



GOBIERNO DEL ESTADO DE SONORA
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO
DR. ERNESTO RAMOS BOURS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS SUPERIORES

SECRETARIA DE SALUD PÚBLICA DEL ESTADO DE SONORA

HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA

DEPARTAMENTO DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

**“APLICACIÓN DE CLAVO CENTROMEDULAR CON
BLOQUEO DISTAL AUTOMÁTICO EN HUESOS
DIAFISIARIOS EN MODELOS CADAVERÍCOS”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN EL GRADO DE:

TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

PRESENTA:

DR. NABOR ROBLEDO GUERRERO

ASESOR:

DR. DAVID LOMELI ZAMORA

HERMOSILLO, SONORA

FEBRERO DEL 2014.



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.



GOBIERNO DEL ESTADO DE SONORA
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO
DR. ERNESTO RAMOS BOURS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS SUPERIORES

SECRETARIA DE SALUD PÚBLICA DEL ESTADO DE SONORA

HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA

DEPARTAMENTO DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

**“APLICACIÓN DE CLAVO CENTROMEDULAR CON
BLOQUEO DISTAL AUTOMÁTICO EN HUESOS
DIAFISIARIOS EN MODELOS CADAVÉRICOS”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN EL GRADO DE:

TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

PRESENTA:

DR. NABOR ROBLEDO GUERRERO

ASESOR:

DR. DAVID LOMELI ZAMORA

HERMOSILLO, SONORA

FEBRERO DEL 2014.



FIRMAS DE ACEPTACIÓN

DR. FRANCISCO RENE PESQUEIRA FONTES.

DIRECTOR GENERAL.

DR. JORGE ISAAC CARDOZA AMADOR.

DIRECTOR MÉDICO.

DRA. CARMEN A. ZAMUDIO REYES.

JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

DR. JOSE MANUEL SERRANO BON.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA.

DR. DAVID LOMELI ZAMORA.

ASESOR DE TESIS.

DR. NABOR ROBLEDO GUERRERO.

MEDICO RESIDENTE DE 4º. AÑO DEL DEPARTAMENTO DE
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA.



AGRADECIMIENTOS.

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Principalmente quiero agradecer a mis padres Cristóbal Robledo Daza y Raquel Guerrero Vázquez, por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos Enrique y Cristóbal Robledo Guerrero por ser ejemplo y parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

A mi esposa Blanca E. Morales Aguilera por ser una parte muy importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

A mi hijo porque él tuvo que soportar largas horas sin la compañía de su papá, sin poder entender, a su corta edad, por qué prefería estar frente a la pantalla de la computadora y no acostado y/o jugando con él. A pesar de ello, cada vez que podíamos, al reunirnos, aprovechamos hermosos momentos, en los que su sola sonrisa me llenaba de ánimo y fuerzas.

A mis amigos y compañeros por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado.

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis profesores: Dr. David Lomelí, Dr. José B. Cruz Ochoa, Dr. Reginaldo Cadena, Dr. Noé Umaña, Dr. José M. Serrano, Dr. José A. Olivas, Dr. Alan Rojas, Dr. Ricardo Monreal, Dr. Alfredo Miranda, Dr. Manuel Robles, Dr. Enrique A. Covarrubias, Dr. Jorge I. Cardoza. Por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad. En especial al Dr. David Lomelí Zamora y Dr. José Bernardo Cruz Ochoa, Dr. José Manuel Serrano Bon, Dr. Reginaldo Cadena Vega y Prof. Miguel Norzagaray Mendivil, por las múltiples conversaciones y discusiones, por el excelente terreno de Ortopedia, sobre todo los que tienen que ver con esta tesis, que se vio fortalecida por sus comentarios.



A mis compañeros y amigos por ser parte significativa de mi vida, y por haber hecho el papel de una familia verdadera en todo momento, gracias por su apoyo, comprensión y sobre todo amistad, por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa de residencia un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

Agradezco y al Ing. Salazar por creer en mí, y haberme apoyado en el desarrollo de mi tesis profesional.

Agradezco al Lic. En administración Mario J. Gámez por las facilidades, apoyo y la participación del personal que laboro en el turno para la elaboración del clavo centro medular con bloqueo distal automático, generando no solo una relación de trabajo si no de amistad de buenos amigos.

Quiero agradecer al “Hospital General del Estado de Sonora” por ser un excelente espacio de formación y estudio. Por darnos el privilegio de tener clases con profesores de excelente calidad y humanismo.



INDICE

INTRODUCCIÓN	8, 9
PROLOGO	10, 11
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	12
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	13, 15
2.1 Breve historia de tratamientos quirúrgicos en fracturas de huesos largos.	
2.2 Descripción anatómica de los huesos largos.	
2.3 Diferentes tipos de fracturas en huesos largos.	
2.4 Estado del arte en el tratamiento quirúrgico ortopédico en fracturas de huesos largos.	
CAPITULO III. OBJETIVOS	16
CAPITULO IV. HIPÓTESIS	17
4.1. Objetivo primario.	
4.2. Objetivo secundario.	
4.3. Tercer objetivo.	
CAPITULO V. JUSTIFICACIÓN	18, 19
CAPITULO VI. MATERIAL Y MÉTODOS	20, 21, 22, 23
6.1 Recursos.	



Materiales.	
Humanos.	
Financieros	
Aspectos éticos	
Material de estudio	
6.2 Método.	
Variables a observar	
Descripción general del estudio	
CAPITULO VII. RESULTADOS.....	24
CAPITULO VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	24, 25
CAPITULO IX. CONCLUSIÓN, RECOMENDACIONES Y COMENTARIO.....	26, 27
9.1. Conclusión.	
9.2. Recomendaciones.	
9.3 Comentario.	
ANEXOS.....	28, 29, 30, 31, 32, 33
BIBLIOGRAFIA.....	34



INTRODUCCION

Actualmente el clavo centro medular bloqueado por muchos años a sido el estándar de oro en el tratamiento de fracturas de huesos largos, debido a que con el bloqueo proximal y distal contrarresta todas las sollicitaciones a las que está sometido el hueso lesionado, sin embargo, el bloqueo distal es muy difícil de realizar debido a que por la longitud de la regleta tiende a pandearse y es muy frecuente que se falle realizando muchos intentos para poder lograrlo, esto tiene como consecuencia un tiempo quirúrgico prolongado y por consiguiente se expone a todo el personal que participa en la cirugía y al paciente a exposición prolongada a la radiación, además se aumentan todos los riesgos transoperatorios para el paciente lo que conlleva este procedimiento. Por lo que surge la idea de realizar una innovación en el clavo centro medular, diseñando un dispositivo mecánico que se pueda hacer funcionar de manera manual y externa por medio de un maneral diseñado para esta función y así poder estabilizar el fragmento distal, bloqueando las sollicitaciones a las que está sometido el hueso fracturado, de esta manera se evita el uso de radiación para la colocación de pernos distales, disminuyendo el tiempo quirúrgico.

Los resultados en esta primera fase de experimentación del clavo centro medular con bloqueo distal automático, se observó un adecuado funcionamiento del sistema mecánico en cinco ocasiones, que se realizó tanto la apertura de las aspas como de la desactivación del sistema quedando libre las aspas fuera del modelo cadavérico, también se probó el funcionamiento del sistema mecánico del clavo dentro del modelo

cadavérico y se realizaron ventanas óseas en la parte distal en la cortical anterior del fémur, observando como al activar el sistema las aspas se



abrían y se impactaban en la pared del conducto medular siendo imposible la extracción del dispositivo, también se observó que al desactivar el sistema quedaban libres las aspas y se pudo retirar sin ningún problema el dispositivo del modelo cadavérico.



PROLOGO

Las fracturas de los huesos largos, constituyen uno de los problemas más frecuentes e incapacitantes para el ser humano. Desde hace mucho tiempo se han utilizado dispositivos de fijación intramedular, el Dr. Gerard Küntscher describió su técnica para el enclavado centromedular, para el tratamiento de fracturas de huesos largos diafisiarias de trazo transversal u oblicuo corto, a mediados del siglo pasado se empezó a utilizar el sistema de bloqueo y fresado del canal medular, con estas técnicas se ampliaron las indicaciones para fracturas oblicuas largas, conminutas e incluso metafisiarias.

Los sistemas de cerrojo, desde un principio han transformado la técnica en un procedimiento laborioso y prolongado, al requerir mayor tiempo quirúrgico para la inserción de los pernos o tornillos de bloqueo.

Se han diseñado múltiples dispositivos de localización de los agujeros proximales y distales de los clavos, mismos que han presentado diversas fallas lo que dificulta la precisa colocación de los mismos, esto aumenta el tiempo quirúrgico y por lo tanto el riesgo de morbilidad.

El arco intensificador de imágenes de rayos X, ha facilitado el procedimiento de bloqueo a manos libres, pero requiere de adiestramiento y con su respectiva curva de aprendizaje, además de la dosis de radiación que afecta al paciente y al equipo médico quirúrgico.

Por esta misma razón se han diseñado auxiliares tecnológicos como la guía la computarizada que utiliza un software y pantalla para localización de los pernos. Cabe mencionar que no está exenta de errores y se es necesario un equipo extra de navegación dentro del quirófano.

Se han hecho intentos para evitar la colocación de pernos distales anti rotacionales como son el clavo expandible mediante presión hidráulica el clavo intramedular elástico, pero estos sistemas presentan problemas de estabilidad rotacional y se dificulta de forma importante su extracción.

El objetivo del clavo centromedular es permitir la correcta estabilidad de la fractura evitando las sollicitaciones de flexión, distracción, rotación y acortamiento de los fragmentos. Para conseguir esto es necesario la adecuada reducción de las fracturas y un clavo centromedular que permita la firme sujeción y el contacto



entre los fragmentos fracturados. En la búsqueda de un dispositivo intramedular que asegure la fijación de las fractura, minimizando el tiempo quirúrgico que se prolonga con las técnicas actuales de bloqueo distal, se ha logrado desarrollar un clavo centromedular con bloqueo distal automático esto permitirá reducir el tiempo quirúrgico, la exposición a rayos “X” y la correcta estabilidad de la fractura, permitiendo la movilización temprana de los pacientes así como el menor daño a los tejidos blandos de la extremidad afectada.

Este mecanismo facilita además la extracción del mismo dispositivo sin emplear tiempos quirúrgicos prolongados así como también minimiza la morbilidad en el retiro del material, este sistema proporciona una ventaja importante con respecto a los sistemas de fijación intramedular existentes y considero que se constituye como una de las mejores opciones para el tratamiento de las fracturas de los huesos largos.

Dr. José Manuel Serrano Bon.



CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El problema radica en el bloqueo distal de los dispositivos actuales, debido a que se tiene que utilizar una regleta y por la longitud tiende a pandearse y eso hace imposible la localización exacta de los orificios distales.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.5 Breve historia de tratamientos quirúrgicos en fracturas de huesos largos.

En 1968 el profesor Gerhart Kuntscher reconocía en el congreso de los cirujanos Alemanes (Múnich, 1968), que el clavo intramedular no permitía la estabilización de las fracturas conminutas de la diáfisis de los huesos largos y describió la idea de un clavo con tornillos transfixiantes a través de él, para impedir el colapso a nivel del foco de fractura y evitar el telescopaje del clavo, la idea fue adoptada en 1970 por Klemm y Schellman, quienes idean un clavo con tornillos transfixiantes, proximales y distales. En 1976, Grossf y Kempf comienzan la utilización de un clavo diseñado por ellos inspirado en el clavo AO más resistente y grueso con una curvatura anterior para adaptarse al fémur (Jolin, 1988)

El tiempo y la literatura han sancionado el enclavijamiento centromedular bloqueado como el método ideal para conseguir una excelente fijación en las fracturas de la diáfisis femoral (Rockwood & Green-s, 2003)

2.6 Descripción anatómica de los huesos largos.

Son el tipo de hueso en el que predomina la longitud por sobre sus otras dimensiones. Este posee dos extremos o epífisis, donde suelen conectarse con otros huesos en articulaciones; un cuerpo o diáfisis.

2.7 Diferentes tipos de fracturas en huesos largos.

De acuerdo al grado de continuidad ósea (Transversal, Oblicua, longitudinal, en ala de mariposa, conminuta), de acuerdo al grado de



compromiso de la piel y tejido blandos circundantes (clasificación de Gustilo y Anderson I, II; III), fracturas por compresión, fracturas patológicas, por estrés, de acuerdo a la localización del hueso (Diafisiarias y Metafisiarias), según la desviación de los fragmentos (Anguladas, con desplazamiento lateral, acabalgadas, engranadas), según el mecanismo de producción (Traumatismo directo, traumatismo indirecto, contracción muscular brusca).

2.8 Estado del arte en el tratamiento quirúrgico ortopédico en fracturas de huesos largos.

Actualmente el clavo centro medular bloqueado es el estándar de oro en el tratamiento de fracturas de huesos largos, debido a que con el bloqueo proximal y distal contrarresta todas las sollicitaciones a las que está sometido el hueso lesionado, sin embargo el bloqueo distal es muy difícil de aplicar, por lo que se realizan muchos intentos para poder lograrlo, esto prolonga el tiempo quirúrgico y subsecuentemente expone a todo el personal que participa en la cirugía y al paciente a una prolongada radiación por lo que aumentan todos los riesgos transoperatorios para el paciente que conlleva este procedimiento.

Por lo que actualmente en el mundo se está buscando la manera de modificar el clavo centro medular, debido a la dificultad y los riesgos que presenta la colocación del bloqueo distal.

Como se menciona en el artículo de la Revista Mexicana de Ortopedia y Traumatología donde se utiliza una guía de localización interna para evitar el uso de intensificador de imágenes. (Eduardo Ugalde Hernandez, 2001).

También en otro artículo que el clavo centro medular de compresión bloqueado da más estabilidad que el clavo centro medular convencional. (Michael Wild, 2011).



Se comenta también en otro artículo en donde se compara el clavo centro medular expandible con el clavo centro medular bloqueado y se concluye que el clavo centro medular expandible no es suficiente para bloquear la sollicitación en sentido de rotación comparado con el clavo centro medular bloqueado. (Miguel L. R. Oliveira, 2008).

En otro artículo experimental se menciona un sistema independiente de radiación, con un perforador canulado en el extremo distal para hacer más exacto el bloqueó distal, por lo que se espera disminuir la radiación. (Yvan Arlettaz, 2012).

CAPITULO IV. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo primario.

Hacer un clavo centro medular que no necesite bloqueo distal para neutralizar las sollicitaciones en flexión, rotación, compresión, disminución y tensión, en ésta fase se limitará a probar el funcionamiento del sistema mecánico.

4.2. Objetivo secundario.

Disminuir el tiempo de operación, y así disminuir los riesgos que implica cualquier procedimiento quirúrgico y en especial este tipo de procedimiento.

4.3. Tercer objetivo.

Evitar al máximo exponer al paciente, al equipo médico y paramédico a la radiación.

CAPITULO III. HIPÓTESIS.

Si activo el sistema en cinco intentos, se abrirán y desactivaran las aspas en todas las ocasiones.

Las aspas del clavo centro medular con bloqueo distal automático se abrirán en cinco intentos dentro del conducto medular, hasta obtener suficiente presa para fijar el extremo distal del hueso en tres modelos cadavéricos, con la capacidad de desactivar el sistema y poder retirar el mismo en el cien por ciento de la veces.

CAPITULO V. JUSTIFICACION.

En este estudio que es innovador tiene como objetivo realizar una propuesta de cirugía ortopédica que permite obviar el tiempo quirúrgico, tener acceso más rápido y fácil a la región quirúrgica, tener menor tiempo de exposición a la radiación al equipo quirúrgico y a todo el personal que participa en la cirugía, por lo que se necesita probar el funcionamiento del clavo centro medular con bloqueo distal automático, que obtenga suficiente presa en el fragmento distal de hueso fracturado, para evitar el desplazamiento o torsión en modelos cadavéricos, hay que mencionar que este estudio es la primera fase de una serie de estudios subsiguientes, esto es un acuerdo tomado entre el responsable de este trabajo, el asesor de tesis y el personal del servicio de ortopedia y traumatología, con la intención de cumplir con los objetivos que aquí se plantean.

Actualmente en todo el mundo el estándar de oro para las fracturas de hueso largo es el clavo bloqueado, sin embargo, existe una dificultad mayor para la correcta aplicación de este sistema debido al bloqueo distal

La justificación para bloquear el extremo distal de la fractura de una manera más efectiva y eficaz ya que la cirugía es demasiado larga demandante y riesgosa para la salud del equipo médico y el paciente.



Se justifica hacer un estudio biomecánico inicial para el funcionamiento de un dispositivo con un sistema mecánico que se activa por medio de varias partes ensambladas en la punta, también se requiere probar el dispositivo en el canal medular que será utilizado en el vivo y es por esto que por primera etapa debe probarse en modelos inertes, siendo el modelo cadavérico prácticamente el equivalente al vivo, la única salvedad sería la osteoporosis.

CAPITULO VI. MATERIAL Y MÉTODOS.

6.1 Recursos.

a) Materiales.

Por la naturaleza de este tipo de investigación es necesario iniciar la experimentación básica con entidades a las cuales no se les pueda causar dolor, muerte o ningún daño por lo que se tomó la decisión de realizarlo con modelos cadavéricos. Esta alternativa implica que si el resultado es óptimo en términos de técnica quirúrgica ortopédica, se probara en modelos vivos para poder en un futuro aplicar a pacientes humanos.

Modelos cadavéricos, equipo de cómputo, equipo de disección, clavo centro medular con bloqueo distal automático y equipo de oficina, equipo de video, maquinaria y herramientas del torno industrial.

El clavo centro medular con bloqueo distal automático es un dispositivo de acero inoxidable que consta en su extremo distal con un mecanismo mecánico que acciona dos aspas que se expanden hacia sus lados obteniendo suficiente presa en el conducto medular lo cual fija el fragmento distal bloqueando las sollicitaciones a las que está sometido el hueso.

El instrumental es mínimo y consta de un mango guía para la sujeción de clavo, un impactador, maneral para activar el sistema interno y poder activar las aspas de la punta del clavo o liberarlas si es necesario.

b) Humanos.

Personal del servicio de Patología de HGE, un asesor médico y un asesor metodológico, personal que labora en el área de autopsias, personal del turno industrial, apoyo de un ingeniero.

c) Financieros.

Responsabilidad del médico residente.

d) Material de estudio

Clavo centro medular con bloqueo distal automático.

Aspectos éticos

Se cuenta con la autorización del departamento de enseñanza, se mantendrá anonimato y la identidad de los modelos cadavéricos, así como se trató con respeto que se merece el cuerpo humano.

Se cumplió con los requerimientos de la Ley General de Salud y de los preceptos éticos a la experimentación con pacientes cadavéricos.

6.2 Método.

En una sala habilitada como laboratorio de biomecánica se procede a armar el clavo centro medular con bloqueo distal automático con su maneral y su dispositivo de apertura de las aspas, se activa el mecanismo hasta su máxima apertura de las aspas y se mide el ángulo de desplazamiento de las aspas, se fotografía y filma el procedimiento.



Se prepara modelo cadavérico de fémur liberándolo de todas sus partes blandas se fresa el canal, se le practica una ventana en la pared anterior del fémur distal para visualizar el canal medular.

Se procede a introducir el clavo centro medular con bloque distal automático por medio de su maneral y con un segundo maneral diseñado para activar el mecanismo se desplazan las aspas hasta hacer presa en las paredes del conducto medular, se observa a través de la ventana ósea, se mide la apertura de las aspas, se determina la apertura simétrica o no simétrica de las mismas, se realiza hasta en cinco ocasiones todo el procedimiento.

Se realizan pruebas de tensión manual conteniendo el fémur y tratando de extraer el clavo con las aspas funcionando.

Se filma el procedimiento por medio de cámara de video.

En una sala de rayos "X", previa preparación del constructo clavo modelo cadavérico, se desplazan las aspas visualizándolo por medio del fluoroscopio en cinco ocasiones, se filma la imagen fluoroscópica.

Se toma un control radiológico con el clavo dentro del modelo cadavérico con las aspas abiertas con dispositivo mecánico activado y se mide la angulación por medio de un goniómetro.

6.3. Variables a observar

Valorar en cinco ocasiones las siguientes variables:

- 1.-El funcionamiento del mecanismo de apertura de las aspas.
- 2.- Determinar los grados de apertura máxima de las aspas,
- 3.- Probar el mecanismo de liberación de las aspas sea óptimo



4.- Estas mismas variables se determinan dentro del hueso de un modelo cadavérico.

5.- Si es posible o no extraer manualmente el clavo con el sistema activado dentro del conducto medular.

6.4. Descripción general del estudio

Estudio experimental básico.

CAPITULO VII. RESULTADOS.

En esta primera fase se probó en cinco ocasiones la apertura de las aspas, hasta 45 grados en todas las ocasiones, el dispositivo funciona correctamente (imagen 2).

En la segunda fase se observa la apertura de las aspas dentro del canal medular a 20 grados, lo cual era de esperarse por el diámetro interno del conducto medular, este procedimiento se repitió en cinco ocasiones y en todas fue posible abrir las aspas hasta impactarse en las paredes del conducto medular. (imagen 2).

Se realizó una tercera prueba de extracción con las aspas abierta, lo cual fue imposible hasta que se liberó el mecanismo que mantenía abierta las aspas. (Imagen 3).

CAPITULO VIII. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

En este diseño experimental no fue necesario realizar pruebas estadísticas, sin embargo, está establecido que un experimento de este tipo se repita hasta en cinco ocasiones en modelos de ingeniería.

El dispositivo funcionó en forma adecuada como estaba planeado dado que el mecanismo no tuvo ninguna falla.

En el modelo cadavérico se activó el dispositivo y llama la atención que se abrió una aspa, adaptándose a la forma del conducto medular del fémur distal, dependiendo de la colocación lateral o central del clavo.



En estas pruebas demuestran que los dientes de las aspas de la punta del clavo obtiene suficiente presa para neutralizar la tensión, es decir para extraer el clavo se necesita desactivar el sistema. En estas pruebas se intentó extraer el clavo con las aspas abiertas manualmente, se hace la consideración que esta prueba no se realizó con herramientas adecuadas para lograr medir la fuerza de tensión la cual será necesaria en otra etapa de la prueba de este clavo y se solicitara a los esfuerzo que sabemos requiere neutralizar un implante.

Tanto en el experimento del modelo cadavérico con el clavo centro medular con bloqueo distal automático colocado en el laboratorio, como en la sala de rayos "X" se aprecia la apertura adecuada de las aspas hasta 20 grados al impactarse y de esta manera, aumentando la fricción para

Contrarrestar la sollicitación de rotación sin embargo, ésta medición no se llevó a cabo por no ser el objetivo de esta Tesis.

También es necesario mencionar que en este modelo no se contempló el control de todas las variables como son: peso, talla, sexo, estado de salud, etc. ya que estos pacientes cadavéricos están catalogados, desconocidos.

CAPITULO IX. CONCLUSIÓN, RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS.

9.1. Conclusión.

Se observa que el funcionamiento de la punta del clavo centro medular con bloqueo distal automático, funciona adecuadamente al activar el sistema se abren las aspas e incrustándose los dientes de las aspas en la pared interna del conducto medular obteniendo suficiente presa que contrarresta las fuerzas a las que se somete, lo que impidió que al intentar extraerse el dispositivo no fuera posible retirarlo, sin embargo, al desactivar el sistema en sentido retrogrado a las manecillas del reloj se desactiva el sistema y se puede retirar sin ningún problema ya que quedan libres las aspas de la punta del clavo.

Por lo tanto es necesario pasar a la segunda etapa en la investigación dado los buenos resultados iniciales.

9.2. Recomendaciones.

Se requieren hacer pruebas biomecánicas de sollicitaciones. También se requieren pruebas de resistencia de materiales y diseño.

Se recomienda un laboratorio de biomecánica adecuado, así como tener el apoyo de las diferentes dependencias, para obtener los recursos y poder llevar a cabo con más facilidad los trabajos de investigación.

9.3 Comentario.

La idea de esta alternativa quirúrgica, nació con la experiencia en quirófano, y al ver lo difícil que es el bloqueo distal y todos los riesgos al que se expone toda persona que participe en el procedimiento.

En este estudio fue necesaria la revisión exhaustiva de las técnicas en las cuales se aplican materiales diseñados para fracturas de huesos largos, en este caso se empleó el clavo centro medular con bloqueo distal automático.

Se espera que en las siguientes fases de prueba del clavo centro medular con bloqueo distal automático funcione adecuadamente y sea un avance en este tipo de procedimiento quirúrgico para ofrecer una solución a las dificultades técnicas y repercusiones en el estado de salud del paciente y el equipo médico que participa en el evento quirúrgico.



ANEXOS



Imagen 1. Dispositivo con las aspas cerradas.



Imagen 2. Dispositivo con las aspas abiertas.

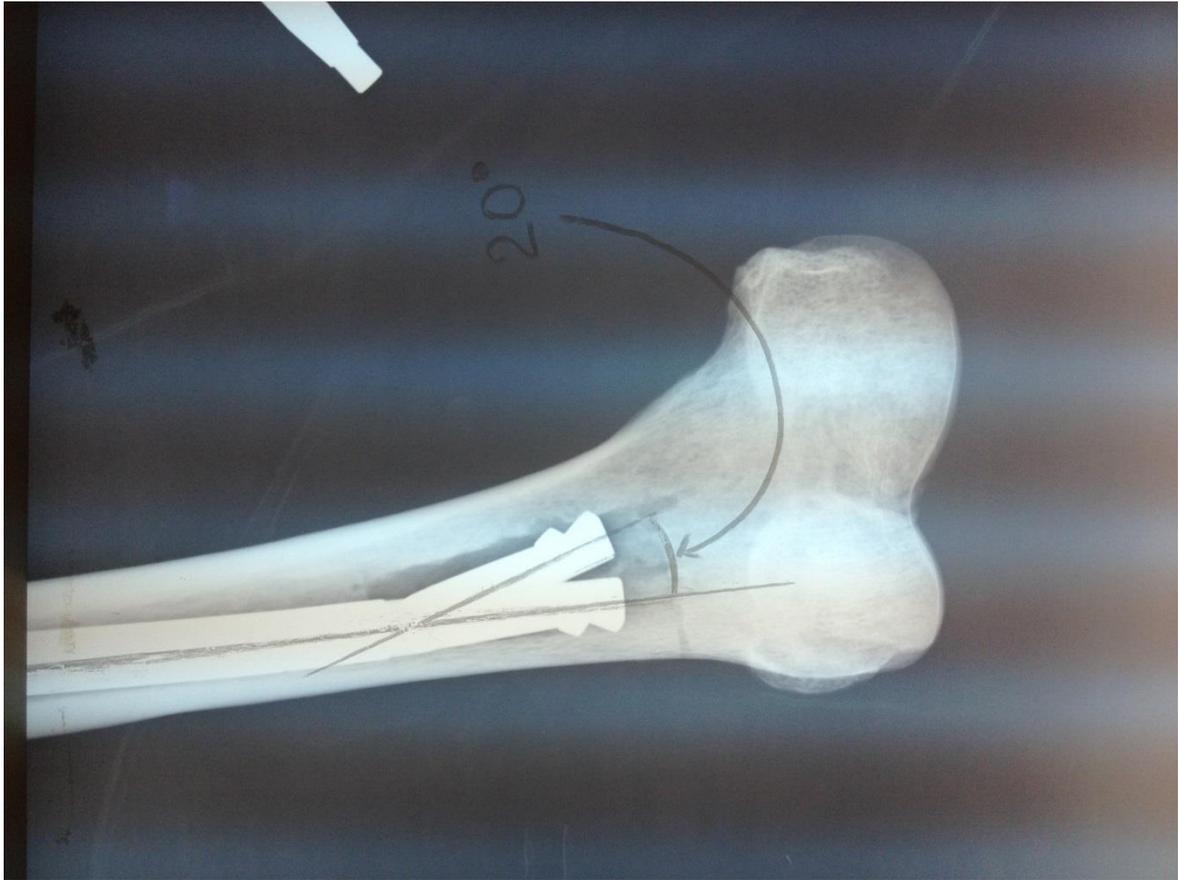


Imagen 3. Se observa el dispositivo con los dientes de las aspas abiertas impactadas en la pared interna adaptándose a la anatomía del conducto medular, lo cual hace imposible la extracción del clavo centro medular con bloqueo distal automático.



Imagen 4. Se observa cómo se introduce el clavo centromedular con bloqueo distal automático en el fémur.



Imagen 5. Se observa el calvo centromedular con bloqueo distal automático con las aspas cerradas.



Imagen 6. Se observa el clavo centromedular con bloqueo distal automático con los dientes y las aspas abiertas e impactadas en la pared del conducto medular.

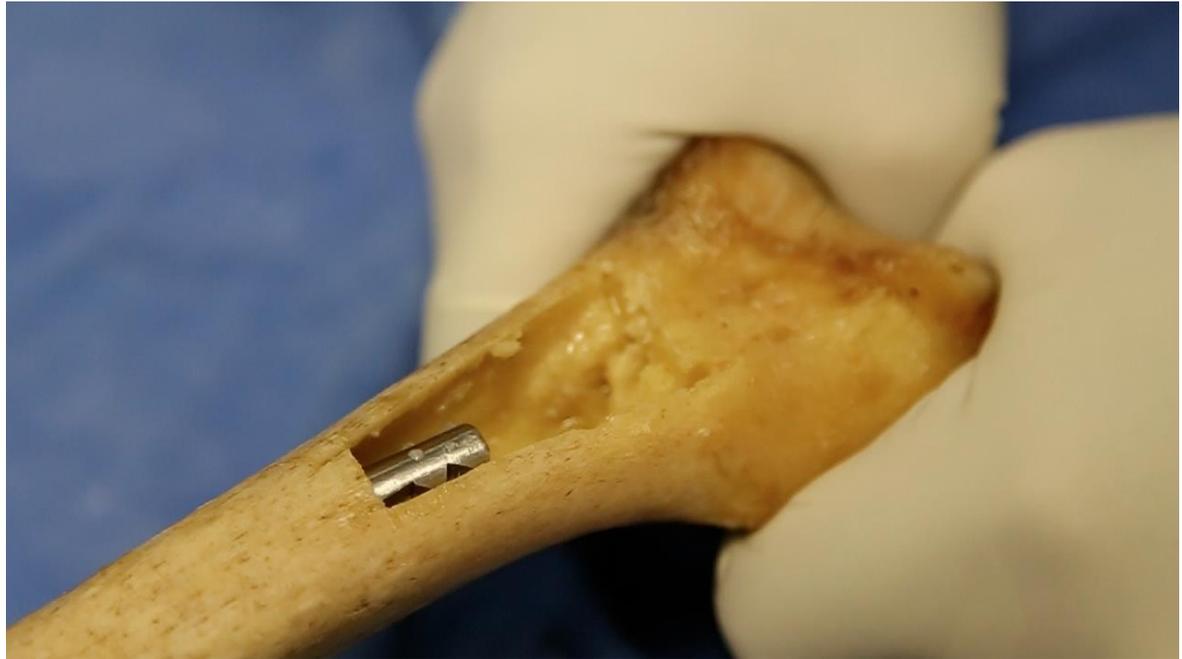


Imagen 7. Se observa cómo se desactivo el sistema del clavo centromedular con bloqueo distal automático y se liberan por completo las aspas, al ejercer tracción para retirarlo se cierran sin problema y se retira el dispositivo.



BIBLIOGRAFÍA.

Eduardo Ugalde Hernandez, C. M. (2001). Método alternativo de bloqueo distal para clavos femorales huecos sin el uso de intensificador de imagenes mediante una guía de localización interna. *Revista mexicana de traumatología y ortopedia.*, 47, 51.

Jolin, T. J. (1988). Enciávilamiento intramedular con cerrojo. *Rev. Esp. de Cir. Ost.*, 13, 19.

Jolin, T. J. (1988). Enclavijamiento intramedular con cerrojo. *Rev. Esp. de Cir. ost.*, 13, 19.

Michael Wild, P. S. (2011). Do Locked Compression Intramedullary Nail Improve the Biomechanical Stability of Distal Femoral Fractures. *J Trauma* , 832, 837.

Miguel L. R. Oliveira, M. M. (2008). Biomechanical Comparison of Expandable and Locked Intramedullary Femoral Nails. *J Orthop Trauma*, 22:446-450.

Rockwood & Green-s, R. W. (2003). *Fracturas en el adulto 5a. Edición.* Dallas texas: Marban.

Willis C. Cambell, M. (1939). *Cirugia Ortopedica.* Menphis Tenesse: S. Terry Canale M.D.

Yvan Arlettaz, M. a. (2012). Distal Locking of Femoral Nails: Evaluation of a New Radiation-Independent Targeting Sistem. *J Orthop Trauma*, 26:(633,637).