



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**“EXPERIENCIA EN FRACTURAS DIAFISIARIAS DE TIBIA  
TRATADAS CON CLAVO CENTRO MEDULAR BLOQUEADO EN EL  
HOSPITAL GENERAL “DR. MIGUEL SILVA” DE ENERO DEL 2015  
A ENERO DEL 2019.”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA**

**P R E S E N T A :**

**DR. CARLOS OMAR AGUILAR LUNA**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. JESUS ARELLANO MARTINEZ  
DR. RODOLFO SANCHEZ AYALA**

**MORELIA, MICHOACAN 2020.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis hijos porque soy y seré por siempre para ellos.

A ti esposa por haberme apoyado cada día.

## Resumen.

La fractura de tibia con ECM consolida en el 96%, hay alteración de consolidación en 5%-10% de las fracturas, el 53% de no unión es en miembros inferiores. No solo es el fallo biológico de consolidación, genera incapacidad laboral prolongada, pérdida de empleo, altos costos sociales y familiares, la resolución involucra al menos una cirugía de revisión con aporte óseo y sustitución de material de osteosíntesis. **Objetivos.** Evaluar frecuencia de no unión y factores de riesgo asociados, clasificación, mecanismo lesivo, caracterizar clínica y radiológicamente al fracturado de tibia con no unión del Hospital General Dr. Miguel Silva. **Material y método.** Estudio descriptivo, observacional, retrospectivo y transversal, con expedientes, ambos géneros, con variables clínicas, radiológicas y epidemiológicas a los 3, 6 y 9 meses de postoperatorio, se clasificó radiografías con la escala de Montoya en pacientes con diagnóstico de fractura diafisaria de tibia de manejo con ECM bloqueado, excluyendo poli fracturados, síndrome compartimental, lesión multiorgánica y fracturas en terreno patológico. **Resultados.** Un total de 344 pacientes, por eliminación resultaron 99 pacientes, se encontró 23% de no unión, sexo masculino 87%, mediana de edad de 34±14 años, lado afectado derecho 63%, mecanismo de lesión directo 75%, fractura expuesta 23.3%, Gustillo II 47%, osteomielitis 5%, segmento y tipo de trazo 42 A 66 %, hábito tabáquico 18%, demora de resolución quirúrgica < 2 semanas 81%, reducción quirúrgica abierta 29%, infección de tejidos blandos 12%, principio biomecánico de sostén 87%, diafisectomía de peroné 9%, apoyo ponderal en los primeros 2 meses 74 %, segunda cirugía 29%, consolidación Grado IV al 9º mes 73%, datos radiográficos y clínicos encontrados: esclerosis de bordes 23%, ausencia de permeabilidad medular 23%, dolor al apoyo ponderal 20.2%, movilidad fracturaria 6%, aflojamiento de material de osteosíntesis 6%, fatiga de material de osteosíntesis 16%. **Discusión.** Se perdieron más de dos tercios de la muestra potencial, las frecuencias deben tomarse con reservas, los resultados reflejan de manera parcial a la población atendida en el Hospital, se necesitan mejores métodos de registros postquirúrgicos y expedientes electrónicos para mejorar los archivos del hospital y evitar archivos inservibles. **Conclusiones.** Aumenta el riesgo de no unión la reducción quirúrgica abierta (OR 8.3, IC 95% 2.9-23, p= <0.001), demorar osteosíntesis más de 2 semanas (OR 4.2, IC 95% 1.2 – 13.9, p=0.01), una segunda cirugía (OR 11.8, IC 95% 2.9-47, p=<0.001).

Palabras clave: Pseudoartrosis, no unión, consolidación, ECM, enclavado centro medular, fractura expuesta, fractura diafisaria de tibia, clasificación radiológica de Montoya.

## Abstract

The tibia fracture treated IN consolidates in 96%, there are consolidation alteration in 5% - 10% of the fractures, 53% of nonunion is in the lower limbs, the tibia is the most affected. Is not only biological failure of consolidation, it generates prolonged work disability, loss of employment, high social and family costs, the resolution involves at least one revision surgery with bone graft and replacement of material. **Objectives.** To evaluate the frequency of nonunion and associated risk factors, classification, injury mechanism, radiologically and clinically characterize the fracture patients with nonunion of the Dr. Miguel Silva General Hospital. **Material and method.** Descriptive, observational, retrospective and cross-sectional study, with patients clinical files, both genders, radiological and epidemiological variables at 3, 6 and 9 months postoperatively, radiographs were classified with the Montoya scale, excluding poly fractures, compartment syndrome, multiorgan lesion and fractures in pathological fractures. **Results.** A total of 344 patients, 99 patients were left by elimination criteria, 23% of nonunion, 87% were male, median age of  $34 \pm 14$  years, right affected side 63%, direct injury mechanism 75%, exposed fracture 23.3%, Gustillo II 47%, osteomyelitis 5%, segment and type 42A 66%, smoking habit 18%, surgical resolution delay <2 weeks 81%, open surgical reduction 29%, soft tissue infection 12%, biomechanical principle of support 87%, 9% fibula diaphysectomy, weight support in the first 2 months 74%, second surgery 29%, consolidation Grade IV at 9th month 73%, radiographic and clinical data found: edge sclerosis 23%, absence of permeability medullary 23%, pain to weight support 20.2%, fracture mobility 6%, loosening of osteosynthesis material 6%, fatigue of osteosynthesis material 16%. **Discussion.** More than two-thirds parts of potential sample was lost, the frequencies should be taken with reserve, the results partially reflect the population treated at the Hospital, better methods of post-surgical records and electronic records are needed to improve hospital records and avoid unusable files. **Conclusions.** Increase the risk of nonunion open surgical reduction (OR 8.3, 95% CI 2.9-23,  $p = <0.001$ ), perform osteosynthesis after 2 weeks (OR 4.2, 95% CI 1.2 - 13.9,  $p = 0.01$ ), second surgery (OR 11.8, 95% CI 2.9-47,  $p = <0.001$ ).

Key words: Pseudoarthrosis, nonunion, consolidation, intramedullary nailing, ECM, exposed fracture, tibial diaphyseal fracture, Montoya radiological classification.

CAPÍTULO 1.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	9
1.2 HISTORIA DEL CLAVO CENTRO MEDULAR.....	10
1.3 BIOMECANICA DEL CLAVO CENTROMEDULAR.....	12
1.4 CONSOLIDACIÓN ÓSEA Y PSEUDOARTROSIS.....	15
1.5 EPIDEMIOLOGÍA DE LAS ALTERACIONES DE LA CONSOLIDACIÓN.....	18
1.6 FACTORES INVOLUCRADOS EN LA CONSOLIDACION.....	19
1.7 CLASIFICACIÓN FRACTURAS DE TIBIA.....	21
1.8 TRATAMIENTO DE LA PSEUDOARTROSIS.....	31
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	33
OBJETIVO GENERAL.....	33
OBJETIVO ESPECIFICO.....	34
JUSTIFICACION.....	34
CAPÍTULO 2.....	36
MARCO METODOLÓGICO.....	36
2.1 TIPO Y CLASIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	36
2.2 UNIVERSO O POBLACIÓN.....	36
2.3 MUESTRA.....	36
2.4 DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBSERVACIÓN.....	36
2.5 DEFINICIÓN DEL GRUPO CONTROL.....	36
2.6 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	36
2.7 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	37
2.8 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.....	37
2.9 DEFINICIÓN DE VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA.....	37
2.10 SELECCIÓN DE LAS FUENTES, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	39
2.11 PRUEBA PILOTO.....	39
2.12 DEFINICIÓN DEL PLAN DE PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	40
2.13 ASPECTOS ÉTICOS.....	40
2.14 ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
2.15 RECURSOS HUMANOS.....	41
2.16 RECURSOS MATERIALES.....	41
2.17 PRESUPUESTO.....	41
2.18 DIFUSIÓN Y PUBLICACIÓN.....	41
2.19 FINANCIAMIENTO.....	41
CAPÍTULO 3.....	42
RESULTADOS.....	42
3.1 FRECUENCIA DE VARIABLES PREQUIRURGICAS.....	43
3.2 FRECUENCIAS DE VARIABLES TRANSQUIRURGICAS.....	45
3.3 FRACUENCIAS DE VARIABLES POSTQUIRURGICAS.....	46
3.4 COMPARACIÓN ENTRE FRECUENCIAS Y VARIABLES.....	47
CAPÍTULO 4.....	49
DISCUSIÓN.....	49
4.1 LIMITACIONES DE TU ESTUDIO.....	50
4.2 FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION.....	50
CONCLUSION.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS.....	55

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre variables pre quirúrgicas en pacientes con pseudoartrosis y consolidación ósea.....	47
Tabla 2. Comparación entre variables trans quirúrgicos en pacientes con pseudoartrosis y consolidación ósea.....	48
Tabla 3. Comparación entre variables post quirúrgicos en pacientes con pseudoartrosis y consolidación ósea.....	48

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen I. Pseudoartrosis de humero izquierdo.....	17
Imagen II. Clasificación AO por regiones.....	21
Imagen III. Clasificación AO tibia proximal 41.....	23
Imagen IV. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 A.....	23
Imagen V. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 A1.....	23
Imagen VI. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 A2.....	24
Imagen VII. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 A3.....	24
Imagen VIII. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 B.....	24
Imagen IX. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 B1.....	24
Imagen X. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 B2.....	25
Imagen XI. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 B3.....	25
Imagen XII. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 C.....	25
Imagen XIII. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 C1.....	25
Imagen XIV. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 C2.....	26
Imagen XV. Clasificación AO tibia proximal, subtipo 41 C3.....	26
Imagen XVI. Clasificación AO tibia diafisiaria tipo 42.....	26
Imagen XVII. Clasificación AO tibia diafisiaria subtipo 42 A.....	27
Imagen XVIII. Clasificación AO tibia diafisiaria subtipos 42 A1 - A2 - A3.....	27
Imagen XIX. Clasificación AO tibia diafisiaria subtipo 42 B – B1 – B2 – B3.....	27
Imagen XX. Clasificación AO tibia diafisiaria subtipo 42 C - C1 - C2 - C3.....	28
Imagen XXI. Clasificación AO tibia distal tipo 43.....	28
Imagen XXII. Clasificación AO tibia distal subtipo 43 A.....	28
Imagen XXIII. Clasificación AO tibia distal subtipo 43 A1.....	28
Imagen XXIV. Clasificación AO tibia distal subtipo 43 A2.....	29
Imagen XXV. Clasificación AO tibia distal subtipo 43 A3.....	29
Imagen XXVI. Clasificación AO tibia distal subtipo 43 B – B1.....	29
Imagen XXVII. Clasificación AO tibia distal subtipo 43 B2.....	29
Imagen XXVIII. Clasificación AO tibia distal subtipo 43 B3.....	30
Imagen XXIX. Clasificación AO tibia distal tipo 43 C - C1.....	30
Imagen XXX. Clasificación AO tibia distal subtipo 43 C2.....	30
Imagen XXI. Clasificación AO tibia distal subtipo 43 C3.....	31



## INDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1. Población de pacientes en este estudio.....	42
FIGURA 2. Frecuencia de mecanismos de lesión de pacientes en este estudio.....	43
FIGURA 3. Frecuencia de fractura expuesta de pacientes en este estudio.....	43
FIGURA 4. Frecuencia clasificación AO en pacientes de pacientes en este estudio.....	44
FIGURA 5. Frecuencia de lado afectado de pacientes en este estudio.....	44
FIGURA 6. Frecuencia de hábito tabáquico de pacientes en este estudio.....	44
FIGURA 7. Frecuencia en la demora de osteosíntesis de pacientes en este estudio.....	45
FIGURA 8. Frecuencias de reducción quirúrgica abierta y cerrada e infección de tejidos blandos de pacientes en este estudio .....	45
FIGURA 9. Frecuencias de principio biomecánico usado y de diafisectomía al peroné de pacientes en este estudio .....	45
FIGURA 10. Frecuencia de apoyo ponderal de pacientes en este estudio.....	46
FIGURA 11. Frecuencia de segunda cirugía de pacientes en este estudio.....	46
FIGURA 12. Frecuencia del grado de consolidación de pacientes en este estudio según Montoya.....	46

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEORICO.**

#### **I.I- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

##### **Fractura de Tibia.**

La fractura de tibia es una lesión común en la población general, y es la fractura de hueso largo más común; este tipo de fracturas representan el 2% de todas las lesiones fracturarias<sup>3</sup>. Tienen un incremento exponencial debido a los accidentes de tránsito en regiones urbanas en pacientes jóvenes<sup>1</sup>. En Reino Unido se reportaron fracturas de tibia en 26 casos por cada 100 mil habitantes por año de los cuales aproximadamente el 70% de los casos son hombres y con 37 años en promedio, el 37% se asocian a accidentes de tránsito y 30% a deportes<sup>1</sup>. En Estados Unidos las estadísticas reportan una incidencia anual de 492,000 fracturas de tibia- peroné y tobillo por año, que resultan en 77,000 hospitalizaciones, las cuales utilizan 569,000 días de hospital y requieren 825,000 visitas médicas<sup>2</sup>.

México ocupa el 8º lugar en América Latina en defunciones por accidentes, el 12º en años de vida saludable perdidos por accidentes en general; la 7ª causa de defunción en México son los accidentes, de ellos los de tránsito ocupan el 5º lugar<sup>3</sup>.

En México la incidencia de fracturas de tibia es mayor en sujetos de 20 a 49 años, predomina en hombres 4:1. El 84.5% ocurre en la vía pública y de estos el 40.7% corresponde a lesiones por atropellamiento en la vía pública. Cerca del 93% de los pacientes atropellados exhiben un mecanismo de alta energía de los cuales 30% son bilaterales o segmentarias. El sitio de fractura más común es la diáfisis de la tibia en el 74% de los casos<sup>1</sup>. Domínguez y Orozco<sup>3</sup> en tres estudios epidemiológicos realizados sobre fracturas, abarcaron seis diferentes instituciones y conjuntando sus resultados, encontraron que de un total de 3,755 fracturas que requirieron manejo quirúrgico, 2,733 se presentaron en las extremidades pélvicas y 1,022 en las torácicas, con una relación 2.6:1 a favor de las primeras<sup>3</sup>. En su estudio local obtuvieron un total de 1,127 fracturas de resolución quirúrgica en un año, de las cuales 202 (17.9%) fueron de tibia y peroné y de éstas las más comunes fueron diafisarias con 79 casos de 202 fracturas<sup>3</sup>.

Cuando se produce una fractura, la reparación ósea puede tomar dos caminos: seguir un proceso reparativo exitoso o sufrir algún trastorno en el proceso normal reparativo que retarde el proceso o no lograr realizarlo en ningún momento<sup>26</sup>.

Darder y Gomar, revisaron una serie de 202 fracturas tibiales y encontraron 44% de casos con retardo de consolidación. Dickson y col, en una serie de 114 fracturas tibiales expuestas encontró que 30% se podían clasificar como retardo de consolidación o pseudoartrosis<sup>31, 32</sup>.

### **Métodos de Osteosíntesis de la Diáfisis Tibial**

Se debe de considerar la opción quirúrgica de tratamiento mediante una planificación preoperatoria de acuerdo con la clasificación de la fractura y el principio biomecánico que se debe aplicar. Para seleccionar el implante y el momento de la cirugía se determina en gran parte por el estado de las partes blandas. Es posible utilizar el fijador externo, tornillos, clavos fresados o no fresados inclusive placas convencionales o de bajo contacto. Sin embargo, el “Estándar de Oro” para el tratamiento de las fracturas diafisarias de huesos largos es el clavo endomedular<sup>1</sup>. El clavo centro medular es el tratamiento de elección para el manejo de fracturas diafisarias con trazo transversal y oblicuo de tibia en su tercio medio<sup>4</sup>. Aun siendo el estándar para la osteosíntesis en fracturas de fémur y tibia diafisarias el uso de clavo endomedular reporta grados de unión hasta en un 97%, debido a este éxito el uso de este sistema se ha extendido a segmentos peri articulares aplicado como una técnica demandante, pero en muchos casos menos traumático que las técnicas convencionales obteniendo resultados similares<sup>5</sup>.

### **CLAVO CENTRO MEDULAR.**

#### **Historia del Clavo Centro medular.**

Bernardino de Sahagún, antropólogo del siglo XVI, quien viajó con Hernán Cortés el conquistador de la “Nueva España”, en su libro “Historia General de las cosas de la Nueva España” narra cómo los médicos Aztecas ponían clavos de madera resinosa en el canal medular del fémur como tratamiento para la pseudoartrosis y fracturas, describe el uso de productos con finalidades como anestésicos y antisépticos, técnicas que fueron exterminadas junto con sus creadores para ser redescubiertas hasta el siglo pasado<sup>6</sup>.

En los siglos XIX y principios del XX en la literatura alemana se reportó el uso experimental en humanos con varillas metálicas o de marfil, hubo malos resultados con el marfil pues se reabsorbían y las varillas metálicas eran encapsuladas por material fibroso. Bircher en 1886 en un congreso médico postuló el uso de marfil en clavos intramedulares para estabilización de fracturas recientes<sup>6</sup>.

En el tratamiento de la pseudoartrosis el primer clavo bloqueado del que se tenga evidencia científica moderna fue descrito a finales del siglo XIX por parte del alemán Gluck; consistía en una varilla intramedular con agujeros que eran bloqueados con clavos del mismo material<sup>6</sup>. Al mismo tiempo en EUA se usó hueso autógeno en lajas para la misma finalidad.

En 1987 Lossen en la 7ª edición de su manual de cirugía general, postuló de manera metódica cómo usar una férula interna implantada en el canal medular. Sin embargo, la primera referencia formal de clavos como tratamiento de fracturas fue en 1902, se le atribuye a Lejahn, es así que se utilizó esta expresión para describir el implante de marfil diseñado para introducirse en el canal medular. La técnica de enclavado no dio buenos resultados en un inicio, debido a que el hueso autógeno y el marfil no tienen suficiente dureza para lograr una fijación estable; y aun peor los materiales se reabsorbían con rapidez por lo que no daba tiempo a que las fracturas sanaran. Independientemente del material utilizado todas se realizaban a foco abierto<sup>6</sup>.

Hey Groves en Inglaterra durante la 1ª Guerra Mundial usó clavos centro medular de acero, similar a los de diseño moderno en fémur y cubito.

Desafortunadamente hubo problemas con infección y aflojamiento que se atribuyeron a reacción de rechazo por los tejidos<sup>6</sup>.

Kuntscher en 1940 diseñó un clavo en forma de trébol, lo que permitió el tratamiento de las fracturas diafisarias estables, aunque no de las inestables, ya que se reportó un alto índice de pseudoartrosis<sup>7, 8, 9</sup>.

Una década después, el mismo Kuntscher ideó el fresado medular, lo que permitió usar un clavo más grueso, con lo que aumentaba la superficie de contacto y, por ende, la estabilidad. Después se creó un clavo atornillado cuyo problema técnico fue la localización de orificios<sup>7, 10, 11</sup>.

Klem y Schellman en 1972 reemplazaron el método original de clavos bloqueados, o clavos de Taylor, en un clavo de fémur fijado a un tornillo bloqueado orientado en ángulo de 150° y un par de tornillos de bloqueo distales a 90°, además de otro par de tornillos proximales y un par distales en la tibia<sup>7, 12, 13</sup>.

Cross Kempt describió en 1974 el método de bloqueo dinámico y estático; en el primero, el fémur se bloquea proximalmente y la tibia distalmente, y en el segundo sólo se hace un bloqueo proximal y distal. En esta modificación se reporta fatiga del material en el tercio proximal del clavo a razón de las fuerzas flexo extensión y torsión que sufre.<sup>7, 14, 15</sup>

Fernando Colchero publicó en 1975 su experiencia con un clavo con pernos fijos al hueso para brindar de estabilidad a las fracturas de tratamiento complejo. Empleó regleta para bloqueo proximal, distal e intermedio; la principal limitación era que se trataba de un clavo sin canulación que dificultaba una cirugía a foco cerrado y requería gran rimado, con la consecuente fatiga del material.<sup>7, 16, 17.</sup>

Se introdujo el clavo centro medular inicial flexible de pared fina y parcialmente ranurado por parte de la AO-ASIF en 1986, con sección transversal en forma de trébol, llamado clavo de Müller. Para poder lograr estabilidad rotatoria pronto se le agregó la curva de Herzog, se trataba de un ángulo en el clavo de tibia en la parte más proximal del mismo<sup>7.</sup>

La AO-ASIF creó un clavo universal bloqueado dinamizante un par de años después, el cual no requería que se retiraran todos los pernos proximales, con este se permitía someter al implante a sollicitaciones axiales en los esfuerzos del material<sup>7, 18.</sup>

Se dio a conocer un nuevo clavo universal de tibia a finales de 1988 el cual tiene una angulación de 11° del tercio más proximal<sup>7, 19.</sup>

Smith & Nephew Orthopedics en 1986 a 1988 con Toney Russell y Charlie Taylor inventaron, un clavo centro medular bloqueado útil en diversos tipos de trazo y localización fracturaría en fémur: subtrocantéricas, intertrocantéricas, ipsilaterales de cuello y diafisarias, llamado clavo Delta Russell & Taylor<sup>7, 20.</sup>

ACE Medical Company utilizó el mismo método de bloqueo intertrocantérico del clavo Delta para fabricar un clavo de titanio en 1995, más resistente, con apoyo fluoroscópico para bloqueo distal. La compañía Treu Instrumente, de Alemania, diseñó ese mismo año el clavo Morris con el método de bloqueo del mismo nombre, del cual se sugería usar una guía con regleta guía; pero el método es complicado<sup>7, 21.</sup>

Orthofix dio a conocer un método de bloqueo distal para tibia y fémur en 1996, que mediante una regleta guía y con diámetro octagonal, fue más confiable y eliminó el uso de la fluoroscopia durante la cirugía<sup>7, 22.</sup>

## **BIOMECÁNICA DEL CLAVO CENTRO MEDULAR**

Küntschner usó el clavo convencional ranurado longitudinalmente el cual estaba restringido a fracturas simples de la zona media de la diáfisis, debido a que la estabilización dependía del contacto entre el implante elástico y hueso rígido (principio tutor intraóseo)<sup>23.</sup>

Para aumentar la zona de contacto entre clavo y el hueso se utiliza el fresado de la cavidad medular y, por lo tanto, permite extender la indicación a fracturas más complejas y fracturas diafisarias más proximales y distales<sup>23</sup>. Con el canal medular fresado se mejora las propiedades mecánicas de la interfaz hueso-implante permitiendo el uso de implantes de mayor diámetro. Pero existen desventajas biológicas inherentes al fresado endomedular, en particular cuando sobrepasan ciertos límites en el fresado. De estas tenemos que: hay aumento de la presión intramedular, aumento de la temperatura con la consecuente desvitalización de algunas capas endósticas de hueso cortical, y necrosis ósea. Así en el pasado estas desventajas biológicas limitaban el uso de clavos fresados a fracturas con lesiones leves de los tejidos blandos<sup>23</sup>.

### **Clavo universal (fijación ajustada con bloqueo).**

Al colocar pernos de bloqueo al clavo como lo hicieron Grosse y Kempf, se consigue aumentar la estabilidad mecánica del implante intramedular y amplía sus indicaciones a fracturas más proximales y distales y fracturas complejas e inestables; de esta forma la fijación depende de los pernos de bloqueo y mucho menos del principio de fricción. Se consigue mantener la longitud del montaje hueso - implante porque los tornillos de bloqueo previenen el acortamiento, la rigidez torsional disminuye con la ranura longitudinal que ocasiona inestabilidad en rotación sobre todo en clavos de pequeño diámetro<sup>23</sup>.

Al clavo con pernos de bloqueo se le puede utilizar en dos formas: cuando se fija de manera dinámica en el hueso, con un perno proximal en el orificio oval dinámico y dos en el extremo distal del clavo, alinea y estabiliza la fractura en sentido rotacional, angular y transversal, permitiendo compresión dinámica axial y dirigida, lo que constituye el principio de protección<sup>23</sup>.

Al ser fijado de forma estática con dos pernos proximales y dos distales se consigue alineación y estabilización de la fractura en todos los planos, y se mantiene una distancia en los extremos óseos impidiendo la carga o soporte en el hueso y en la fractura, por lo que se cumple el principio de sostén<sup>4</sup>.

### **Enclavado No Fresado Y No Bloqueado.**

Se ha intentado dar tratamiento a lesiones diafisarias con lesión de tejidos blandos con clavos intramedulares sin fresar, es decir, con fijación laxa. Puesto que estos dispositivos (clavos de Ender, Lotte y Rush) eran finos y no podían bloquearse producía

inestabilidad rotatoria y longitudinal especialmente en fracturas complejas. A pesar del bajo porcentaje de infección había necesidad de adicionar con fijadores externos provisionales como el yeso<sup>4</sup>.

### **Enclavado No Fresado Y Bloqueado.**

Hubo necesidad del desarrollo de un clavo de pequeño diámetro que pudiera bloquearse, la ausencia de ranura aumenta la rigidez torsional, pero disminuye la capacidad de adaptación anatómica al hueso. Las exigencias de baja rigidez y resistencia se solucionaron con el cambio del acero inoxidable a una aleación de titanio Ti-6Al-7Nb. Así mismo se sabe mediante experimentación animal que la infección en clavos sólidos es menor que en clavos canulados o tubulares que presentan espacio muerto en su interior<sup>23</sup>.

### **Fisiopatología del Clavo Centro medular**

#### **Clavo Fresado.**

El fresado lesiona la vascularidad de la cortical interna la cual es reversible a las 8-12 semanas según experimentos animales. Esta disminución de vascularidad en el fresado explica el aumento de infección, especialmente en fracturas expuestas. Es por esa razón que no se recomienda el fresado en lesiones expuestas pues la infección puede llegar al 21%<sup>23</sup>.

Además de los efectos locales también se debe considerar las repercusiones generales como la embolia grasa pulmonar, alteraciones de coagulación relacionadas con altas temperaturas y reacciones humorales neurales e inflamatorias. La presencia de síndrome de distress respiratorio del adulto (SDRA) se asocia a fresado de enclavado femoral precoz en enfermos con poli fracturas. El paso de trombos a la circulación pulmonar se ha demostrado en estudios específicos. El enclavado intramedular parece provocar lesiones al sistema pulmonar del paciente, en especial al poli traumatizado, pues el pulmón es muy sensible a cualquier estrés adicional en el periodo inmediato al traumatismo. Debido a que cualquier dispositivo introducido en el canal medular (aguja, guía, clavo, fresa) actúa como pistón y fuerza al contenido de la cavidad medular bien hacia los tejidos adyacentes a través de la fractura o hacia el sistema venoso. Wenda et al. Midieron la presión intramedular trans operatoria encontrando 420 - 1.510mm Hg durante el fresado comparado con los 40-70mm Hg en casos en que se utiliza un clavo solido sin fresar<sup>23</sup>.

## **Tratamiento de las Fracturas Mediante Yeso y Fijación Externa.**

La inmovilización con yeso cerrado está asociada con tasas altas de retardo en consolidación del 30% y de no consolidación en 28%. Los fijadores externos se han usado por su versatilidad, fácil colocación y mínimo trauma quirúrgico; pero también se asocian a aflojamiento de pines, infección, retardo y no consolidación<sup>24</sup>.

En la década de los 70s y 80s la fijación externa ganó adeptos como el tratamiento estándar para las fracturas abiertas tibiales. Tiene especial utilidad en heridas abiertas con lesión extensa de tejidos blandos, en algunos sitios se extendió al uso en fracturas cerradas. Sin embargo, se presentan varias complicaciones; una de las más comunes es la infección de tejidos blandos en el sitio de clavo o pin, así como aflojamiento y recolocación de estos, necesidad de re-operación para aseo quirúrgico, recolocación de pines, corrección de rotación o mal alineamiento, así como periodos más largos de consolidación (11-52 semanas) así como la no unión en algunos casos, respecto a otros métodos de osteosíntesis<sup>25</sup>.

## **CONSOLIDACIÓN ÓSEA Y PSEUDOARTROSIS.**

Cuando se produce una fractura, la reparación ósea puede tomar dos caminos: seguir un proceso reparativo exitoso o sufrir algún trastorno en el mismo que lo retarde, o no lograr realizarlo en ningún momento<sup>26</sup>.

### **Proceso Normal de Consolidación.**

El proceso de consolidación sigue su historia natural durante el tratamiento ortopédico, produciéndose un callo perióstico y otro endóstico. Arrebola describe cinco etapas<sup>26</sup>.

1. Inicial/latencia: Durante esta etapa se produce la formación del secuestro fracturario mediante osteólisis. Además, en el hematoma fracturario se produce la acción plaquetaria liberando sustancias como PDGF, TGF-B y FGF-B que asociado a la reducción del pH y de la tensión de oxígeno favorecen la aparición de células inflamatorias para eliminar células muertas, producir factores de crecimiento e iniciar la histogénesis<sup>26</sup>.

2. Organización: Luego de concluida la etapa inicial se produce la resorción de los extremos óseos y el hematoma fracturario se organiza dando lugar a la formación del



callo fibroso (callo óseo primario o provisional). Esto se produce aproximadamente a las 3 semanas<sup>26</sup>.

3. Normalización, formación de callo óseo secundario o definitivo: Durante esta etapa se produce el nuevo tejido óseo, también llamado hueso laminar. Es en este momento en que se produce la osteogénesis periférica y la osteogénesis medular, que se denomina osteogénesis intrafragmentaria. Esto dará como resultado la formación del callo óseo perióstico y endóstico antes descritos<sup>26</sup>.

4. Re modelamiento: Esta etapa se produce mucho tiempo después de la formación de los callos perióstico y endóstico, se remodela la cortical y el canal medular, desapareciendo los callos internos (endóstico) y externo (perióstico), la cavidad medular se vuelve a abrir y la arteria medular se reconstruye<sup>26</sup>.

5. Solidificación. Recupera sus características mecánicas, elásticas y fisiológicas previas a la lesión<sup>26</sup>.

### **Definición Pseudoartrosis.**

Las alteraciones de la consolidación forman parte de las complicaciones locales de las fracturas y sus causas principales son la movilidad del lugar de la fractura (mala estabilización) y la insuficiente vascularización de los fragmentos. Se pueden clasificar en: retardo de la consolidación y pseudoartrosis<sup>27</sup>.

La pseudoartrosis es una grave alteración del ciclo de regulación de la cicatrización la cual afecta en la osteorregeneración, osteovascularización y estabilización. Las causas de la alteración en el ciclo de cicatrización son la lesión o destrucción de la unidad del periostio, de la sustancia cortical y del espacio medular del hueso, esto ocurre generalmente por el traumatismo inicial, pero a menudo sucede con los procedimientos quirúrgicos que no consideran los principios biológicos de la cicatrización del hueso, muy al contrario las técnicas quirúrgicas que tratan de respetar la importancia de conservar el tejido perióstico, el tejido cortical y el espacio intramedular; para que de esta manera la agresión sea menor y se garantice la final resolución de la fractura<sup>27</sup>.

La no unión de las fracturas se define con las características clínicas y radiográficas como lo es la persistencia del trazo fracturario, carencia de enlace en las trabéculas o ausencia de continuidad o de puentes óseos en las corticales en más de una proyección radiográfica; posterior a 6 meses de evolución<sup>28</sup>.

Cuando la consolidación no ha avanzado a la velocidad media esperada para la localización y tipo de fractura (3-6 meses), se habla de retardo de la consolidación. En cambio, la pseudoartrosis es la incapacidad completa de la consolidación por fracaso definitivo de la osteogénesis<sup>26</sup>.

Queda claro entonces que el retardo de consolidación es un enlentecimiento de la velocidad del proceso de consolidación, pero ésta llegará a establecerse de forma definitiva y normal, por lo tanto, no se le debe considerar como fracaso biológico, y la pseudoartrosis es un proceso terminal, es una cicatriz fibrosa definitiva e irreversible<sup>26</sup>.

El proceso de consolidación es vigilado mediante la combinación de criterios clínicos y radiológicos; dentro de los marcadores clínicos de consolidación este la resolución del dolor en el sitio de la fractura al cargar peso, junto con radiografías seriadas que demuestren la presencia de puentes óseos en el trazo de fractura. La clasificación de las alteraciones en la consolidación no ha cambiado siendo de importancia evaluar las características biológicas y las biomecánicas<sup>26</sup>.

Llamamos pseudoartrosis a la falta de consolidación absoluta en una fractura apareciendo una articulación falsa en el sitio fracturario. Puede tener cualquier localización como diáfisis, epífisis o metáfisis siendo la primera la más común<sup>29</sup>.

Para considerarse una pseudoartrosis como tal, deben estar presentes los siguientes signos:

- En trazos fracturarios diafisarios, aparecerá cierre completo del canal medular por un opérculo óseo.
- Esclerosis de los bordes de la fractura y pseudocápsula periosteal, apareciendo en su capa celular más interna tejido de características similares a una sinovial con producción de líquido y fibrocartílago.
- Movilidad anómala indolora a nivel del foco, aunque en nuestro medio lo normal es que no lleguen a ser indoloras porque no se permite la evolución clínica hacia una pseudoartrosis establecida, tratándose antes de llegar a ese punto<sup>29</sup>.



IMAGEN I. López, L, Colino, A, Rodríguez, G, Tejada, J. Curso Básico Fundación SECOT

## **Clasificación de Judet y Judet**

La clasificación de Judet y Judet<sup>1</sup>, se basa en la viabilidad de los extremos de los fragmentos óseos y del aporte sanguíneo. Según esta clasificación las pseudoartrosis se dividen en dos grandes grupos: Hipertróficas (problema mecánico) y atróficas con pérdida de fragmentos intermedios y sustitución por tejido cicatrizal relacionadas con pobre vascularización (problema biológico). Las hipertróficas a su vez se dividen en: “Pata de elefante” (callo abundante e hipertrófico), “casco de caballo” (moderada hipertrofia) e hipotrófica (callo ausente).

- Callo Hipertrófico – Exuberante: Indica inestabilidad, pero adecuado estado biológico
- Callo Atrófico: indica poca respuesta biológica de cicatrización
- Callo Oligotrófico: indica formación incompleta del callo o parte del espectro entre híper y atrofia.

Schweiberer, considera que las pseudoartrosis hipertróficas y oligotróficas pertenecen a las biológicamente reactivas, mientras que las atróficas a las biológicamente no reactivas<sup>24</sup>.

La clasificación de Paley y col, se basa en el defecto óseo existente.

A. Con pérdida de hueso inferior a 1 cm:

- A1. Pseudoartrosis con deformidad móvil y;
- A2. Con deformidad fija

B. Con pérdida de hueso superior a 1 cm:

- B1. Con defecto óseo;
- B2. Pérdida de longitud ósea y;
- B3. Ambas

## **EPIDEMIOLOGÍA DE LAS ALTERACIONES DE LA CONSOLIDACIÓN.**

Según Clinton y col, se puede presentar retardo de consolidación o pseudoartrosis en el 5%-10% de las fracturas<sup>30</sup>.

Darder y Gomar, revisaron una serie de 202 fracturas tibiales y encontraron 44% de casos con retardo de consolidación. Dickson y col, en una serie de 114 fracturas tibiales expuestas encontró que 30% se podían clasificar como retardo de consolidación o pseudoartrosis<sup>31, 32</sup>.

En general, aproximadamente 53% de las pseudoartrosis ocurren en los miembros inferiores, siendo la tibia la más afectada; además, la tibia es el hueso que más fracturas

reporta y debido a su anatomía (ausencia de músculos en su cara anterior e interna) presenta factores de riesgo para que se produzcan dichos trastornos de la consolidación<sup>26</sup>.

## **FACTORES INVOLUCRADOS EN LA CONSOLIDACION**

### **Etiopatogenia**

En el miembro inferior ocurren el 53,5 % de todas las pseudoartrosis y, dentro de todos los elementos, la tibia, que es el hueso diafisario que más se fractura en los miembros inferiores, y a la vez el que con mayor frecuencia hace una exposición focal aguda, presenta un factor anatómico que atenta, de forma innegable, contra una consolidación útil: la ausencia de músculos en su cara anterior e interna. Así como la precaria circulación originada por la disrupción de la arterial nutricia endomedular presente en las fracturas diafisarias. Esto favorece los defectos de la piel por mala cicatrización y las fracturas con exposición focal aguda traumática<sup>33</sup>.

### **Factores Negativos en la Consolidación.**

El proceso de consolidación puede ser alterado por factores mecánicos; factores bioquímicos como la producción de colagenasa por los macrófagos y fibroblastos localizados en el foco fracturario lo que contribuye a la aparición de pseudoartrosis. Se ha observado que la ausencia de tejido neural es también un factor que podría afectar adversamente el proceso de consolidación<sup>25</sup>.

Ramos<sup>33</sup> considera los siguientes grupos de causas:

1. Generales: Edad, se ha demostrado que, a mayor edad, hay mayor frecuencia de retardos de consolidación, pero no de pseudoartrosis.

2. Enfermedades sistémicas: Tuberculosis, sífilis, diabetes, tabes, hipotiroidismo, osteopatía descalcificante.

3. Locales: Localización de la fractura, tipo de fractura, apertura del foco de fractura<sup>1, 2, 5, 8, 9</sup>.

4. Por tratamiento: Fallas en la reducción, contacto e inmovilización.

Se ha visto que una inadecuada inmovilización podría ser causa de pseudoartrosis produciéndose una detención en el proceso de reparación natural; el resto de los factores mencionados por si mismos producirían retardo en la consolidación<sup>5, 7</sup>.

## **Región Anatómica Factor negativo**

Los autores coinciden en que las fracturas diafisarias que más se complican con pseudoartrosis son las que se asientan en el tercio medio. Sarmiento y Latta, con una casuística pobre, disienten de esa afirmación y aseguran que esta complicación es más frecuente cuando la lesión primaria se presenta en el tercio distal (este sitio es el que ocupa el segundo lugar en otros reportes). Por otra parte, en todos los casos la frecuencia de pseudoartrosis es menos común en el tercio proximal (menos del 8 %) <sup>33</sup>.

Si se analizan con más detalle los factores de riesgo la gran mayoría de autores coinciden en que las fracturas diafisarias que más se complican con pseudoartrosis son las que se asientan en el tercio medio y en segundo lugar las que se ubican en el tercio distal <sup>23, 24, 26, 28, 32</sup>. Esto tendría como explicación que el agujero nutricio se encuentra en todas las diáfisis en su tercio medio; en teoría, todas las fracturas en dicha zona, por debajo de los agujeros nutricios, tienen un aporte vascular limitado en la región distal a la fractura<sup>2</sup>.

Existen otros factores biológicos como es el estado metabólico, endocrinológico y nutricional, el uso de fármacos y el hábito tabáquico, presencia o no de infección y el estado de los tejidos blandos que proporcionan vascularidad al hueso <sup>35, 36, 37</sup>.

## **Consumo de Cigarrillo en la Cicatrización Ósea**

En la actualidad, el consumo de tabaco es la principal causa de mortalidad evitable en todo el mundo. En México en menos de dos décadas el número de fumadores se incrementó de 9 a 13 millones de personas y las enfermedades asociadas al tabaquismo matan a más de 53000 personas cada año, es decir, 147 cada día. Estas defunciones representan 10% de las muertes nacionales.

Los componentes del cigarrillo tienen efectos deletéreos en los tejidos blandos humanos. En las heridas quirúrgicas se manifiesta como necrosis de la herida, infección o dehiscencia<sup>36</sup>.

Además de los efectos deletéreos en tejidos blandos, el consumo de cigarrillos está relacionado con retraso en la cicatrización ósea. A nivel celular, la Nicotina altera directamente una amplia gama de genes de citosinas asociadas con la neovascularidad y la diferenciación del osteoblasto (factor de crecimiento vascular endotelial VEGF; proteína morfo génica ósea BMP; factor de crecimiento básico de fibroblasto bFGF; y colágeno I) <sup>36</sup>.

Otros estudios han demostrado que el tabaco tiene efectos inhibitorios en el osteoblasto y en la síntesis de colágeno. En estudios clínicos los fumadores tienen mayor grado de complicaciones como retardo de consolidación, no unión y pseudoartrosis después de una artrodesis lumbar Moghaddam y Zimmermann en su estudio encontraron que en los que dejaron de fumar y en nuevos fumadores hay incremento de 3 a 18 veces en el riesgo de sufrir un retraso en la consolidación o no unión en fracturas diafisarias de tibia comparado con los no fumadores<sup>11</sup>. En otros estudios que evalúan el tiempo de cicatrización calcularon una media consolidación de 37.2 semanas en una fractura expuesta en fumadores comparado con 29.1 semanas en no fumadores<sup>36</sup>.

## CLASIFICACIÓN FRACTURAS DE TIBIA.

### Sistema AO.

La fundación AO y la Asociación de Ortopedia y Trauma (AO/OTA) publicaron la clasificación para las fracturas por primera vez en 1996 usando los principios desarrollados por Müller et al. En la actualidad es la clasificación con mayor difusión y uso a través de los colegios y asociaciones de Ortopedia y Traumatología alrededor del mundo<sup>38</sup>.

Clasifica según el sitio de fractura asignando a cada hueso un número. Distinguiendo si la fractura es proximal, diafisaria o distal<sup>38</sup>.

- Segmento proximal: numero 1.
- Segmento diafisario: numero 2.
- Segmento distal: numero 3.

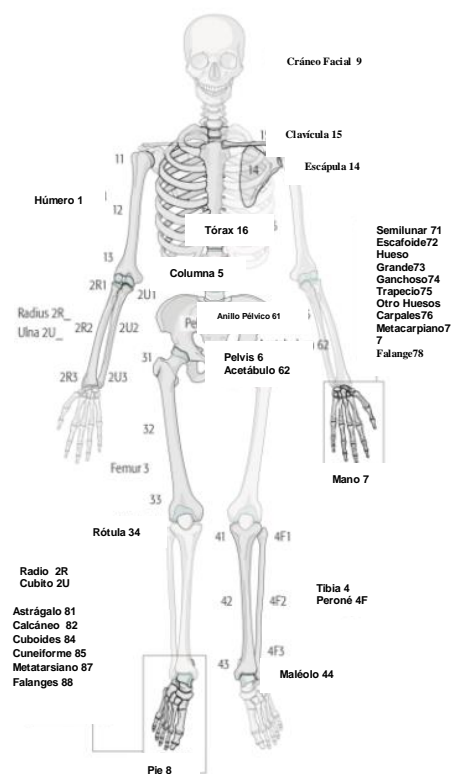


IMAGEN II. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

También clasifica la morfología de la fractura y en caso de ser diafisaria la clasifica como:

- Simple o Tipo A: fracturas con una solución de continuidad circunferencial, formando un ángulo menor de 30 grados con la perpendicular del eje del hueso. Una fractura

oblicua forma un ángulo mayor o igual a 30 grados con respecto del eje del hueso<sup>38</sup>.

- Con cuña o Tipo B. caracterizadas tener contacto en los fragmentos principales después de la reducción manteniendo la distancia normal del hueso. La cuña puede estar intacta o fragmentada<sup>38</sup>.
- Multifragmentada o Tipo C. consiste en varios fragmentos y trazos fracturarios, conocidos como fracturas complejas, hoy llamadas multifragmentadas. Donde los fragmentos distal y proximal después de la reducción no entran en contacto. Este tipo de fracturas incluyen a los trazos segmentados<sup>38</sup>.

Se clasifica la morfología del segmento final de las fracturas basado en el hecho de ser o no articulares (es decir si la fractura tiene involucro a la superficie articular).

- Extra articular o Tipo A. El trazo fracturario puede estar metafisiario o epifisiario, pero siempre respeta a la superficie articular, la cuál será intracapsular<sup>38</sup>.
- Parcialmente articular o Tipo B. el trazo de fractura se extiende a la superficie articular donde el resto de la articulación permanece intacto y esta aun en continuidad y contacto con la metáfisis y la epífisis <sup>38</sup>.
- Total, o completamente articular o Tipo C. hay trazo fracturario de la superficie articular y hay disrupción articular meta y diafisiaria <sup>38</sup>.

Cuando se produce una fractura, la reparación ósea puede tomar dos caminos: seguir un proceso reparativo exitoso o sufrir algún trastorno en el proceso normal reparativo que retarde el proceso o no lograr realizarlo en ningún momento<sup>26</sup>.

Darder y Gomar, revisaron una serie de 202 fracturas tibiales y encontraron 44% de casos con retardo de consolidación. Dickson y col, en una serie de 114 fracturas tibiales expuestas encontró que 30% se podían clasificar como retardo de consolidación o pseudoartrosis<sup>31, 32</sup>.

## Clasificación AO/OTA para Tibia

### Tibia

Hueso: Tibia 4  
Sitio: Proximal 41.



Sitio: Proximal 41.



IMAGEN III. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Tipos.

Tibia proximal fractura extra articular 41 A.

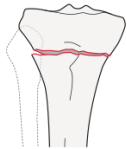
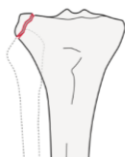


IMAGEN IV. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Subgrupo con fractura con avulsión 41 A1

De los anexos capsulares:  
41 A1.1



Del tubérculo tibial 41  
A1.2



De la espina tibial (ligamento  
cruzado) 41 A1.3

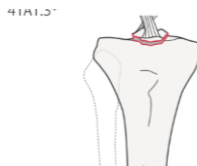


IMAGEN V. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.



## Subtipo con fractura simple extra articular 41 A2

Fractura espiral 41 A2.1



Fractura oblicua 41 A2.2



Fractura Transversa 41 A2.3



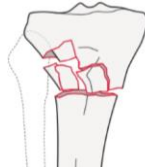
IMAGEN VI. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

## Subtipo con fractura con tercer fragmento o multifragmentada 41 A3

Fractura con tercer fragmento  
intacto 41 A3.1



Fractura con tercer fragmento  
fragmentado 41 A3.2



Fractura Multifragmentada 41  
A3.3

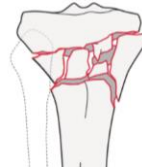


IMAGEN VII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

## Tibia proximal.

### Fractura articular parcial 41 B

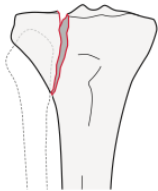
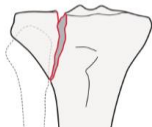


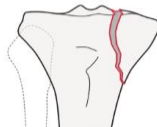
IMAGEN VIII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

## Subgrupo con fractura parcial articular 41 B1

Fractura de platillo lateral 41 B1.1



Fractura de platillo medial 41 B1.2



Fractura oblicua que involucre las espinas tibiales y  
uno de los platillos. 41 B1.3

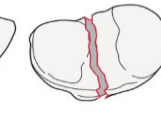
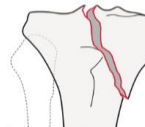
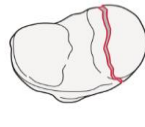
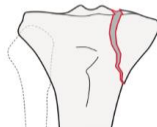
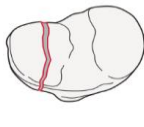
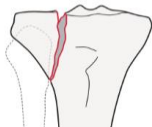
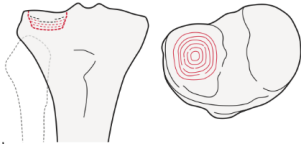


IMAGEN IX. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Subgrupo con fractura parcial articular con depresión 41B2

Fractura platillo lateral 41

B2.1



Fractura platillo medial  
41 B2.2

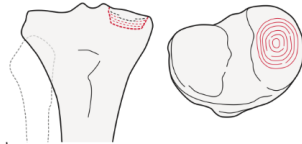
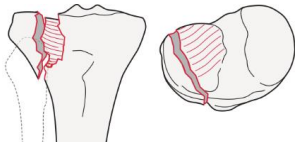


IMAGEN X. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Subgrupo con fractura parcial articular con depresión y trazo 41 B3

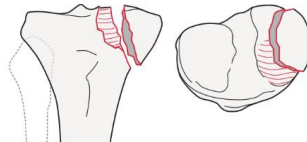
Fractura de platillo lateral 41

B3.1



Fractura del platillo medial 41

B3.2



Fractura oblicua que involucre las espinas  
tibiales y uno de los platillos 41 B3.3

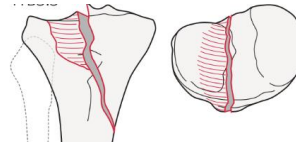


IMAGEN XI. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Tibia proximal.

Fractura articular completa  
41 C

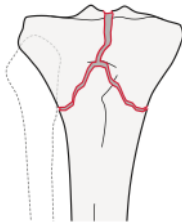
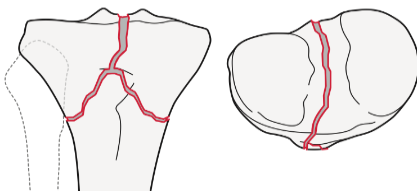


IMAGEN XII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Subgrupo con fractura simple completamente articular con trazo metafisiario 41 C1

Sin fractura de las eminencias intercondileas 41 C1.



Con fractura de eminencia intercondilar 41 C1.2

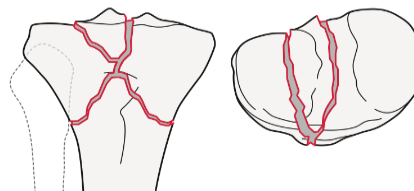
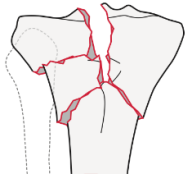


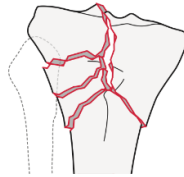
IMAGEN XIII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

Subgrupo con fractura articular con tercer fragmento o multifragmentado con trazo metafisiario 41  
C2

Fractura con tercer fragmento  
intacto 41 C2.1



Fractura fragmentada de tercer  
fragmento 41 C2.2



Fractura metafisiaria multifragmentada 41  
C2.3

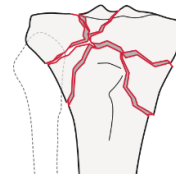
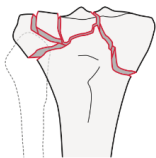


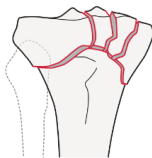
IMAGEN XIV. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

Subgrupo con fractura articular multifragmentada y/o con fractura metafisiaria multifragmentada 41  
C3

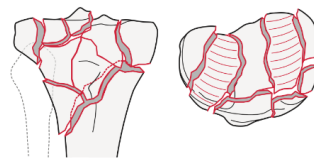
Fractura platillo lateral  
fragmentada 41C3.1



Fractura platillo medial  
fragmentado 41 C3.2



Fractura medial y lateral  
multifragmentada 41 C3.3



IMAGENXV. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

**42**

Lugar: Tibia, Segmento Diafisario 42

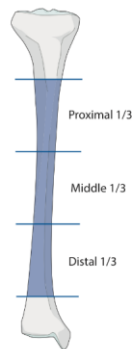
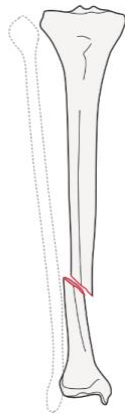


IMAGEN XVI. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.



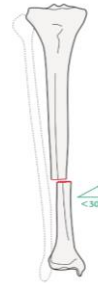
**Tipo:** Tibia fractura diafisiaria con trazo fractura simple 42 A

IMAGEN XVII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

Subgrupo fractura diafisiaria simple trazo oblicuo (mayor a 30°) 42 A2



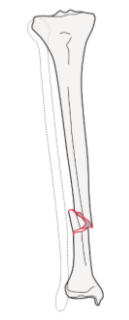
Subgrupo fractura diafisiaria simple en espiral 42 A1



Subgrupo fractura diafisiaria simple con trazo transverso (menor a 30°) 42 A3

IMAGEN XVIII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

Tipo fractura diafisiaria con trazo con tercer fragmento 42 B

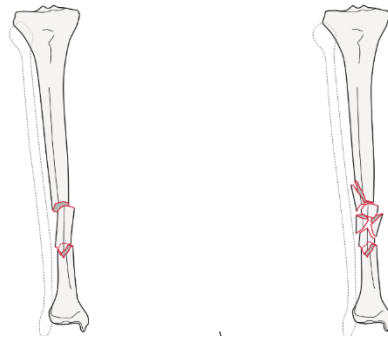


Subgrupo fractura diafisiaria con tercer fragmento intacto 42 B2

Subgrupo fractura con fragmentación de la muñera 42 B3

IMAGEN XIX. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

**Tibia, segmento diafisiario.**  
Fractura multifragmentada 42 C



Subgrupo fractura diafisiaria con trazo segmentario intacto 42 C2

Subgrupo fractura diafisiaria con trazo segmentario multifragmentado 42 C3

IMAGEN XX. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

**43**

Lugar: Tibia, Segmento distal 43



IMAGEN XXI. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

Tipo: Tibia, segmento distal,  
fractura extrarticular 43 A

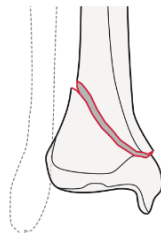


IMAGEN XXII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

Tipo: Tibia, segmento distal, fractura extrarticular.

Grupo: Tibia, segmento distal, extrarticular, fractura simple 43 A1

Subgrupo:

Fractura Espiral 43 A1.1

Fractura Oblicuo 43 A1.2

Fractura Transverso 43 A1.3

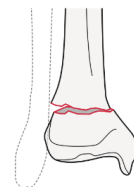
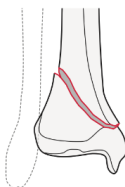
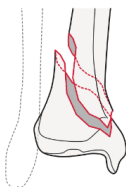
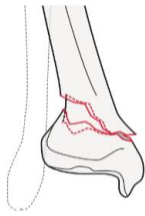


IMAGEN XXIII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.



Subgrupo:

Fractura con impactación posterolateral 43 A2.1

Fractura antero medial con tercer fragmento 43 A2.2

Fractura extendida a la diáfisis 43 A2.3

IMAGEN XXIV. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Subgrupo fractura extra articular multifragmentada 43 A3

Subgrupos:

Con al menos tres fragmentos intermedios 43 A3.1

Con más de tres fragmentos intermedios 43 A3.2

Fractura multifragmentada que se extiende a la diáfisis 43 A3.3

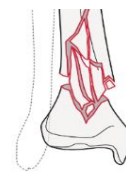


IMAGEN XXV. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Tipo fractura parcial articular segmento distal 43B1

Subgrupos:

Fractura frontal/coronal 43 B1.1

Fractura sagital 43 B1.2

Fractura fragmentada metafisiaria 43 B1.3

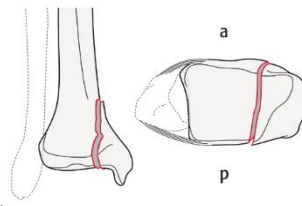
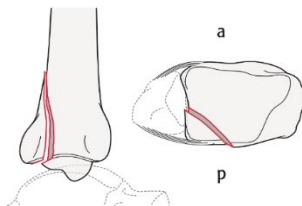


IMAGEN XXVI. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Tipo fractura distal parcial articular con fragmento hundido 43 B2

Subgrupos:

Fractura frontal/coronal 43 B2.1

Fractura sagital 43 B2.2

Fractura con fragmento central 43 B2.3

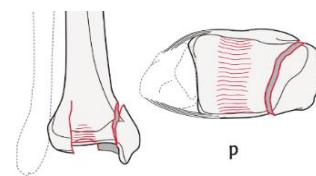
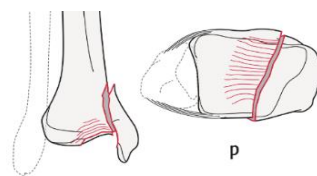
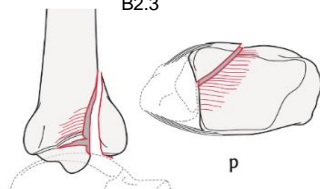


IMAGEN XXVII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Tipo fractura distal parcial articular con hundimiento 43 B3

Grupo: tibia, segmento distal, parcial articular, fractura por depresión 43 B3

Subgrupos:

Fractura frontal/coronal 43 B3.1

Fractura sagital 43 B3.2

Fractura fragmentada metafisiario 43B3.3

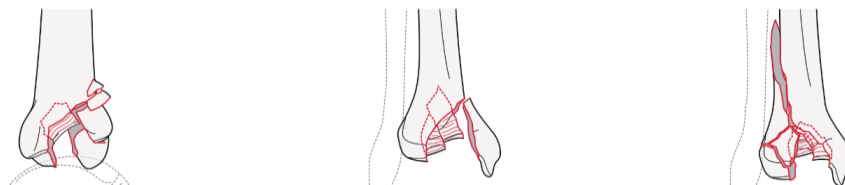


IMAGEN XXVIII. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Tipo fractura completamente articular segmento distal 43C1

Tipo: Tibia, segmento distal, fractura completamente articular 43 C

Grupo: Tibia. Segmento distal, fractura simple articular, fractura metafisiaria simple 43 C1

Subgrupos:

Sin impactación 43 C1.1

Con depresión epifisiaria 43 C1.2

Fractura con extensión a la diáfisis 43 C1.3



IMAGEN XXIX. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

### Fractura completamente articular simple con trazo multifragmentado 43 C2

Grupo: Tibia, segmento distal, completamente articular simple, fractura multifragmentada metafisiaria 43 C2

Subgrupos:

Con impactación asimétrica

43 C2.1 Sin impactación asimétrica 43C2.2

Con extensión a la diáfisis 43 C2.3

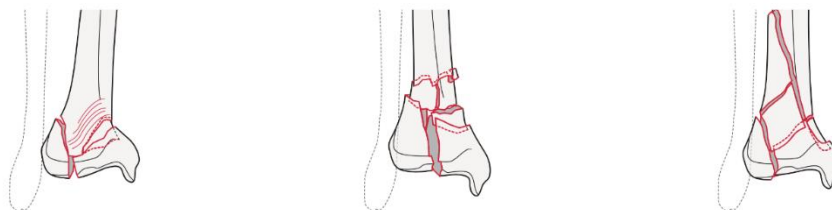


IMAGEN XXX. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

Tibia distal fractura totalmente articular y metafisiaria multifragmentada 43 C3.

Grupo: Tibia, segmento distal, completamente articular compleja, fractura multifragmentada metafisiaria 43 C3

Subgrupos:

Fractura epifisiaria 43 C3.1

Fractura epifisiaria y metafisiaria 43 C3.2

Fractura epifisiaria y metafisiaria con extensión  
diafisiaria con extensión a la diáfisis 43 C2.3

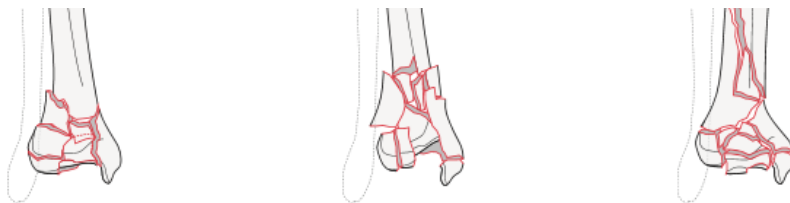


IMAGEN XXXI. J. Orthop Trauma. Volumen 32, Numero de suplemento 1, Junio 2018.

## TRATAMIENTO DE LA PSEUDOARTROSIS.

El tratamiento de la pseudoartrosis se basa en la estabilidad mecánica, el adecuado aporte vascular y estímulo biológico. Dentro de los estimuladores biológicos de la consolidación ósea, el autoinjerto constituye desde comienzos del siglo XX el patrón oro<sup>41</sup>.

Por ello, en la actualidad y a pesar de las alternativas disponibles, continúa siendo el injerto óseo más empleado<sup>42</sup>.

El autoinjerto óseo, además de mantener propiedades como osteoconductor y osteoinductor, características de otros tipos de sustitutos óseos, mantiene una capacidad osteogénica definida como la propiedad de sintetizar hueso nuevo en el receptor proveniente del injerto. Los autoinjertos vascularizados añaden otra ventaja que es la del aporte vascular, constituye otro de los pilares del tratamiento de las pseudoartrosis<sup>43</sup>.

### Autoinjerto de Cresta Ilíaca

Se ha demostrado que huesos de origen membranoso como el iliaco tienen mayor capacidad osteoinductiva que los de origen endondral (huesos largos)<sup>44</sup>.

La literatura señala la eficacia del autoinjerto de cresta ilíaca en el tratamiento de la pseudoartrosis, con una tasa de éxitos entre el 87 y el 100%, ya sea en pseudoartrosis atróficas de tibia, de otros huesos largos, en casos recalcitrantes e incluso para completar la consolidación de los alargamientos óseos<sup>42</sup>.

Como señalan Sen y Miclau<sup>42</sup>, en el tratamiento de las pseudoartrosis, “el injerto de cresta ilíaca continúa siendo la única fuente disponible de injerto osteogénico,



osteoinductivo y osteoconductor que contiene células precursoras viables (...) por ello continúa siendo el patrón oro para el tratamiento de la pseudoartrosis”.

### **Aspirado de Médula Ósea**

Su mecanismo de acción es osteogénico y osteoinductor por la presencia de células progenitoras viables, la morbilidad que provoca es escasa. Sin embargo, no se conoce cómo puede la inyección de un aspirado de médula ósea promover la consolidación de una pseudoartrosis sin desbridamiento quirúrgico. En la actualidad este tratamiento es coadyuvante <sup>22</sup>.

### **Fresado en el Recambio del Clavo Centro medular**

Desde el punto de vista biológico este tipo de técnicas pueden considerarse como una variante de autoinjerto ya que se ha descrito la presencia de células óseas viables en el producto del fresado intramedular <sup>45</sup>.

### **Descarga Ponderal con Diafisectomía al Peroné**

Desde el punto de vista mecánico resulta ser un excelente estímulo para la consolidación ósea el hecho de la carga ponderal en un hueso de carga como es la tibia, por lo que Enríquez, García y cols proponen en su estudio “Tratamiento de la pseudoartrosis de la tibia con deslindamiento, clavo centro medular sin fresado (UTN) y diafisectomía del peroné” la diafisectomía de descarga al peroné con la finalidad de estimular la consolidación de manera adyuvante, en su caso con buenos resultados <sup>46</sup>.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El Hospital General “Dr. Miguel Silva” es un hospital de concentración estatal y regional, donde se reciben pacientes de los estados vecinos y de los sitios más vulnerables y marginados, también es un hospital escuela con residencia médica de Traumatología y Ortopedia con formación de residentes desde hace casi 30 años.

Una de las fracturas que se reciben cotidianamente en urgencias, producto de accidentes de tránsito, laborales y deportivos, es la fractura de tibia; debido a su situación anatómica, la ausencia de músculos en su cara anterior e interna y gran brazo de palanca. Cuando se diagnostica una fractura diafisaria de tibia el tratamiento tal como lo dice la Guía de Práctica Clínica es con clavo centro medular bloqueado, sin embargo, a pesar de ser el “estándar de oro” no está exento de complicaciones, de las más frecuentes están las alteraciones de consolidación y de éstas la pseudoartrosis, según la literatura. La pseudoartrosis es el fracaso definitivo de la osteogénesis y se conocen varios factores de riesgo que alteran este proceso: existen factores biológicos como el estado metabólico, nutricional, farmacológico, hábito tabáquico, presencia o no de infección y el estado de los tejidos blandos que proporcionan vascularidad al hueso, y factores generales como la edad, localización de la fractura, mecanismo de lesión, tipo de fractura, apertura del foco de fractura para la reducción, contacto e inmovilización. En este hospital se utiliza el clavo centro medular desde hace una década aproximadamente, con la aparición de los programas sociales gubernamentales y hasta hoy no se han evaluado ni analizado los resultados y experiencia obtenidos con este tratamiento.

Es por esto que nos formulamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la frecuencia de pseudoartrosis y cuáles son los factores de riesgo asociados en las fracturas diafisarias de tibia tratadas con clavado centro medular bloqueado en el Hospital General “Dr. Miguel Silva” de Enero del 2015 a Enero del 2019?

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la frecuencia de pseudoartrosis y los factores de riesgo asociados en fracturas diafisarias de tibia tratadas con clavo centro medular bloqueado en el Hospital General “Dr. Miguel Silva” de Enero del 2015 a Enero del 2019.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1.- Conocer frecuencia, tipo, clasificación y mecanismo de lesión de las fracturas diafisarias de tibias de los pacientes con fracturas diafisarias de tibia tratadas con clavado centro medular bloqueado en el periodo de estudio en el Hospital General Dr. Miguel Silva.

2.- Identificar factores de riesgo pre y trans y postquirúrgicos así como complicaciones que afecten la consolidación ósea en los pacientes con pseudoartrosis en fracturas diafisarias de tibia tratadas con clavo centro medular bloqueado del Hospital General Dr. Miguel Silva.

3.- Caracterizar radiológicamente las fracturas y los datos clínicos sugestivos de pseudoartrosis y clasificar la consolidación de acuerdo a Montoya para diagnóstico de la pseudoartrosis en los pacientes con fracturas diafisarias de tibia tratadas con clavo centro medular bloqueado del Hospital General Dr. Miguel Silva.

## **JUSTIFICACIÓN.**

### **Magnitud.**

En el servicio de Traumatología y Ortopedia de este hospital se tiene registro de tratamiento quirúrgico en al menos de 344 fracturas de tibia en 4 años, en pacientes locales y del interior del estado así como entidades vecinas, aproximadamente la mitad de estas corresponden a trazos fracturarios que afectan la diáfisis tibial.

### **Trascendencia.**

De no llevarse a cabo este estudio no se podrá intervenir en los factores de riesgo que afectan a la consolidación ósea, aumentara la incapacidad física y laboral del paciente con deterioro familiar, se elevaran los gastos económicos institucionales, la estancia hospitalaria y la necesidad de re operaciones.

### **Vulnerabilidad.**

Al intervenir en los factores de riesgo se podría incrementar el éxito en la consolidación y tratamiento de las fracturas de tibia, se disminuye la estancia intrahospitalaria, los gastos y el periodo de incapacidad en los pacientes, el costo económico y laboral que representa para la institución tratar las complicaciones de la

consolidación, además se podrá retroalimentar al servicio de Traumatología y Ortopedia analizando las causas y la manera de mejorar el resultado de las cirugías ortopédicas.

**Factibilidad.**

Se llevó a cabo este proyecto con autorización de la Dirección Médica del Hospital por el hecho de ser ex residente de recién egreso de este hospital para de esa forma tener acceso a expedientes de pacientes y bitácoras de cirugía realizadas de enero del 2015 a enero del 2019

La clasificación ética es menor al mínimo, ya que solo se revisarán expedientes, asegurando la confidencialidad de la información de los pacientes.

**HIPÓTESIS.**

No aplica.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1.- TIPO Y CLASIFICACIÓN DEL ESTUDIO.**

Es un estudio descriptivo, observacional, retrospectivo y transversal.

#### **2.2.- UNIVERSO O POBLACIÓN.**

Expedientes de pacientes con fracturas diafisarias de tibia tratadas con enclavado centro medular bloqueado.

#### **2.3.- MUESTRA.**

Muestra no probabilística a conveniencia por periodo de Enero del 2015 a Enero del 2018.

#### **2.4.- DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBSERVACIÓN.**

Archivo clínico y digital el cual contenga Hoja frontal con historia clínica completa, notas de evolución, nota de procedimiento quirúrgico detallado, notas de seguimiento en consulta externa y archivo digital de radiografías seriadas en al menos dos proyecciones pre, post quirúrgicas y notas de seguimiento en la consulta externa, esto acorde a la NOM vigente.

#### **2.5.- DEFINICIÓN DEL GRUPO CONTROL.**

No aplica.

#### **2.6.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN.**

1.-Expedientes completo de pacientes de ambos géneros que hayan sido atendidos en el servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital General Dr. Miguel Silva con diagnóstico de fractura diafisaria de tibia tratados con clavo centro medular bloqueado en el tiempo de estudio.

## 2.7.- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

### 1. Expedientes incompletos

## 2.8.- CRITERIOS DE ELIMINACIÓN:

### 1. Expedientes no localizados.

## 2.9.- DEFINICIÓN DE VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA:

Objetivo específico	Variable de estudio	Definición Operacional	Clasificación de variable	Unidades de medida
1.- Conocer frecuencia, tipo, clasificación y mecanismo de lesión de las fracturas diafisarias de tibias de los pacientes con fracturas diafisarias de tibia tratadas con clavado centro medular bloqueado en el periodo de estudio en el Hospital General Dr. Miguel Silva.	Fractura Diafisaria de Tibia	Fractura segmento diafisario de un hueso largo.	Cualitativa Dicotómica	Si No
	Clasificación AO de la fractura	Lo descrito en el expediente clínico. Clasificación AO para las fracturas	Cualitativa ordinal	Clasificación AO/ ASIF 42 A 1,2,3 42 B 1,2,3 42 C 1,2,3
	Fractura Expuesta	Contacto del hueso con el exterior mediante una lesión penetrante de piel y tejidos blandos que recubren al foco de fractura.	Cualitativa dicotómica	Si No
	Lado lesionado	Hemicuerpo lesionado	Cualitativa dicotómica	Izquierdo/derecho
	Mecanismo lesivo.	Conjunto de sucesos fortuitos que llevan a la falla mecánica del hueso.	Cualitativa politómica.	Directo Compresión Flexión Torsión Cizallamiento.
	Demora en la osteosíntesis.	Tiempo transcurrido entre el ingreso y la culminación del tratamiento quirúrgico definitivo	Numérica discreta	1-2 semanas 2-4 semanas Más de 4 semanas

2.- Identificar factores de riesgo Pre, Trans y Post quirúrgicos así como complicaciones que afecten la consolidación ósea en los pacientes con pseudoartrosis en fracturas diafisarias de tibia tratadas con clavado centro medular bloqueado del Hospital General Dr. Miguel Silva. Silva.	Pre quirúrgicos			
	Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo	Numérica Discreta	Años
	Genero	Construcción sociocultural binaria, asociada al sexo biológico.	Cualitativa Dicotómica	Hombre Mujer
	Estado de tejidos blandos	Lesión de tejidos blandos en el sitio de la fractura	Cualitativa ordinal	Clasificación de Gustillo I, II, III, IIIA, IIIB, IIIC
	Trans Quirúrgicas.			
	Reducción quirúrgica de la fractura	Método quirúrgico de reducción fracturaría	Cualitativa dicotómica	Cerrado Abierto
	Principio biomecánico utilizado	Bases mecánicas del funcionamiento y comportamiento de los implantes y el hueso en el tratamiento de las fracturas	Cualitativa ordinal	1.Tutor intraóseo 2.Compresión 3.Protección 4.Tirante 5.Sosten
	Diafisectomía al peroné	Procedimiento quirúrgico mediante el cual hay ablación de un segmento diafisario de hueso	Cualitativa dicotómica	Si No
	Post Quirúrgicas			
	Infección de tejidos blandos	Exudado purulento, fistula o dehiscencia de herida, tumefacción, calor, rubor, fluctuación.	Cualitativo dicotómico	Si No
	Segunda cirugía	Re intervención quirúrgica.	Cualitativa dicotómica	Si No
	Aflojamiento aséptico de material de osteosíntesis	Presencia de interface hueso-metal, translocación/migración o pérdida de sujeción en material de osteosíntesis.	Cualitativa dicotómica	Si No
	Osteomielitis	Infección ósea aguda o crónica	Cualitativo dicotómico	Si No

	Tabaquismo	Hábito tabáquico durante el periodo de observación.	Cualitativo dicotómico	Si No
3.- Caracterizar radiológicamente las fracturas, datos clínicos sugestivos de pseudoartrosis y clasificar la consolidación de acuerdo a Montoya para diagnóstico de la pseudoartrosis en los pacientes con fracturas diafisarias de tibia tratadas con enclavado centro medular bloqueado del Hospital General Dr. Miguel Silva.	Clasificación radiológica de Montoya a los 9 meses.	Evolución de consolidación ósea.	Cualitativa ordinal	Grado 1 Grado 2 Grado 3 Grado 4
	Dolor al apoyo ponderal.	Sensación subjetiva de en el sitio de la lesión.	Cualitativa dicotómica	Si No
	Movilidad en el sitio de la fractura	Movilidad pasiva	Cualitativa dicotómica	Si No
	Permeabilidad medular radiográfica	Presencia o no de opérculo óseo	Cualitativa dicotómica	Si No
	Pseudoartrosis	Ausencia de consolidación después de 9 meses.	Cualitativa dicotómica	Si No

## 2.10.- SELECCIÓN DE LAS FUENTES, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Se localizarán expedientes de los pacientes que cumplan los criterios de inclusión en las bitácoras de cirugías. De cada expediente se obtendrán datos clínicos al momento del diagnóstico y durante el periodo de seguimiento. Las imágenes radiológicas se obtendrán del archivo digital de imágenes disponible en el hospital. Toda la información por paciente se concentrara en la hoja diseñada específicamente para este estudio.

## 2.11.-. PRUEBA PILOTO:

*No aplica*



**2.12.- DEFINICIÓN DEL PLAN DE PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN:**

Se utilizara estadística descriptiva para variables cualitativas, proporción y porcentajes; para variables cuantitativas media y desviación estándar y estadista inferencial con Chi cuadrada para variables cualitativas y T de student para variables cuantitativas.

Se utilizara el programa SPSS versión 23 y la información se presentara en cuadros y gráficos.

**2.13.- ASPECTOS ÉTICOS:**

El proyecto se realizará con cumplimiento de las exigencias normativas éticas que se establecen para la investigación para la salud en la ley general de salud, en su título quinto, capítulo único artículo 100, publicado en el diario oficial de la federación el 7 de febrero de 1984, con última reforma publicada el 24/04/13, respetando la declaración de Helsinki adaptado a la 18ª asamblea medica mundial, Helsinki, Finlandia 1964 y revisado por la 29ª asamblea mundial, Tokio, Japón 1975 y requiere de la autorización de las comisiones institucionales participantes.

Además el estudio es retrospectivo por lo cual no plantea ningún tipo de riesgo para los pacientes, toda vez que solamente se manejaran expedientes.

El investigador se compromete a guardar confidencialidad de los datos.

**2.14.- ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

**2.14.1.- PROGRAMA DE TRABAJO:**

	Feb. 2019	Mar. 2019	Abr. 2019	May. 2019	Jun. 2019	Jul. 2019	Ago. 2019	Sept. 2019	Oct. 2019	Nov. 2019	Dic. 2019	Ene. 2020	Feb. 2020
Elaboración de Proyin													
Presentación de Proyin al comité de ética e investigación													
Aprobación del proyecto de investigación en junio													
Análisis de datos													
Escritura de resultados y conclusiones													
Informe final al Comité de Ética													
Presentación de Tesis													

**2.15.- Recursos Humanos:**

DR. CARLOS O. AGUILAR LUNA	MÉDICO RESIDENTE DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA
DR. JESUS ARELLANO MARTINEZ	MEDICO ESPECIALISTA MEDICINA INTERNA Y NEFROLOGIA
RODOLFO SANCHEZ AYALA	MEDICO ESPECIALISTA ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGIA

**2.16.- Recursos Materiales:**

- Se utiliza computadora portátil, impresora.
- Hojas blancas tamaño carta, material de papelería (lápices, bolígrafos).
- Se utilizarán encuestas impresas en papel para concentrar y reunir datos en cada expediente clínico utilizando bolígrafo y lápiz para el llenado de las mismas.

**2.17.- Presupuesto:**

El financiamiento en la realización de este proyecto de investigación será cubierto único y en su totalidad por el investigador principal.

**2.18.- Plan De Difusión Y Publicación De Resultados:**

Será sometido a examen recepcional, así como se someterá a revisión para publicación en revista indexada mexicana.

**2.19.- Financiamiento Externo (Cuando Se Tenga)**

Organismo que apoya	Dirección	Telefono	Persona responsable	Monto de financiamiento
No Aplica				

## CAPITULO 3

### RESULTADOS

En periodo de estudio se identificaron 344 pacientes con fractura de tibia como diagnóstico, de acuerdo a los criterios de inclusión se eliminaron 245 pacientes de los cuales 147 pacientes la fractura de tibia no fue diafisiaria, 23 pacientes por tener diagnóstico de poli fracturados, 47 pacientes por tener expediente clínico incompleto, 28 pacientes tratados con un método de osteosíntesis diferente al clavo centro medular de tibia bloqueado, quedando 99 pacientes para el análisis final (Figura 1).

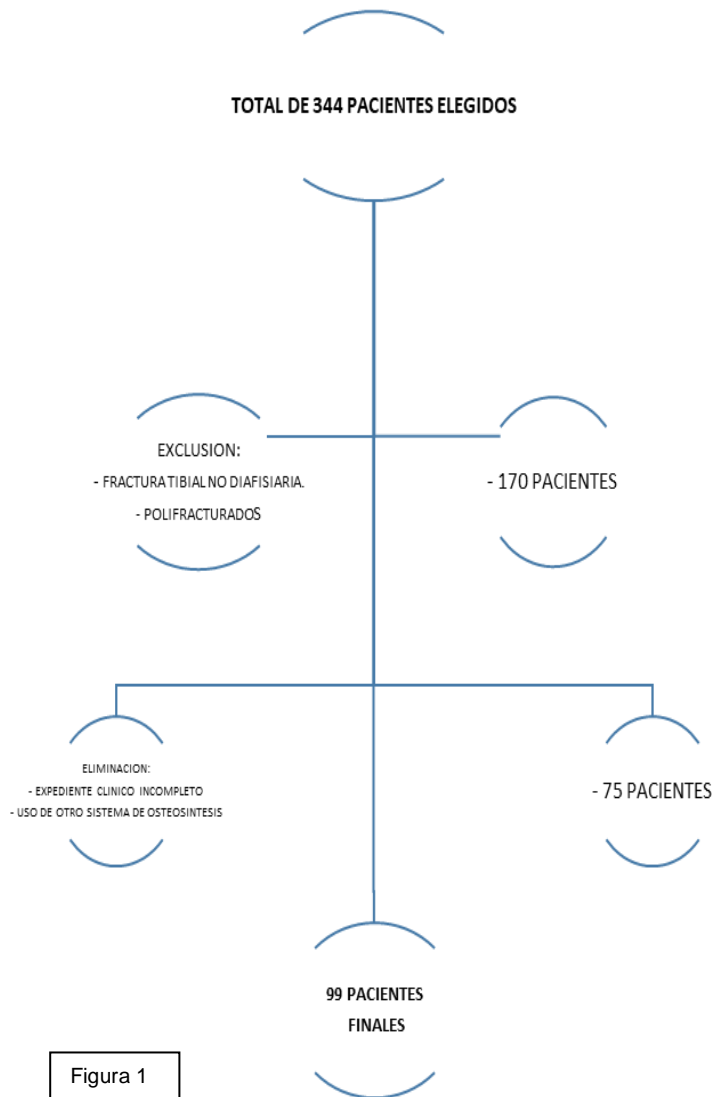
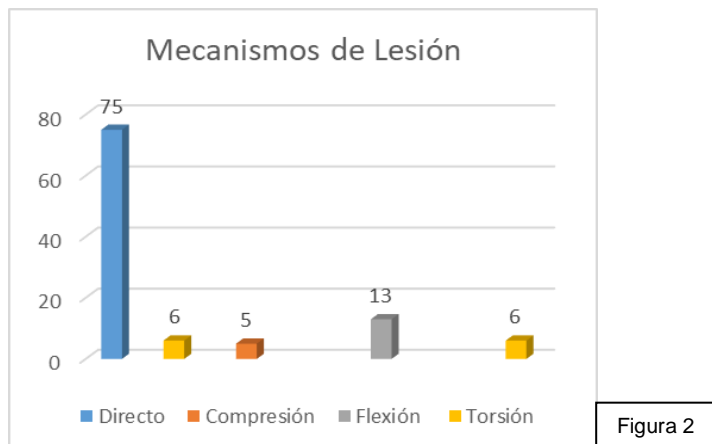


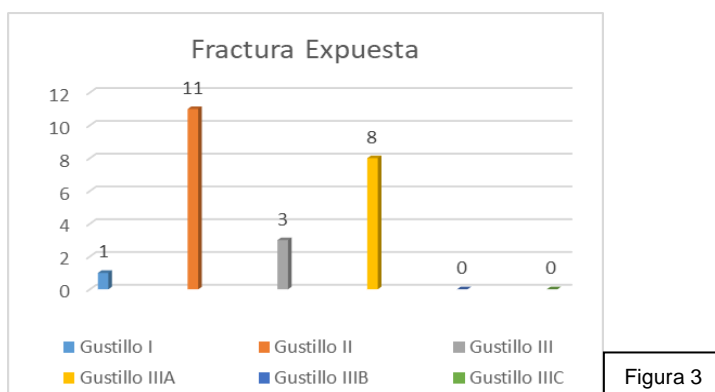
Figura 1

### Frecuencias Pre quirúrgicas.

El 87% de los pacientes (n=86) fueron del sexo masculino con una mediana de edad de 34±14 años. El mecanismo de lesión más común fue traumatismo directo en un 75% (n=74), seguido del mecanismo de flexión en 13% (n=13). *Figura 2.*



El 23.3% (n=23) de los pacientes sufrieron una fractura expuesta, de acuerdo a la clasificación por Gustillo y Anderson, con las siguiente distribución: Gustillo I 4% (n=1), Gustillo II 47% (n=11), Gustillo III 3 13% (n=3), Gustillo IIIA 8 34% (n=8) (Figura 1). No hubo pacientes con fractura expuesta Gustillo IIIB o IIIC. Solo un 5% de los pacientes tuvo osteomielitis durante el estudio. *Figura 3.*



La distribución de las fracturas de acuerdo con el segmento y tipo de trazo encontrado con la clasificación internacional de la AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) fueron las siguientes: 66 % correspondió a las fracturas clasificadas dentro del grupo 42 A (fractura diafisaria tibial con trazo simple y estable espiral, oblicuo o transversal) (n=65) siendo el grupo más común en ambos géneros, el 19.2% correspondió a las fractura clasificada como 42 B (fractura diafisaria tibial de trazo con tercer fragmento inestable en espiral, oblicuo y multifragmentado) y el 15.2%

correspondió a fractura clasificada dentro del grupo como 42 C (Fractura diafisaria de tibia compleja inestable en espiral, segmentaria e irregular). *Figura 4.*

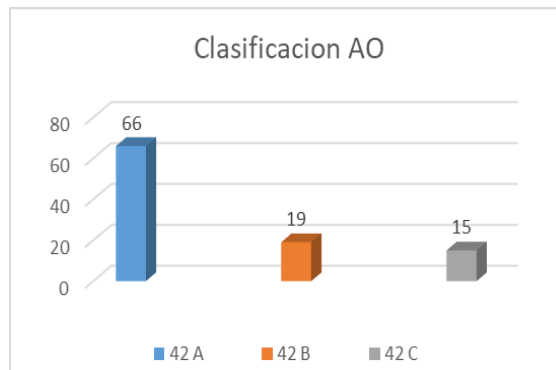


Figura 4

El lado más afectado fue el derecho en ambos sexos en 63% (n=62) vs 37% (n=37) tuvo lugar en el lado izquierdo. En ambos la fractura más común fue 42 A. *figura 5.*

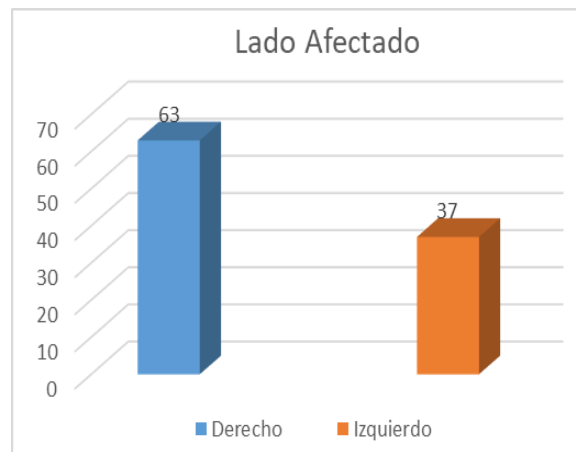


Figura 5

El 18 % (n=18) de los pacientes tuvo hábito tabáquico durante el periodo de observación, respecto al 82% (n=81) en quien fue negativo. *Figura 6.*

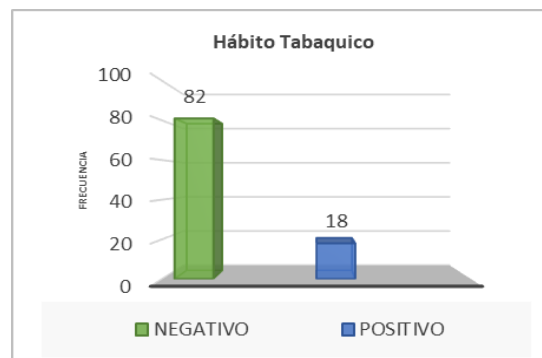


Figura 6

La demora de resolución quirúrgica con clavo centro medular fue menor de dos semanas en un 81% (n=81), de dos a cuatro semanas en un 15% (n=15) y mayor a cuatro semanas en 4% (n=4) de los pacientes. Figura 7.

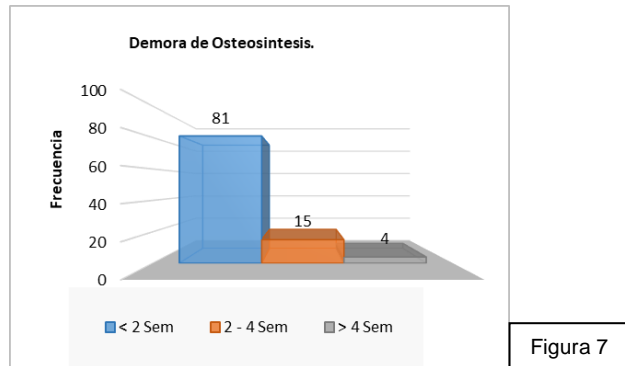


Figura 7

### Frecuencias Trans quirúrgicas

Reducción quirúrgica de la fractura abierta en un 29% (n= 29) vs 71% (n=71) fue cerrada y 12% (n= 12) de los paciente tuvieron infección de tejidos blandos. Figura 8.

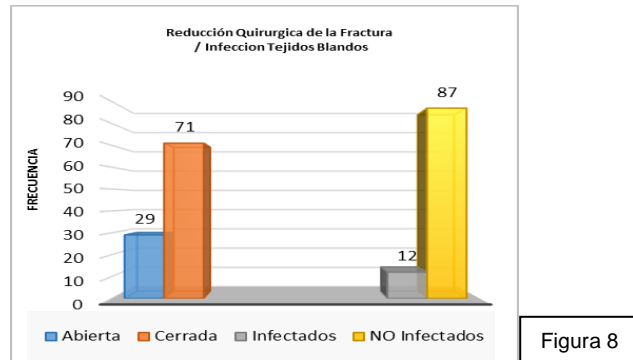


Figura 8

El principio biomecánico aplicado en el clavo centro medular bloqueado con principio de sostén fue de 87% (n=86) protección en el 13% (n=13). Al 91% (n=91) no se hizo Diafisectomía al peroné comparado a un 9% (n=9) donde se hizo diafisectomía. Figura 9.

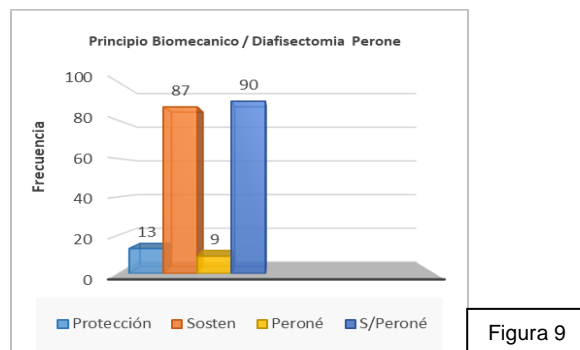
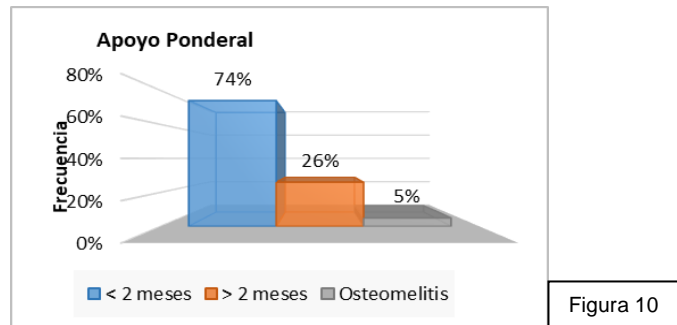


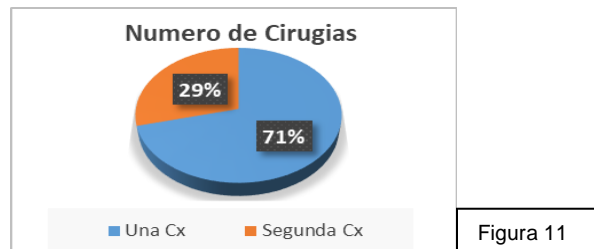
Figura 9

### Frecuencias Post quirúrgicas.

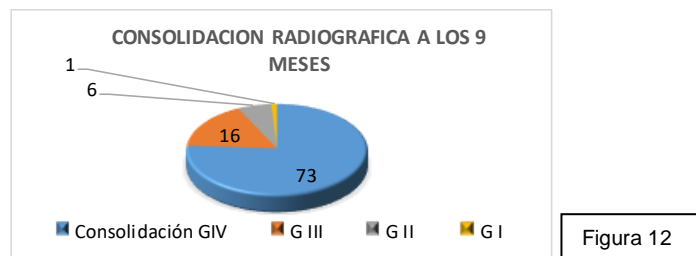
Aproximadamente el 74 % (n= 74) de los pacientes inicio la deambulaci3n con apoyo ponderal en los primeros dos meses, se encontr3 osteomielitis en el 5% (n=5) de los pacientes. *Figura 10.*



Un total de 29% (n=29) de los pacientes requiri3 de un segundo procedimiento quirúrgico al menos, como aseo quirúrgico en caso de infecci3n de tejidos blandos, recambio de material de osteosíntesis con retiro de pseudoartrosis e injerto óseo o dinamizaci3n de clavo centro medular bloqueado. *Figura 11.*



El 73% de los pacientes tratados con enclavado centro medular consiguieron una consolidaci3n grado IV a los 9 meses, el resto se clasifico como pseudoartrosis. *Figura 12.*



Se encontraron los siguientes datos clínicos y radiográficos en los pacientes estudiados: esclerosis de los bordes de la fractura en 23%, ausencia de permeabilidad medular radiográfica en 23%, dolor al apoyo ponderal en 20.2%, movilidad clínica de la fractura en 6%. El aflojamiento de material de osteosíntesis se encontró 6%, fatiga de material de osteosíntesis en 16% (pernos).

## COMPARACIÓN ENTRE FRECUENCIAS Y VARIABLES.

En el grupo estudiado 23 pacientes (23%) tuvieron pseudoartrosis. Al momento del diagnóstico de fractura diafisaria de tibia los pacientes que desarrollaron pseudoartrosis tuvieron más frecuentemente lesionado el lado izquierdo (65 vs 29%,  $p=0.002$ ), mayor presencia de fractura expuesta (47 vs 15%,  $p=0.01$ ), presencia de 3er fragmento (39 vs 13%,  $p=0.01$ ), infección de tejidos blandos pre-quirúrgico (35 vs 5%,  $p= <0.001$ ) y demora en la osteosíntesis mayor de 4 semanas (13 vs 1%,  $p=0.02$ ) en comparación a los que no la desarrollaron; sin diferencias en edad ( $34\pm 14$  vs  $34\pm 14$  años,  $p=NS$ ), sin diferencia en género (hombres 87 vs 87%,  $p=NS$ ), en la consolidación. *Tabla 1.*

*Tabla 1. Comparación entre variables pre quirúrgicas en pacientes con pseudoartrosis y consolidación ósea.*

Variable	Pseudoartrosis (n=23)	Consolidación (n=76)	Valor de P
<b>Edad (años)</b>	34±14	34±14	NS
<b>Género</b>			
Hombre	20 (87%)	66 (87%)	NS
Mujer	3 (13%)	10 (13%)	
<b>Lado Lesionado</b>			
Derecho	8 (35%)	54 (71%)	0.002
Izquierdo	15 (65%)	22 (29%)	
<b>Mecanismo de Lesión</b>			
Directo	20 (88%)	54 (71%)	NS
Compresión	1 (4%)	4 (5%)	
Flexión	1 (4%)	12 (16%)	
Torsión	0	6 (8%)	
Cizallamiento	1 (4%)	0	
		0	
<b>Fractura Expuesta</b>			
Fractura Expuesta	11 (47%)	12 (15%)	0.01
<b>Tipo de Fractura</b>			
42 A	10 (44%)	55 (73%)	0.01
42 B	9 (39%)	10 (13%)	
42 C	4 (17%)	11 (14%)	
<b>Infección de Tejidos Blandos</b>			
Infección	8 (35%)	4 (5%)	<0.001
Sin infección	15 (65%)	72 (95%)	
<b>Demora de Osteosíntesis (semanas)</b>			
1 a 2	13 (57%)	67 (88%)	0.02
2 a 4	7 (30%)	8 (11%)	
> 4	3 (13%)	1 (1%)	

En el grupo estudiado de 23 pacientes (23%) con pseudoartrosis los factores trans quirúrgicos tuvieron con mayor frecuencia una reducción abierta de la fractura (65 vs 18%,  $p=<0.001$ ), el uso de sostén como principio biomecánico (100% vs 88%,  $p=0.02$ ) y sin diferencia con la diafisectomía del peroné (0 y 12%,  $p=NS$ ) entre pseudoartrosis y consolidación. *Tabla 2.*



Tabla 2. Comparación entre variables trans quirúrgicos en pacientes con pseudoartrosis y consolidación ósea.

Variable	Pseudoartrosis (n=23)	Consolidación (n=76)	Valor de P
<b>Reducción Quirúrgica de la Fractura</b>			
Abierto	15 (65%)	14 (18%)	<0.001
Cerrado	8 (35%)	62 (82%)	
<b>Principio Biomecánico</b>			
Protección	0	13 (17%)	0.02
Sostén	23 (100%)	63 (83%)	
<b>Diafisectomía al Peroné</b>			
Con Diafisectomía	0	9 (12%)	NS
Sin Diafisectomía	23 (100%)	67 (88%)	

En el grupo estudiado de 23 pacientes (23%) con pseudoartrosis respecto a los factores post quirúrgicos los pacientes que desarrollaron pseudoartrosis tuvieron con mayor frecuencia osteomielitis (22% vs 0%,  $p=0.001$ ), aflojamiento aséptico del implante (2% vs 0%,  $p<0.001$ ) con segundo procedimiento quirúrgico (78% vs 14%,  $p<0.001$ ) y con el Hábito tabáquico (39% vs 12%,  $p=0.03$ ) no hubo diferencia significativa con apoyo ponderal (48% vs 20%,  $p=NS$ ). *Tabla 3.*

Tabla 3. Comparación entre variables post quirúrgicos en pacientes con pseudoartrosis y consolidación ósea.

Variable	Pseudoartrosis (n=23)	Consolidación (n=76)	Valor de P
<b>Osteomielitis</b>			
Con Osteomielitis	5 (22%)	0	<0.001
Sin Osteomielitis	18 (78%)	76 (100%)	
<b>Aflojamiento Aséptico</b>			
Con Aflojamiento	6 (26%)	0	<0.001
Sin Aflojamiento	17 (74%)	76 (100%)	
<b>Apoyo Ponderal</b>			
Menor a 2 meses	12 (52%)	61 (80%)	NS
Mayor a 2 meses	11 (48%)	15 (20%)	
<b>Segunda Cirugía</b>			
Con 2ª cirugía	18 (78%)	11 (14%)	<0.001
Sin 2ª cirugía	5 (22%)	65 (86%)	
<b>Tabaquismo</b>			
Positivo	9 (39%)	9 (12%)	0.03
Negativo	14 (61%)	67 (88%)	

En el análisis multivariado las variables pre y trans quirúrgicas que de manera independiente confieren riesgo de pseudoartrosis fue la necesidad de reducción quirúrgica abierta (OR 8.3, IC 95% 2.9-23,  $p= <0.001$ ) y realizar la osteosíntesis después de 2 semanas del diagnóstico (OR 4.2, IC 95% 1.2 – 13.9,  $p=0.01$ ), sin significancia estadística para fractura expuesta (OR 0.6, IC 95% 0.19-2.3,  $p= NS$ ). Las variables postquirúrgicas que de manera independiente confirieron riesgo fue necesidad de una segunda cirugía (OR 11.8, IC 95% 2.9-47,  $p<0.001$ ), sin significancia en tabaquismo (OR 0.4, IC 95% 0.09-1.7,  $p=NS$ ), infección de tejidos blandos (OR 0.5, IC 95% 0.07- 3.2,  $p=NS$ ), inicio de apoyo (OR 1.2, IC 95% 0.2-5.3,  $p= NS$ ), ni presencia de osteomielitis o aflojamiento aséptico del implante.

## CAPÍTULO 4

### DISCUSION

En este estudio retrospectivo encontramos que los factores que representan riesgo para el desarrollo de pseudoartrosis fueron la reducción abierta trans quirúrgica de la fractura, retraso en el tratamiento quirúrgico por más de dos semanas, y la necesidad de una segunda cirugía de revisión.

El 23.2% de nuestra muestra desarrollaron pseudoartrosis, frecuencia más alta a la reportada por Clinton et al<sup>5</sup>, Wood<sup>29</sup> y Rupp et al<sup>48</sup> quienes reportan consolidación de sus pacientes con ECMB en el 94-97% de los casos. Sin embargo por haber perdido en este estudio más de la mitad de la muestra potencial en los pacientes atendidos en el hospital durante el periodo de estudio, nuestra frecuencia debe tomarse con reservas.

Además se estudiaron otros factores como la edad que en este estudio no tuvo relación con la aparición de pseudoartrosis, Emami et al<sup>25</sup> relacionan a la edad con retraso de la consolidación pero no con pseudoartrosis, Bell-Templeman<sup>34</sup> relacionan la frecuencia de no unión en las fracturas y la edad avanzada debido al declive de la capacidad de reparación del hueso y a la disminución del hueso trabecular, en este estudio no resultó con significancia debido a que la media de edad fue de 34 años  $\pm$ 13 no hubo pacientes ancianos, se incluyó al género en este estudio y no resultó significativo en pseudoartrosis debido a la reducida población femenina encontrada (13%) y al hecho de ser pacientes jóvenes, resultado similar al obtenido por Evgeniya et al<sup>2</sup> quienes no encontraron significancia estadística al relacionar al género y la pseudoartrosis, pero en ambos estudios queda claro el género más afectado es el masculino, encontramos alta incidencia en fractura tibial diafisaria en parte atribuible a la mayor participación en actividades de riesgo como deporte, laboral o accidentes de alta energía y la edad en este grupo fue en la tercera y cuarta década de la vida, se estudió el lado lesionado y mecanismo de lesión de la fractura sin encontrar significancia estadística, no se encontró descripción de estos como factores en la literatura pero concuerdan con los datos epidemiológicos referidos por la Guía de Práctica Clínica IMSS<sup>1</sup>, hubo mayor frecuencia de pseudoartrosis con presencia de fractura expuesta, con presencia de tercer fragmento en el trazo de fractura (tipo fractura 42 B) y con infección de tejidos blandos como lo reporta Malik et al<sup>47</sup> quienes no encontraron significado estadístico en relacionar infección de tejidos superficiales con desarrollo de pseudoartrosis pero si con fracturas expuestas y con infección profunda (osteomielitis), se encontró que el tiempo de demora en la osteosíntesis confiere 4,2 veces más riesgo de desarrollar pseudoartrosis después de dos semanas de haberse producido la lesión, factor no encontrado en la literatura consultada y que viene a reforzar teorías de mala alineación, mal contacto entre fragmentos e inmovilización de las fracturas con el uso de férulas, yesos o sistemas que no le confieren estabilidad adecuada a la fractura como los descritos por Martínez y Granados<sup>7</sup>

Se demostró dentro de los factores trans quirúrgicos que la reducción abierta de la fractura eleva 8.3 veces más el riesgo de desarrollar pseudoartrosis que hacerlo de manera cerrada factor mencionado por Mezzini et al<sup>26</sup> quienes argumentan daño a la biología de la fractura cuando se drena el hematoma fracturario de esta forma también hay lesión de elementos nutricios circundantes como el periostio, inserciones musculares, tendinosas y ligamentosas que brindan circulación y nutrición a la cicatrización del hueso, Malik et al<sup>47</sup> demostraron que la reducción abierta de la fractura durante la cirugía reducen la probabilidad de la consolidación exitosa. Se encontró que la pseudoartrosis fue más frecuente cuando se utilizó al sostén como principio biomecánico en el clavo centro medular donde no se permitía un adecuado contacto entre los fragmentos y el hueso no recibía estímulo de carga al estar bloqueado con el perno estático en fracturas estables, no hubo diferencia significativa con el uso de diafisectomía al peroné en el acto quirúrgico

como lo menciona Enríquez y García<sup>46</sup> quienes argumentan que la consolidación del peroné interfiere con el estímulo de consolidación que brinda la carga ponderal en la tibia en un trazo estable lo cual ocasiona alteraciones en la consolidación.

En los factores postquirúrgicos se identificó que una segunda cirugía aumenta el riesgo de desarrollar pseudoartrosis 11.8 veces debido a la reiterada lesión de la biología de la fractura y tejidos circundantes, aumentando riesgo de infección, dehiscencia, fibrosis y mala circulación en la fractura y la circulación precaria resultante del sitio de la fractura; Schweiberer et al<sup>27</sup> señalan como causas de alteración de cicatrización la destrucción de la unidad del periostio, destrucción de la sustancia cortical y del espacio medular del hueso, que ocurre en el traumatismo inicial, pero a menudo sucede con los procedimientos quirúrgicos que no consideran los principios biológicos de la cicatrización del hueso, se encontró aumento de frecuencia de pseudoartrosis con la osteomielitis, aflojamiento aséptico y hábito tabáquico, es bien sabido en la ortopedia que uno de los factores que afectan a la consolidación ósea es la osteomielitis y la falla del material de osteosíntesis genera inestabilidad y la estabilización mecánica es esencial para permitir la calcificación del fibrocartílago en el foco de fractura Rüedy et al<sup>23</sup>, es un factor de riesgo muy importante para el desarrollo de pseudoartrosis según Rupp y Biehl<sup>48</sup>, también es reconocido por la literatura que el hábito tabáquico es un factor de riesgo en el desarrollo de pseudoartrosis como lo argumenta Moghaddam y Hammera<sup>36</sup> quienes encontraron que el consumir tabaco confiere de 3 a 18 veces más riesgo de desarrollar retraso o pseudoartrosis en la consolidación.

#### **LIMITACIONES DE TU ESTUDIO**

Es un estudio retrospectivo, en el cual no se tuvo control sobre las variables y donde no se pudo recabar toda la casuística pues muchas están mal codificadas a menudo con otros diagnósticos en los registros de procedimientos quirúrgicos, de esta forma de los pacientes obtenidos más de dos terceras partes se perdieron y no se investigó todo el potencial de pacientes atendidos en nuestro hospital, así mismo no se tuvo control respecto al sistema, modelo y marca del clavo centro medular empleado en cada paciente. En otros expedientes los datos se encontraban incompletos por lo que se perdieron aún más pacientes, y hubo muchas variables las cuales no se tuvo control uno muy importante es que los pacientes no fueron intervenidos quirúrgicamente por el mismo cirujano y también que en muchas de estas cirugías intervinieron de manera académica residentes en formación de los cuales dependiendo su grado aumentaba o disminuía el grado de destreza, pericia y experiencia en este tipo de fracturas.

#### **FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION**

Se deben actualizar los factores de riesgo para desarrollar alteraciones de la consolidación y pseudoartrosis de manera individual en nuestro hospital para desarrollar un algoritmo y permitir disminuir los malos resultados en la consolidación ósea, se pueden generar trabajos complementarios con una metodología más estricta que contribuyan a mejorar los desafíos de manejo y tratamiento no solo de forma local sino también de manera general.

En años recientes se ha alentado en la reducción cerrada de las fracturas en el enclavado centro medular pudiéndose evaluar si este método representa un riesgo de exposición para al cirujano y paciente a mayor estrés, tiempo de cirugía, mayor manipulación de la fractura y en consecuencia aumento del riesgo de embolia, de infección o necrosis de tejidos blandos, lesiones neurovasculares o riesgos para el equipo quirúrgico como es el de la exposición a energía ionizante con el uso del fluoroscopio trans quirúrgico para conseguir una reducción cerrada de la fractura debido a que es un daño acumulativo y permanente.

Otro factor importante es el de establecer el momento ideal para hacer la osteosíntesis de una fractura, en especial cuando se trata de una fractura expuesta pensando en el tiempo de antibiótico terapia para no prolongar de manera innecesaria la resolución quirúrgica de la fractura en forma definitiva.

### **Conclusión.**

La investigación realizada encontró factores que de manera pre, trans y postquirúrgica pueden modificar el proceso de cicatrización ósea hacia la consolidación, el retardo de la consolidación o la pseudoartrosis.

Se encontraron factores que de manera independiente confieren riesgo de desarrollar pseudoartrosis, así mismo se encontraron factores que no fueron significativos para demostrar una causalidad pero si se encontraron con mayor frecuencia en casos de pseudoartrosis.

Se describió la frecuencia de fracturas diafisarias de tibia en el Hospital Gral. Dr. Miguel Silva, se obtuvieron datos demográficos de la población con la finalidad de conocer mejor al paciente que acude a recibir atención médica. Y se comprobó la utilidad de los sistemas de visualización radiográfica del hospital así como la utilidad de la escala radiográfica de Montoya para clasificar la fase de consolidación de las fracturas a través del tiempo y su utilidad para diagnosticar las alteraciones de la consolidación ya sea como retardo de la consolidación o como franca pseudoartrosis con la presencia de varios signos radiográficos sugestivos de una buena o mala evolución empleados en este estudio.

Se concluye que la reducción quirúrgica cerrada preserva la biología fracturaría y protege los ya precarios medios de nutrición del hueso fracturado y de la diáfisis tibial, pero cabe pensar en el aumento de la exposición a energía ionizante para conseguir la reducción cerrada en el cirujano, paciente y equipo quirúrgico. Se refuerza la necesidad de dar tratamiento quirúrgico temprano a los pacientes en condiciones de ser operados para disminuir los gastos en profesionales de la salud, estancia hospitalaria y días perdidos por enfermedad sino que también se incide de forma positiva en la consolidación ósea, se deben utilizar los materiales de osteosíntesis y principios biomecánicos de forma individualizada y tomar en cuenta las características únicas de cada paciente para disminuir el reingreso hospitalario y las complicaciones que aumentan con un segundo procedimiento correctivo en una fractura mal consolidada, no olvidar que si bien no hay significancia estadística para muchos factores sí están relacionados con mayor frecuencia de pseudoartrosis en las fracturas en general y no solo de tibia, las cuales pueden ser modificadas para mejorar los resultados de cicatrización ósea y de calidad de vida para el paciente y familiares.

## 7.- Referencias Bibliográficas

1. Guía de Práctica Clínica. 2010. Diagnóstico y Tratamiento de Fractura de la Diáfisis de Tibia, México; Instituto Mexicano del Seguro Social.
2. Antonova E<sup>1</sup>, Le TK, Burge R, Mershon J. Tibia shaft fractures: costly burden of nonunions. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013. pp 14, 42.
3. Luis D., Sergio O, Frecuencia y tipos de fracturas clasificadas por la Asociación para el Estudio de la Osteosíntesis en el Hospital General de León durante un año. *Acta Médica Grupo Ángeles*. Volumen. 2017. Vol 15(No 4), pp. pp. 275-286.
4. Gerardo A., Elena R. Clavo centro medular bloqueado. *Ortho-tips*. 2009. Volumen 5 (Número 2): pp.151-159.
5. George W., Intramedullary nailing of femoral and tibial shaft fractures. *Journal of Orthopaedic Science*. 2006. Volume 11(Issue 6), pp. pp 657–669.
6. Víctor T. Breve reseña histórica sobre el enclavado centro medular. *Ortho-tips*. 2009. Volumen 5 (Número 2): 122-128.
7. José M., Enrique G., Rocio Z., Agustín T., Rodolfo R. Enclavado centro medular de tibia y fémur sin fluoroscopia ni fresado. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*. 2009; 14(1):22-26.
8. Gerhard K. The Kunstcher method for intramedullary fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1958; 40-A (1):17.26.
9. Gerhard K. El enclavado intramedular. Fundamentos, indicaciones y técnica. Barcelona: Editorial Científico Médica, 1965.
10. Muller MK, Allgower M, Scheneider R. Manual of internal fixation. 3rd ed. New York: Springer, 1991; pp: 291-365.
11. Kemp I, Grosse A, Beck G. Closed locked intramedullary nailing, its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1995;67:709-20 .
12. Klemm KW, Borner M. Interlocking nailing of complex fractures of the femur and tibia. *Clin Orthop* 1986; 212:89-100.
13. Kempf I, Meyrueis J, Perron S. La fixation d'une fracture doit-elle etre ride ou elastique. *Rev Chir Orthop* 1983; 69(5):338-80.
14. Manolo S., Jose A., Matias C., Javier F., Josue F., Fernando S., Biomechanical study of the Grosse Kemp Femoral Nail. *Int Orthop* 1997;21:115-8.

15. Edouard P., Colchero F, Jean Paul M., Pierre R., Biomechanical study of a highly stable intramedullar osteosynthetic device. J Biomed Eng 1984; 6(1):17-21.
16. Fernando C. Osteosíntesis estable de las fracturas de la diáfisis femoral con clavo intramedular y tornillos que lo atraviesan. Rev Med IMSS 1975; LV (1199):279-89.
17. Fernando C., Edouard P. Clavo Intramedular Fijo al Hueso por Pernos en las Fracturas y Pseudoartrosis de la Diáfisis de Fémur Tibia y Húmero. Rev Orthop Trauma 1983; 27IB (3):283300.
18. Jean S., Mark S. A prospective evaluation of AO/ASIF Universal femoral nail in treatment of traumatic and reconstructive problems of the femur. J Trauma 1991, 31(1):121-6.
19. Loui F., Ray W., Sean B., Saint H. Broken intramedullary nails. J Bone Joint Surg Am 1988; 70(10):1463-71.
20. The Morris interlocking nail system. Treu-Instrumente. Tuttlingen, Germany 1995; pp: 1-23.
21. Azan W., Buirs Z., Martin C. Complications of IM nails with transverse locking screws through the femoral neck. Poster no. 12. 1996. Ota meeting, Boston.
22. López, L, Colino, A, Rodríguez, G, Tejada, J. Curso básico fundación Secot pseudoartrosis. 1ª Ed. Madrid: comité editorial Secot; 2008.
23. Thomas R., Murphy W.M. Principios de la AO en el tratamiento de las fracturas. AO Publishing. 2003; Barcelona: Masson.
24. Schaweiberer L, Baumgart R & Deiler S. The biological reaction in atrophic and hypertrophic pseudarthrosis of diaphysis of long bone Causes and forms of appearance. Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin. 1999. 70(11), pp. 1193-201.
25. Emami A., Mjöberg B., Karlström G., Larsson S., Treatment of closed tibial shaft fractures with unilateral external fixation. Injury. 1995. Vol26 (No 5), pp. pp.299-303.
26. Mazzin P. Bone defect healing: Delay of consolidation and Pseudarthrosis. Rev Med Hered. 2009; 20 (1): 1- 10.
27. Schweiberer I., Baumgart R., Deiler S. The biological reaction in atrophic and hypertrophic pseudarthrosis of diaphysis of long bone Causes and forms of appearance. Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin. 1999; 70(11): 1193-201.

28. Pihlajam H., Salminen K., Böstman O., The Treatment of Nonunions Following Intramedullary Nailing of Femoral Shaft Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2002; Vol 16(No 6): pp. 394–402.
29. Clinton R., Mark B. The use of low-intensity ultrasound to accelerate the healing of fractures. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2001; 83-A (2): 259-70.
30. Darder A., Gomar F. A series of tibial fractures treated conservatively. *Injury*. 1975; 6(1): 225-35.
31. Dickson K., Katzman S., Delgado E., Contreras D. Delayed unions and nonunions of open tibial fractures: Correlation with arteriography results. *Clin Orthop*. 1994; 302(1): 189-93.
32. Escarpanter J. Factores de riesgo para la aparición de pseudoartrosis en las fracturas diafisarias. *Rev Cubana Ortop Traumatol*. 1996; 10(1): 1-10.
33. Ramos J. Elementos de traumatología y ortopedia. Buenos Aires: Editorial ECTA, 1970 : 247-8.
34. Bell A., Templeman D., Weinlein J. Non union of the femur and tibia: An update. *Orthopedic Clinics of North America*. 2016; 47 (3): 365–375.
35. Scolaro J., Schenker M., Yannascoli S., Baldwin K., Mehta S. Cigarette Smoking Increases Complications Following Fracture. *The journal of bone and joint surgery*. 2014; 96-a (number 8): 1 - 8.
36. Moghaddam A., Hammera K., Zimmermann G., Bruckner T., Grutzner P. Cigarette smoking influences the clinical and occupational outcome of patients with tibial shaft fractures. *Injury-International Journal of the Care of the Injured*. 2011; 42(6): pp. 1435-1442.
37. Anglen, J. Wound irrigation in musculoskeletal injury. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2001. 9(4), pp. 219-26.
38. Kellam J., Meinberg E., Agel J., Karam M., Craig R. Introduction: Fracture and Dislocation Classification Compendium—2018International Comprehensive Classification of Fractures and Dislocations Committee. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2018; Volume 32(1): p. S1–S10.
39. Augat P., Simon U., Liedert A., Claes L. Mechanics and mechano-biology of fracture healing in normal and osteoporotic bone . *Osteoporosis international*. 2005. 16(2), pp. pp. S36-43.



40. Albee F. Bone-Graft Surgery. Philadelphia/London: W. B. Saunders Company. 1915.
41. Panagiotis M. Classification of non-union. Injury. 2005; 36 (suppl 4): S30-S7.
42. Sen M., Miclau T..Autologous iliac crest bone graft: Should it still be the gold standard for treating nonunions? Injury. 2007; 38 (suppl 1):S75-S80.
43. Soucaucos P., Daliana Z., Beris A., Jonson E. Vascularised bone grafts for the management of non-union. Injury. 2005. 37(suppl):S41-S50.
44. Phillips J., Rahn B. Fixation effects on membranous and endochondral onlay bone-graft resorption. Plastic Reconstruction Surgery. 1988 ; 82:872-7.
45. Frölke J., Nulend J., Semeins C., Bakker F. Viable osteoblastic potential of cortical reamings from intramedullary nailing. J Orthop Res. 2004 ; 22:1271-5.
46. Antonio E., Antonio G., Atanasio L., Javier R., Adrián G. Tratamiento de la pseudoartrosis de la tibia con deslindamiento, clavo centro medular sin cresado (UTN) y diafisectomía del peroné. Ac Ortop Max. 2002 ;16 (4):217 - 223.
47. Malik M., Harwood P., Diggle P., Khan S. Factors affecting rates of infection and nonunion in intramedullary nailing. The Journal of Bone and Joint Surgery. 2004. British Volume, 86-B(4), 556–560.
48. Rupp M., Biehl C., Budak M., Thormann U., Heiss C., Alt V. Diaphyseal long bone nonunions — types, aetiology, economics, and treatment recommendations. International Orthopaedics (SICOT). 2017. February 2018, Volume 42, Issue 2, pp 247–258.

## 8.- Anexos:

### Anexo No. 1

**Tabla 1. Escala de Montoya para la formación de callo óseo postfractura diafisaria.**

Grados	Hallazgos radiológicos
I	Reacción perióstica sin callo
II	Callo con trazo de fractura visible
III	Callo de trazo de fractura visible sólo en partes
IV	Desaparición del trazo de fractura



## **Anexo No. 2**

Ley General de Salud:

La investigación en los seres humanos se desarrollará conforme a las siguientes bases:

I. Deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica.

II. Podrá realizarse sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro método idóneo;

III. Podrá efectuarse sólo cuando exista una razonable seguridad de que no expone a riesgos ni daños innecesarios al sujeto en experimentación;

IV. Se deberá contar con el consentimiento informado por escrito del sujeto en quien se realizará la investigación, o de su representante legal en caso de incapacidad legal de aquél, una vez enterado de los objetivos de la experimentación y de las posibles consecuencias positivas o negativas para su salud;

V. Sólo podrá realizarse por profesionales de la salud en instituciones médicas que actúen bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias competentes.

VI. El profesional responsable suspenderá la investigación en cualquier momento, si sobreviene el riesgo de lesiones graves, discapacidad, muerte del sujeto en quien se realice la investigación;

VII. Es responsabilidad de la institución de atención a la salud proporcionar atención médica al sujeto que sufra algún daño, si estuviere relacionado directamente con la investigación, sin perjuicio de la indemnización que legalmente corresponda.

### **Declaración de Helsinki**

Es la misión del médico velar por la Salud de las personas. Los propósitos de la investigación biomédica que involucra a seres humanos deben ser mejorar los procedimientos diagnósticos, terapéuticos y profilácticos, y entender la etiología y patogénesis de la enfermedad. El avance de la ciencia médica se fundamenta en la investigación que en última instancia debe descansar, en parte, en la experimentación con seres humanos. En el campo de la Investigación biomédica debe reconocerse una diferencia fundamental entre la investigación médica en que la meta principal es el diagnóstico o la terapéutica, y aquella en el que el objetivo esencial es puramente científico. Debido a que es fundamental que los resultados de los experimentos de laboratorio se apliquen a seres humanos para incrementar el conocimiento científico, la

Asociación Médica mundial ha preparado recomendaciones como guía para Investigación biomédica que involucre a seres humanos.

- Debe sujetarse a principios científicos aceptados y deberá estar basada en experimentaciones adecuadas, así como en el conocimiento de la literatura científica.
- El diseño y ejecución de cada procedimiento experimental deberá estar claramente formulado en un protocolo, el cual será enviado a un comité independiente para su consideración y guía.
- Debe ser conducida solo por personas científicamente calificadas y bajo la supervisión de un médico clínico competente.
- No debe ser llevada a cabo a menos que la importancia del objetivo este en proporción de los riesgos inherentes.
- Debe respetar el derecho de cada sujeto a salvaguardar su integridad.
- En la publicación de los resultados el médico está obligado a preservar la veracidad de los mismos.
- Cada sujeto potencial de ser informado de los objetivos, métodos, beneficios anticipados peligros potenciales y molestias que el estudio pueda provocar. El medio obtendrá el consentimiento informado por escrito.