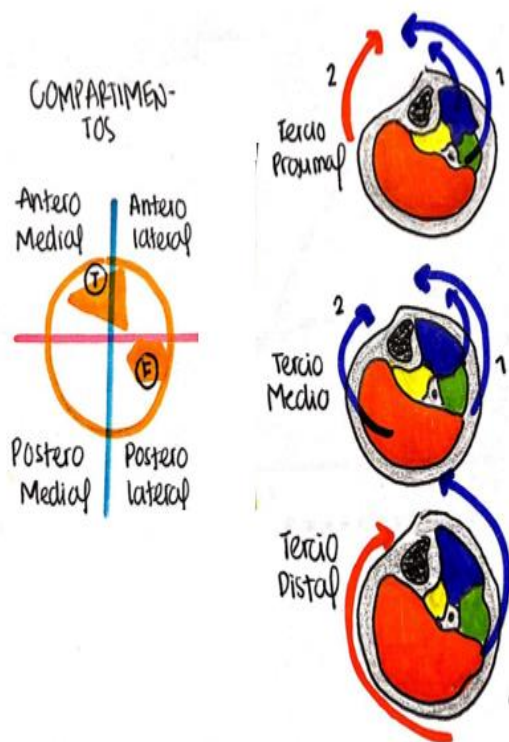


**Imagen número 5.** Escalera de la reconstrucción para la cobertura cutánea.



Elaborado por Andrea Lucia Meza Bonilla, obtenido en: Parrett M, Pribaz J. Reconstrucción de extremidad inferior. Revista Médica Clínica Las Condes [en línea]. 2010 [17 marzo 2020];21(1):76-85. Disponible en: <https://www.elsevier.es/en-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-reconstruccion-extremidad-inferior-S0716864010705095>

**Imagen número 6.** Algoritmo de colgajo recomendado basados en la localización del área afectada de la tibia



1. Sin espacio muerto:
  - a. Fasciocutáneo con base proximal del compartimiento anterior o anterolateral
  - b. Colgajo fasciocutáneo con base proximal del compartimiento posteromedial
2. Con espacio muerto:
  - a. Colgajo gastrocnémico con injerto de piel
  - b. Colgajo mucocutáneo

Alternativo: colgajo de la arteria safena o de la pierna contralateral

1. Sin espacio muerto: basado en el número y calidad de las arterias perforadoras:
  - a. Colgajo fasciocutáneo de base proximal o distal del compartimiento anterior o anterolateral.
  - b. Colgajo fasciocutáneo de base proximal o distal del compartimiento posterolateral.
2. Con espacio muerto:
  - a. Colgajo de sóleo con injerto de piel.

Alternativa: colgajo de la pierna contralateral.

Colgajo de la arteria sural de base distal transpuesta o tunelizado hacia adelante o atrás, dependiendo del tamaño, forma y extensión del área cruenta.  
Colgajo alternativo: colgajo de la pierna contralateral.

\*Áreas más grandes que afectan más de 1 ½ zona o compartimento de la pierna, generalmente necesitan un colgajo de la pierna contralateral o libre.

Elaborado por Andrea Lucia Meza Bonilla, obtenido en: Kamath J, Shetty S, Verghese T, Kumar A, Naik D. Soft Tissue Coverage In Open Fractures Of Tibia. Indian Journal of Orthopaedics. 2012; 46(4): p. 462-469. Traducida por: Juan Manuel Ramírez



**Encuesta número 1.**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**  
**ENCUESTA A ESPECIALISTA TRAUMATOLOGÍA - ORTOPEDIA**  
**MANEJO TERAPÉUTICO DE FRACTURAS EXPUESTAS DE TIBIA**



Datos e información relevante sobre entrevista: Dra. Rita Maria Tobia Cruz. Ortopedista y traumatóloga. Especialista en Ortoplástica.

- El pronóstico desfavorable de las fracturas expuestas de tibia no es solo por falta de recursos; también obedece a la complejidad de las lesiones en sí.
- La tibia es un hueso con características únicas que la hacen tan vulnerable a los accidentes y a exponerse.
- Hay que recordar que el síndrome compartimental no es exclusivo de las fracturas abiertas, también ocurre en fracturas cerradas
- La importancia de estas lesiones (fracturas cerradas) radica en que el daño al tejido blando puede ser de alto impacto y no evidenciarse a simple vista a diferencia de las fracturas abiertas, y que posteriormente puedan presentar complicaciones
- A pesar de que las personas ancianas presenten más riesgo de fracturas, solo algunas son expuestas. La mayoría de estas no se exponen.
- Existen distintas clasificaciones para las fracturas expuestas de tibia, pero la más utilizada a nivel mundial es la clasificación de Gustilo y Anderson debido a que las otras presentan más complejidad.
- Hay que recordar que los dispositivos de alta presión pueden introducir cuerpos extraños a los niveles más profundos de la herida en vez de barrer con ellos.
- Actualmente se prefiere la irrigación a gravedad y es la que se utiliza en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
- Una de las acciones más importantes, es la colocación urgente de antibióticos intravenosos dependiendo del grado exposición ya que influye en el pronóstico del paciente.
- Un error común es el desbridamiento inadecuado. Existen dos corrientes: la primera promueve el desbridamiento radical en el cual se asegura de no dejar ningún tejido no viable posterior al desbridamiento inicial y disminuir el riesgo de complicaciones por esta razón, pero se podría cometer el error de desbridar tejido viable que cause otras

complicaciones. La segunda, promueve los desbridamientos recurrentes, en los cuales se puede llevar al paciente a una segunda o tercera evaluación y desbridamiento. Esta perspectiva permite retirar únicamente el tejido que no es viable y se realiza en heridas con contaminación severa, pero conlleva, mayor número de procedimientos quirúrgicos, retraso en los procedimientos de reconstrucción de cubierta cutánea y mayor tiempo de estancia hospitalaria que podría resultar en infecciones nosocomiales.

- Antes de hablar del elevador, la escalera de reconstrucción de tejidos blandos es una forma de abordar las heridas desde el método más simple (el cual es el cierre por segunda intención) hasta el más elaborado (colgajos libres). La decisión se toma dependiendo del tamaño, forma, profundidad y estructuras expuestas en el área cruenta. El término elevador, se refiere a que el cirujano puede ascender directamente al nivel que el desee, si lo considera necesario.
- La terapia de presión negativa es un método de preparación para reconstrucción con otro método, y raramente debe usarse como método para cierre secundario. también representa una desventaja en áreas de flexión ya que produce contractura de los tejidos.
- La terapia de presión negativa no debe ser colocada sobre un área no explorada, no desbridada o sobre un área de infección activa que no está siendo tratada
- Hay que recordar que el colgajo distal implica un segundo procedimiento quirúrgico (en un segundo tiempo) para poder separarlo del área donadora.
- El método de expansión de tejido no se hace en una herida aguda ya que el proceso requiere varias semanas. Generalmente se usa para retirar cicatrices grandes y reponerlas con tejido contiguo sano.
- El procedimiento de los injertos no posee irrigación propia.
- El síndrome compartimental es una de las complicaciones frecuentes que no son exclusivas de fracturas expuestas.



**Encuesta número 2.**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**



**ENCUESTA A ESPECIALISTA TRAUMATOLOGÍA - ORTOPEDIA**  
**MANEJO TERAPÉUTICO DE FRACTURAS EXPUESTAS DE TIBIA**

**Instrucciones:** Responder las siguientes preguntas, con base a su conocimiento y experiencia laboral

**Encuesta a:** Dr. Arturo Guerra Salazar. Traumatólogo y ortopedista. Cirujano de columna.

**1. ¿Por qué las fracturas expuestas de tibia son de las fracturas más comunes en Guatemala? ¿A nivel mundial?**

Las fracturas expuestas de tibia son de las fracturas expuestas más comunes ya que es un hueso que tiene poca musculatura y está muy expuesta a este tipo de lesiones. Ya que la cara medial del hueso de la tibia esta únicamente cubierta por tejido celular subcutáneo y piel en toda su longitud.

**2. ¿Según su experiencia o cual considera usted que es la población que presente sufre este tipo de lesiones?**

Este tipo de lesiones las presentan la mayoría de los casos, según mi experiencia, la población que se transporta en motocicleta; es muy común que lleguen motoristas a la emergencia ya sea porque han sido atropellados por un carro, resbalado por la lluvia o por esquivar algún obstáculo en la carretera.

**3. ¿Cuál es la clasificación que se utiliza para fracturas expuestas de tibia, y cuáles son los criterios que abarca?**

Para iniciar el manejo terapéutico de este tipo de fractura, de primero hay que clasificar la fractura expuesta; en nuestro medio utilizamos la clasificación de Gustilo y Anderson, no solo para tibia sino para cualquier fractura expuesta en general, existen otro tipo de clasificaciones como la AO pero es más compleja ya que esta clasificación involucra tejido.

**4. ¿Cuál es el manejo terapéutico inicial de una fractura expuesta de tibia en hospitales de tercer nivel de atención en Guatemala?**

Luego ya de clasificar la fractura expuesta, hay que estabilizar la fractura, realizar un lavado exhaustivo, fijar dependiendo de lesión de tejidos, administrar antibiótico doble aminoglucósido más cefalosporina de 3ra generación y posteriormente realizar procedimiento quirúrgico establecido dependiendo del tipo de fractura expuesta.

**5. ¿Qué opina usted sobre la escalera de reconstrucción de cubierta cutánea?**

Es un método en el cual se representan diferentes técnicas para abordar las heridas según su complejidad desde el método más simple hasta el más elaborado. Por lo que es importante tener en mente y en cuenta los diferentes tipos de reconstrucción para brindar el mejor tratamiento al paciente.

**6. ¿Cuáles son las complicaciones principales del tratamiento de una fractura expuesta de tibia?**

Es importante cumplir la administración de antibiótico ya que al no cumplirlo puede haber infecciones postoperatorias, ya sea de la herida operatoria o del hueso (osteomielitis) que es una de las complicaciones principales de este tipo de fracturas.

**7. ¿Cree usted que los hospitales de tercer nivel de atención de Guatemala realizan un adecuado manejo terapéutico de fracturas expuestas?**

En mi criterio y experiencia considero que los hospitales nacionales en si no cumplen con un buen manejo terapéutico de fracturas expuestas, al contrario del IGSS o de hospitales privados que sí cumplen con los protocolos establecidos para brindar un manejo terapéutico adecuado de fracturas expuestas de tibia.

**8. ¿Actualmente en Guatemala hay profesionales que ejerzan la especialidad de Ortoplástica?**

En el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social hay especialistas que se dedican a esta rama, y que realizan procedimientos complejos como fracturas que necesiten reconstrucción de cubierta cutánea, y que por lo mismo también necesiten reconstrucción ósea.

**9. ¿Ha tenido alguna experiencia laboral en el extranjero manejando terapéuticamente este tipo de lesiones?**

He estado en emergencias de trauma en hospitales de México, en donde a diario se tratan este tipo de lesiones y el manejo terapéutico que realizan en México, es muy similar al que se realiza aquí en Guatemala, por lo menos en el IGSS, en donde he laborado como traumatólogo. Ya que nos basamos en las mismas guías para brindar un tratamiento óptimo.

## Índices accesorios

### Índice de tablas

Tabla 1. Matriz consolidada de tipo de artículos utilizados según tipo de estudio, nivel de evidencia, buscadores y términos .....	67
Tabla 2. Matriz de bibliografía de literatura gris utilizada. ....	68
Tabla 3. Matriz de datos de buscadores y términos utilizados .....	69
Tabla 4. Clasificación de Tscherne para fracturas cerradas .....	70
Tabla 5. Clasificación de Gustilo y Anderson para fracturas abiertas .....	70

### Índice de imágenes

Imagen número 1. Mecanismo de una fractura .....	71
Imagen número 2. Razón fisiológica del control de daños ortopédico .....	72
Imagen número 3. Puntaje de gravedad de la lesión .....	73
Imagen número 4. Algoritmo para el manejo de fracturas expuestas, según la severidad de la lesión.....	74
Imagen número 5. Escalera de la reconstrucción para la cobertura cutánea.....	75
Imagen número 6. Algoritmo de colgajo recomendado basados en la localización del área afectada de la tibia .....	76