



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS SUPERIORES

DEPARTAMENTO DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

SECRETARIA DE SALUD PÚBLICA DEL ESTADO DE SONORA

HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA

“DR. ERNESTO RAMOS BOURS”

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN

ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

TESIS

**“CONSTRUCCIÓN ESTABLE TRIANGULAR PARA
FRACTURAS DISTALES DE RADIO EXTRAARTICULARES
ESTUDIO BIOMECÁNICO”**

PRESENTA

DR. ANTONINO SIBAJA AGUILAR

ASESOR

DR. DAVID LOMELÍ ZAMORA

**Hermosillo, Sonora
2011**

Febrero

FIRMAS DE ACEPTACIÓN



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.

Dr. Francisco René Pesqueira Fontes
Director General

Dr. Jorge Isaac Cardoza Amador
Director Médico

Dra. Carmen A. Zamudio Reyes
Jefa de la División de Enseñanza e Investigación

Dr. Marcos José Serrato Félix
Jefe de la División de Cirugía

Dr. Reginaldo Cadena Vega
Jefe de Servicio del Departamento de Ortopedia

Dr. David Lomelí Zamora
Asesor, Médico Adscrito y Maestro Titular del Curso de Ortopedia

Prof. José Miguel Norzagaray Mendívil
Asesor del Departamento de Metodología y Estadística

Dr. Antonino Sibaja Aguilar
Médico Residente de Ortopedia de Cuarto Año

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por permitirme continuar en este camino dándome fuerzas para culminar este proyecto en mi vida que tanto le he pedido, por guiarme y darme las herramientas para seguir curando.

Al Dr. Lomelí que abrió en mí el deseo de saber y la importancia del conocimiento, por enseñarme el arte de tratar a mis pacientes con dignidad, respeto, que es por ellos la motivación de aprender.

A los Médicos Adscritos del servicio de Ortopedia Doctores: Umaña, Cruz, Rojas, Serrano, Miranda, Olivas, Cadena y Monreal por tenderme la mano en momentos difíciles, el compartir sus conocimientos y experiencia, por dejarme aprender de ellos.

A mis compañeros de especialidad que perdonaron mis errores, me escucharon, estuvieron ahí en las buenas y las malas, me aceptaron como soy. Como olvidar a los que me enseñaron el significado de ser un residente del Servicio de Ortopedia en el Hospital General del Estado de Sonora e invitaron a ponerme la camiseta para ser uno más de los pocos privilegiados.

Al Prof. José Miguel Norzagaray Mendívil por dedicarme tiempo, el enseñarme el camino, por recordarme que soy Médico y que tengo una misión.

Al Prof. Claudio Delgadillo Rodríguez que no se cansó de pensar junto conmigo la forma de crear un método para resolver cada problema que se me presentó y ser un actor intelectual más de este trabajo.

Al Ingeniero Civil. Mario Alejandro García Bojorquez quien incondicionalmente aceptó trabajar en este proyecto demostrando un gran interés. Tener la disposición de todos los recursos materiales que necesite en el laboratorio de experimentos de ingeniería civil.

A todos y cada uno de los trabajadores del Hospital que se que no terminaría esa gran lista, la llevare guardada todos los días sin olvidar que saben cómo inicie este reto, por los que estuvieron, por los que están, simplemente por haber tenido la oportunidad de haber estrechado su mano.

Los más importantes a mis pacientes que sin saber mí nombre dejaban todo en mis manos con la esperanza de encontrar alivio poniendo en práctica los conocimientos que desarrolle en esta breve estancia.

DEDICATORIAS

Dedico este esfuerzo con todo mi amor a mi familia que es mi motivación día a día. El sacrificio, tolerancia y apoyo incondicional de cada uno de ellos me inspira a continuar porque es un logro de todos. Sé que no estoy solo en este camino que ahí estarán cuando deban de estar, de verdad gracias por forjar mi futuro y ser parte de él.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	1
DEDICATORIAS.....	2
ÍNDICE.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	
1.1 Reseña histórica.....	7
1.2 Descripción anatómica de la región.....	7
1.3 Fisiología del tejido óseo.....	8
1.4 Anatomía macroscópica.....	9
1.5 Estructura de la articulación radio carpiana.....	10
1.6 Fracturas de radio distal	11
1.7 Biomecánica.....	12
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Planteamiento del problema.....	13
2.2 Hipótesis.....	14
2.3 Objetivos.....	14
2.3.1 General.....	14
2.3.2 Particulares.....	14
2.4 Justificación del estudio.....	14
2.5 Diseño del estudio.....	14
2.6 Grupo de estudio.....	15
2.7 Tamaño del grupo de estudio.....	15
2.8 Criterios de inclusión y exclusión.....	15

2.9 Descripción general del estudio.....	16
2.10 Recursos:	
Humanos.....	17
Financieros.....	17
2.11 Resultados.....	18
CAPÍTULO III. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
3.1 Discusión.....	23
3.2 Conclusiones.....	24
3.3 Recomendaciones.....	24
Referencias Bibliograficas.....	25
Anexos.....	26

INTRODUCCIÓN

Pou-Teau, en 1783 y Coles en 1814 describieron fracturas y luxaciones de muñeca.

Posteriormente en el año de 1895 con los rayos x se ha determinado el tipo exacto de la fractura y la biomecánica de la lesión. El tratamiento quirúrgico ha dejado atrás al tratamiento conservador en muchas ocasiones, en base al desplazamiento de los fragmentos y a la calidad del hueso.

Son fracturas susceptibles de manejo quirúrgico debido a un problema de inestabilidad basándonos en criterios ya conocidos y tipificados dentro de la clasificación AO 23A1 las cuales se tratan con constructos de contención, métodos de fijación interna, manejo conservador.

Un estudio realizado recientemente (Graham, Louis 1997) en cadáveres mostró una fijación estable con cuatro clavos percutáneos sometándolo a cargas fisiológicas fijando la apófisis estiloides del radio hacia el cúbito (Mirza, 2009), describe un diseño de constructo con igual número de clavos percutáneos sujetándolo a un fijador externo obteniendo resultados alentadores.

El desarrollo de esta propuesta biomecánica pretende demostrar una fijación estable con dos clavos percutáneos. Siendo la temática central de este trabajo el diseño y la presentación de un constructo triangular que dará ventajas sobre otros, su importancia radica en que mantendrá una fractura neutralizando las cargas fisiológicas obteniendo como resultado una movilización temprana. Las desventajas son mínimas, debido a que

Comparado con métodos tradicionales este constructo es menos rígido por utilizar menor cantidad de material de osteosíntesis disminuyendo de ésta manera la estabilidad.

Esta aportación beneficiara directamente a los pacientes con fracturas distales de radio, con la necesidad de incorporarse a corto plazo a sus actividades

cotidianas, obteniendo una opción terapéutica ventajosa evitando las complicaciones y secuelas que ocurren cuando el tratamiento no es el correcto.

En este proyecto se tratarán aspectos relacionados con una propuesta de tratamiento con un constructo triangular diseñado para que el paciente movilice tempranamente, incorporándose rápidamente a sus actividades diarias, con la seguridad de contar con una fijación de fractura estable.

RESUMEN:

Objetivo: Describir y analizar la estabilidad de fracturas de radio distal mediante un constructo en triángulo mediante su comportamiento en pruebas experimentales biomecánicas sometiendo a cargas fisiológicas la estructura.

Materiales y métodos: Se estudiaron 12 ejemplares cadavéricos los cuales se sometieron a pruebas biomecánicas en diferentes sollicitaciones con prensa Marshall hasta obtener la falla del hueso en estudio el cual se fijó con material de osteosíntesis con un constructo en triángulo.

Resultados: Se obtuvieron resultados en tres diferentes grupos cada uno con valores similares en cuanto las pruebas biomecánicas que fallaron entre 9.464 kg y 10.14 kg en flexión, 8.45 kg y 9.126 kg a la extensión, entre 10.14 kg y 10.816 kg a la rotación.

Conclusiones:

La conclusión más importante es que el constructo triangular soporta cargas fisiológicas mediante la correcta estabilización de la fractura.

Palabras Clave: osteosíntesis, constructo triangular, flexión, rotación y extensión.

SUMMARY:

Objective: To describe and analyze the stability of distal radius fractures using a construct in a triangle by its conduct on experimentalist biomechanical tests physiological loads the structure.

Materials and methods: We studied 12 cadaveric specimens which underwent biomechanical test in different media request with Marshall until the failure of the bone in the study which was fixed with osteosynthesis material with a construct triangle.

Results: Results were obtained in three different groups each with similar values in terms of biomechanical tests that failed between 9464 kg and 10.14 kg in flexion, 8.45 kg and 9126 kg of extension, between 10.14 kg and 10 816 kg to the rotation.

Conclusions: The most important conclusion is that the construct triangular support physiological loads by proper stabilization of the fracture.



Keywords: osteosíntesis construct triangular, flexion, rotation and extension.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Reseña Histórica

Las fracturas distales del radio han sido analizadas en la bibliografía quirúrgica durante más de 200 años. De Moulin destaca como una fractura típica del radio. Mucho antes del descubrimiento de las radiografías Pou-Teau, en 1783 y Coles en 1814 describieron fracturas y luxaciones de muñeca. El descubrimiento de los rayos X por parte de Roentgen en 1895 modificó de manera significativa el enfoque de las fracturas.

Actualmente el uso del intensificador de imágenes es una técnica de imagen usada en [medicina](#) para obtener imágenes en tiempo real de las estructuras internas de los pacientes mediante el uso de un fluoroscopio. Esta técnica ayuda al manejo adecuado de reducción de fracturas.

1.2 Descripción anatómica de la región

La estructura de un hueso largo como el radio consta de; diáfisis la parte alargada del hueso, epífisis extremo del hueso, metáfisis unión de la diáfisis con las epífisis. En el hueso adulto esta parte es ósea, siendo cartilaginosa en la fase del desarrollo del mismo. Cartílago articular es una fina capa de cartílago hialino que recubre la epífisis donde el hueso se articula con otro hueso. El cartílago reduce la fricción y absorbe choques y vibraciones. Periostio membrana que rodea la superficie del hueso no cubierta por cartílago compuesta por dos capas exterior formada por un tejido conjuntivo denso e irregular que contiene los vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios que pasan al hueso, la capa ontogénica contiene células óseas de varios tipos, fibras elásticas y vasos sanguíneos

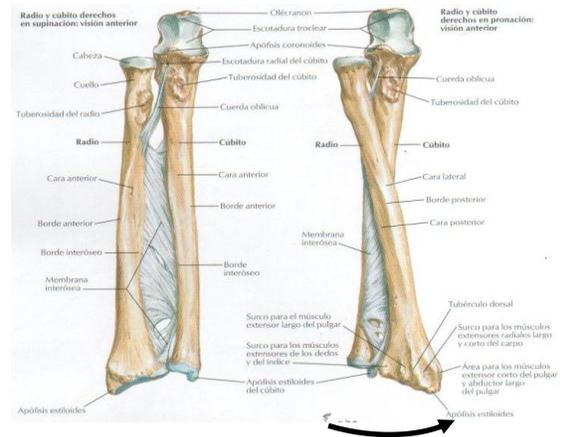
1.3 Fisiología del tejido óseo

El tejido óseo forma la mayor parte del esqueleto siendo un tejido bien organizado, es un elemento estructural primario en el cuerpo humano el armazón que soporta nuestro cuerpo, sosteniendo los tejidos blandos y proporcionando puntos de unión para los músculos, protege nuestros órganos internos frente a lesiones del ambiente externo, el sistema óseo es un tejido dinámico, continuamente en fase de remodelación.

Dentro de funciones básicas están el soporte dando un cuadro rígido de soporte para los músculos y tejidos blandos, la protección mediante varias cavidades que protegen los órganos internos de posibles traumatismos. Como ejemplo, el cráneo protege el cerebro frente a los golpes, y la caja torácica, formada por costillas y esternón protege los pulmones y el corazón. Desarrolla el movimiento al servir como punto de origen e inserción para los músculos y estos al contraerse producen el movimiento, la homeostasis mineral la realiza el tejido óseo almacenando una serie de minerales, especialmente calcio y fósforo, necesarios para la contracción muscular y la actividad nerviosa como otras muchas funciones. Cuando son necesarios, el hueso libera dichos minerales en la sangre que los distribuye a otras partes del organismo.

1.4 Anatomía macroscópica

El radio es un hueso largo, par y no simétrico, situado por fuera del cúbito, en la parte externa del antebrazo. Como en todos los huesos largos, el radio consta de un cuerpo y dos extremos, superior e inferior. Es el más corto de los dos huesos del antebrazo, recibe esta denominación por su similitud con el radio de una rueda, la extremidad proximal del radio posee una cabeza con forma de disco, un cuello cilíndrico y liso y una prominencia ovalada o tuberosidad distal al cuello.



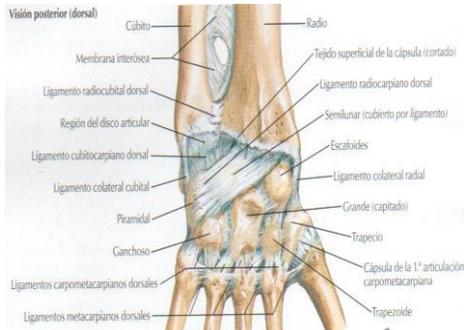
El cuerpo presenta una curvatura externa generalmente poco pronunciada y otra interna de concavidad mirando al cúbito, mucho más acentuada. Tiene una forma prismática triangular, constando de tres caras y tres bordes. La cara anterior es casi plana, ligeramente cóncava en su parte media. En ella se encuentra el conducto nutricio del radio y se insertan los músculos bíceps braquial, supinador, flexor largo del pulgar, pronador redondo, pronador cuadrado, braquiorradial, se origina el músculo flexor superficial de los dedos. La cara posterior redondeada en su tercio superior, está cubierta por el supinador corto. En el resto de su extensión es plana o ligeramente cóncava y en ella se insertan los músculos supinadores, pronadores redondos, originándose abductor largo del pulgar y extensor corto del pulgar. La cara externa, convexa y redondeada en la parte superior se inserta el supinador corto.

Su parte media es una superficie rugosa, destinada a la inserción del pronador redondo. Su parte inferior es lisa y está en relación con los tendones de los músculos radiales externos.

1.5 Estructura de la articulación radiocarpiana

La muñeca, considerada tradicionalmente la región que conecta el antebrazo con la mano, tiene límites imprecisos, sobre todo los que separan la muñeca de la

mano. La muñeca incluye las articulaciones radiocubital distal, radiocarpiana y cubitocarpiana, junto con los ocho huesos del carpo, sus articulaciones y ligamentos.



Los ocho huesos del carpo son escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme en la fila proximal, y trapezio, trapezoide, hueso grande y ganchoso en la fila distal.

La convexidad distal del cúbito se articula con la cavidad sigmoidea menor del radio distal. El cúbito distal presenta una inclinación de unos 20° a nivel de su articulación con el radio. La estiloides cubital se sitúa dorsalmente a la cabeza del cúbito y se prolonga en sentido distal.

La metáfisis radial distal está compuesta sobre todo por hueso esponjoso con cortical delgada y presenta tres superficies articulares la fosa escafoidea, fosa semilunar y cavidad sigmoidea, la inclinación radial del radio distal es de 22 grados, la inclinación palmar es de 11 grados y la cavidad sigmoidea presenta una inclinación distal y medial de cerca de 22° .

La articulación radiocubital distal normalmente se asocia con una variación cubital de más 0.14 mm con el codo en 90 grados de flexión y el antebrazo en posición neutra. En pronación la longitud del cúbito aumenta hasta 0.69 mm.

1.6 Fracturas de radio distal

Las fracturas del radio distal representan las fracturas más frecuentes y un 74% de todas las fracturas del antebrazo. Constituyendo no menos del diez por ciento de todas las fracturas que consultan en la práctica diaria.

Es una fractura transversa de la epífisis distal del radio y que presenta desviación dorsal de la epífisis dándole al eje lateral la silueta de un dorso de tenedor y desviación radial de la epífisis que le da al eje anteroposterior del antebrazo y mano la desviación en bayoneta.

. Puede haber variaciones en cuanto a magnitud de los desplazamientos descritos, así como de la mayor o menor conminución de los fragmentos desde la fractura de un trazo simple y único, hasta el estallido de la epífisis.

Hay asociación entre las fracturas del radio distal y las lesiones de los tejidos blandos intraarticulares. La magnitud de la energía asociada con la lesión, el grado de desviación cubital-radial en el momento del impacto, la dirección de la fuerza aplicada, el punto de aplicación de la fuerza y la resistencia de los ligamentos y las estructuras óseas son factores determinantes del grado de desplazamiento y acortamiento radial.

Estas fracturas se diagnostican mediante la palpación de la muñeca y los exámenes radiográficos.

Se han desarrollado varios sistemas de clasificación para identificar fracturas de la muñeca, el utilizado con mayor frecuencia es el sistema de clasificación de Frykman. El tratamiento de las fracturas de muñeca depende del grado de desplazamiento, conminución, estabilidad y el sitio de fractura. Las fracturas desplazadas requieren la reducción anatómica y el mantenimiento de la reducción mediante la fijación y la inmovilización apropiadas.

La reducción cerrada mediante fijación interna o externa es el tratamiento de elección para la mayor parte de las fracturas de muñeca. Una fractura irreductible requiere la reducción a cielo abierto.

Los principales constructos se basan en mantener la fractura estable, dentro de los métodos preferidos encontramos la fijación con clavos percutáneos, fijadores externos sin invadir la anatomía, reducción abierta con implantes de sostén y el manejo conservador.

La evaluación de una lesión de la muñeca inicia en la posición de la muñeca en el momento del accidente. Debe tenerse en cuenta el grado de estrés que experimenta la muñeca, las actividades que agravan, recrean o alinean el dolor y la actividad que el paciente estaba desarrollando en el momento del accidente. La forma de instalación puede orientar hacia el área de la muñeca en la que se produjo la fractura. El lapso transcurrido entre el accidente y la presentación del paciente afecta los síntomas de presentación y las opciones terapéuticas.

1.7 Biomecánica

La muñeca transfiere la fuerza y el movimiento de la mano al antebrazo y el brazo y tiene tres tipos de movimientos: flexión-extensión, desviación radial-cubital y supinación-pronación. La flexión y la extensión de la muñeca dependen de las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana. La extensión mediocarpiana implica una desviación radial y la flexión mediocarpiana se acompaña de un cierto grado de desviación. La hilera proximal de huesos carpianos se flexiona durante la desviación radial y se extiende durante la desviación cubital. La pronación y la supinación se producen cuando el radio rota alrededor de un cúbito fijo a través de la articulación radiocubital proximal.

Durante el esfuerzo de empuñadura mientras se levanta un objeto existen dos fuerzas que transcurren a través del antebrazo. Los músculos del antebrazo generan una fuerza axial que transcurre desde la mano hacia la parte distal del radio y el capitellum del codo. También se genera una fuerza transversal que transcurre desde la mano hacia el radio y la cabeza del cúbito y esta es la fuerza de gravedad (resistencia) que el brazo debe vencer para levantar un objeto. Un estudio en cadáveres publicado en 1987 reveló que la carga axial transmitida a

través de la articulación cubitocarpiana era del 21% y la transmitiera a través de la articulación radiocarpiana del 79%. Si la angulación dorsal del radio aumenta entre más de 10° y 45° la carga a través del cúbito se incrementa del 21 a más del 67%. La fuerza también se modifica en relación con la discrepancia cubital; por ejemplo, en el caso de una discrepancia cubital positiva, el área de contacto con el hueso semilunar varía entre la articulación radiosemilunar y el complejo fibrocartilago triangular.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Planteamiento del problema

Las fracturas de radio distal siguen teniendo una gran demanda por su frecuencia y presencia en salas de urgencias, no existe un estándar de oro para la fijación por lo que una construcción triangular pudiera mejorar la estabilidad y mantener una fractura, podríamos iniciar una movilización temprana bajo demandas fisiológicas comprobando bajo que angulación de la estructura será la correcta.

Preguntas de investigación:

¿Es la construcción en triángulo suficiente para mantener una fractura?

¿Se podrá iniciar movilización temprana bajo demandas fisiológicas?

¿Qué angulación de la estructura nos dará la estabilidad?

2.2 Hipótesis

Un constructo formado por una barra y dos clavos Schanz dispuestos con una angulación que construya un triángulo con el hueso fracturado, soportará las sollicitaciones de flexoextensión y rotación medial fisiológicas.

2.3 Objetivos

2.3.1 General

Mostrar mediante técnicas biomecánicas la estabilidad de la fractura a través de fijación externa con una estructura triangular al medir cargas menores, iguales y superiores a las fisiológicas.

2.3.2 Particular

Encontrar la angulación correcta de introducción de los clavos.

2.4 Justificación del estudio

No se han obtenido estudios científicos suficientes que comprueben una estabilidad, mejorar el manejo actual con una construcción triangular. La importancia de un implante que permita la movilización temprana con fundamentos biomecánicos.

2.5 Diseño del estudio

Este estudio es cuasi-experimental, descriptivo, abierto, transversal.

Es cuasi-experimental porque se realiza un experimento mecánico en modelos cadavéricos.

Descriptivo porque se registran las mediciones más importantes que se presentan en el momento de el ensayo.

Abierto porque el investigador así como los colaboradores supieron cuales eran las intensiones de llevar a cabo este estudio.

Transversal solo se realiza en una ocasión por la carga aplicada y la falla del constructo.

2.6 Grupo de estudio

En este estudio se intervinieron modelos de tipo experimental cadavérico, específicamente pacientes que fallecieron al interior del interior del Hospital General del Estado de Sonora y cuyos cuerpos no fueron reclamados ya que carecían de identificación, se disecó el hueso radio en su totalidad y se trabajo en el cuasi-experimento.

2.7 Tamaño del grupo de estudio

Se intervinieron un total de 12 piezas óseas independientemente que hayan sido derecha o izquierda.

2.8 Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron en el estudio piezas sin malformaciones, la calidad de consistencia ósea sin variantes, no importando sexo, edad, talla, peso, y se excluyeron aquellas piezas con evidentes malformaciones.

2.9 Descripción general del estudio

Con el consentimiento del Comité de Ética y de Enseñanza e Investigación apegándose a la Ley General de Salud en referencia de obtención de cadáveres se obtuvieron doce radios en estructura completa sin importar calidad ósea e individualidades, los criterios de exclusión no malformaciones congénitas, la extracción de muestras fue la misma en todos los cadáveres realizándose en el área de descanso del Hospital.

Se fracturaron a dos cm de la articulación radio carpiana, con ayuda de cierra stryker corte transverso. Se realizó alineación de fractura con ayuda de una mesa de soporte, se fijan fragmentos con clavos Schanz 2.5mm roscados de apófisis estiloides de radio a proximal a través de fractura pasando la cortical medial, segundo Schanz de proximal a distal sin dañar la articulación radio carpiana, este se dirige con un ángulo de 30 grados de proximal a distal 2 cm antes de trazo de fractura, el ángulo formado entre estos dos clavos forma el constructo triangular de 120 ± 10 grados, se colocó material de fijación con barra lisa de 15 cm, dos abrazaderas articuladas manteniendo reducción estable, alineación suficiente, se sometió a cargas en sollicitaciones para evaluar la calidad de rigidez y soporte de flexión con falla a 9.802 kg según la media, extensión con falla a los 8.788 kg valor de la media y rotación medial con falla de 10.26675 kg con valor de la media.

El material que se aplicó fue el siguiente:

1 Barra 4.0 mm/140 mm

2 Abrazaderas 4.0 mm/2.5 mm

2 clavos Schanz diámetro 2.5mm, longitud 150mm, rosca 15mm

Marca Synthes.

Durante el estudio se observó la fractura de la cortical lateral corriéndose un trazo longitudinal desde el punto de entrada proximal hacia el trazo de fractura este hallazgo se presentó en las primeras seis muestras las cuales fueron sometidas a un proceso de deshidratación, los seis ejemplares restantes no fueron sometidos a deshidratación de los cuales no presentaron ningún tipo de daño óseo.

Para obtener un resultado en kilos de peso se sometió a cargas las estructuras óseas con un sistema de compresión llamado prensa Marshall que está diseñada para pruebas de estabilidad a compresión simple para ensayar pastillas de concreto asfáltico, la cual se encuentra calibrada con una constante de 3.38 kg.

Se diseñó un soporte de concreto en el cual se colocaron las piezas de hueso radio para evitar movimiento en su totalidad evitando sesgo, la base es cuadrada, las piezas fueron reducidas previamente con la construcción en triángulo, se colocó la pieza en la prensa con ayuda de una base modificada cuadrada de acero, se fijó en el cilindro con completo contacto sobre la parte distal del radio sobre la fractura, se observan los medidores encontrándose en cero que fueron el anillo de carga en mm, se inicia la compresión sometiéndolo a carga encontrando deformación a la falla en mm², multiplicándose por una constante de 3.38 kg, ésta fue proporcionada por el Ingeniero Civil Mario Alejandro García Bojorquez docente de la universidad de Sonora responsable de las prácticas de ingeniería, obteniendo el resultado en kilogramos. Las maniobras realizadas fueron en flexión, extensión y rotación cada una con cuatro especímenes para realizar comparaciones entre ellas.

2.10 Recursos:

Humanos: Un asesor del servicio de ortopedia del HGE, un asesor metodológico, un asesor de resistencia de materiales de la Universidad de Sonora, un técnico en anatomía patológica y el responsable del taller de la división de Física Experimental también de la Universidad de Sonora.

Financieros: Estos fueron financiados por el responsable de este estudio, el material quirúrgico que se empleó fue de rehusó y los implantes fueron adquiridos por proveedores de material de osteosíntesis.

2.11 Resultados

Se obtuvieron promedios en los grupos estudiados, en las pruebas de sollicitación a flexión se sometieron cuatro especímenes con una media de falla a la carga de 9.802 kg.

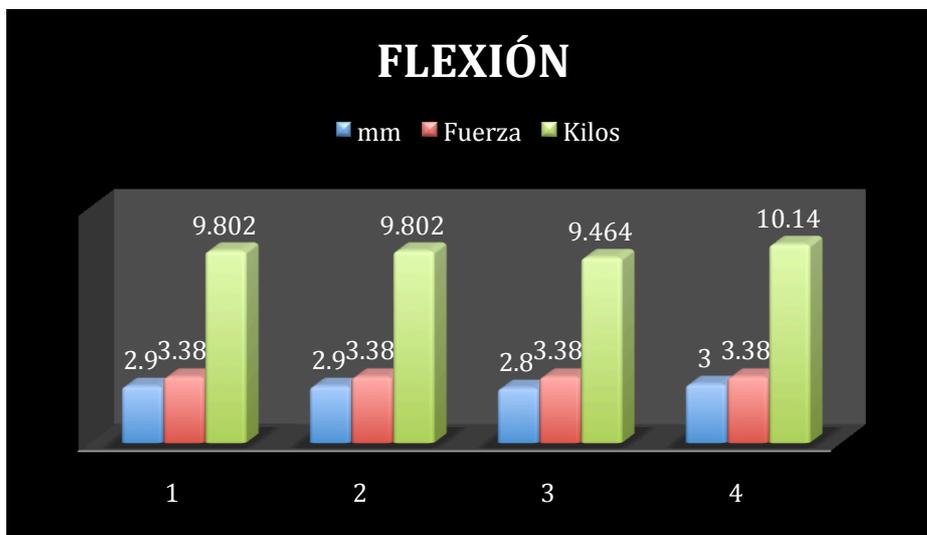
En las pruebas a sollicitación de extensión se utilizo el mismo número de muestras obteniendo una media de 8.788 kg.

La prueba final se realizo sometiendo a presión la rotación con igual número de muestras presentándose la falla en una media de 10.26675 kg.

FLEXIÓN

Gráfica 1: Momento de la falla en Kilogramos.

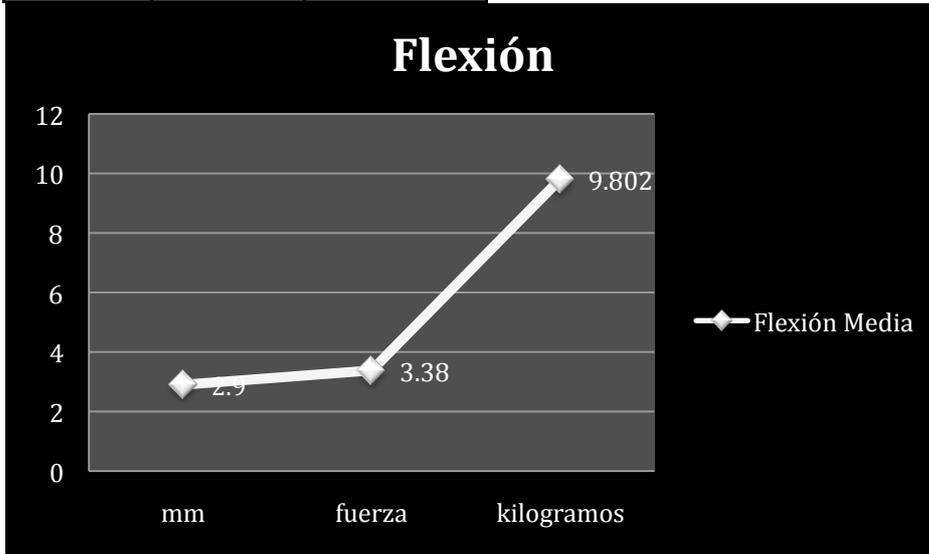
Muestra	Mm	Fuerza	Kilos
espécimen 1	2.9	3.38	9.802
espécimen 2	2.9	3.38	9.802
espécimen 3	2.8	3.38	9.464
espécimen 4	3	3.38	10.14



Gráfica en donde se somete a cargas de Flexión, realizando una comparación de cuatro especímenes, aplicando una fuerza de 3.38 Kg/mm² que equivale al momento en que se obtuvo la falla en kilogramos de peso.

Gráfica 2: Valor de la media en sollicitación de Flexión

Mm ²	Fuerza	Kilogramos
2.9	3.38	9.802



Gráfica en donde se obtiene el valor de la media en sollicitación a Flexión

Gráfica 3: Valor de la Desviación Estándar en sollicitación de Flexión.

Desviación Estándar	0.08164966	0	0.27597584
---------------------	------------	---	------------



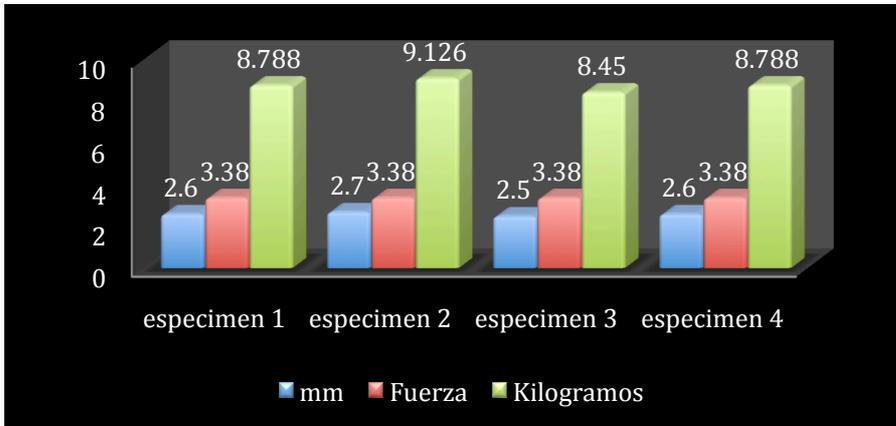
Gráfica en donde se muestra la desviación estándar de Flexión

EXTENSIÓN

Gráfica 4: Momento de la falla en Kilogramos.

Muestra	Mm	Fuerza	Kilogramos
especimen 1	2.6	3.38	8.788

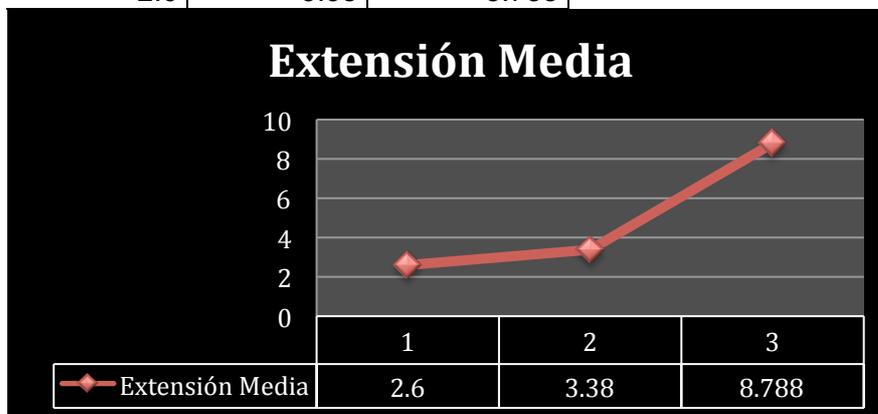
espécimen 2	2.7	3.38	9.126
espécimen 3	2.5	3.38	8.45
espécimen 4	2.6	3.38	8.788



Gráfica en donde se somete a cargas de Extensión, realizando una comparación de cuatro especímenes, aplicando una fuerza de 3.38 Kg/mm² que equivale al momento en que se obtuvo la falla en kilogramos de peso.

Gráfica 5: Valor de la media en solicitud de Extensión

Mm	Fuerza	Kilogramos
2.6	3.38	8.788



Gráfica en donde se obtiene el valor de la media en solicitud a Extensión.

Gráfica 6: Valor de la Desviación Estándar en solicitud de Extensión.

Mm	Fuerza	Kars
0.08164966	0	0.27597584

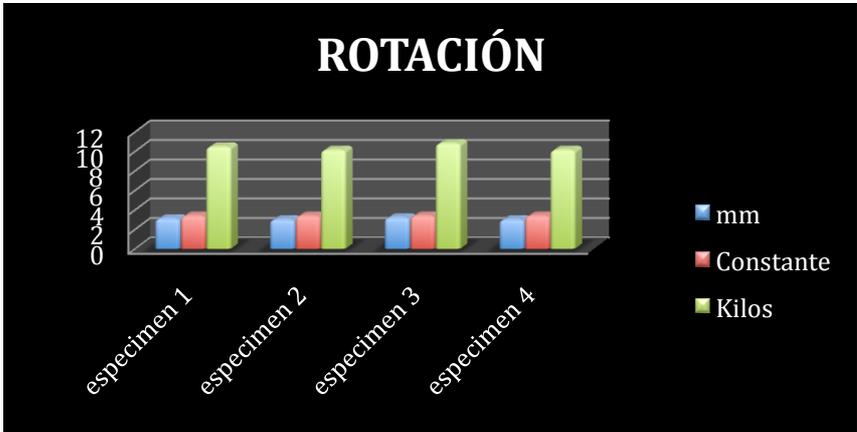


Gráfica en donde se muestra la desviación estándar de Extensión.

ROTACIÓN

Gráficas 7: Momento de la falla en kilogramos.

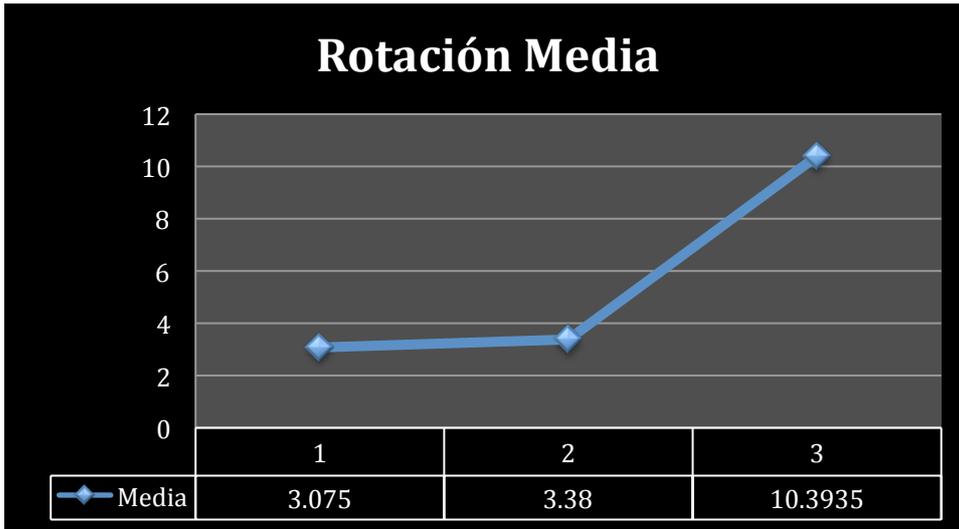
Muestra	Mm	Constante	Kilos
especimen 1	3.1	3.38	10.478
especimen 2	3	3.38	10.14
especimen 3	3.2	3.38	10.816
especimen 4	3	3.38	10.14



Gráfica en donde se somete a cargas de Rotación, realizando una comparación de cuatro especímenes, aplicando una fuerza de 3.38 Kg/mm² que equivale al momento en que se obtuvo la falla en kilogramos de peso.

Gráfica 8: Valor de la media en solicitud de Rotación.

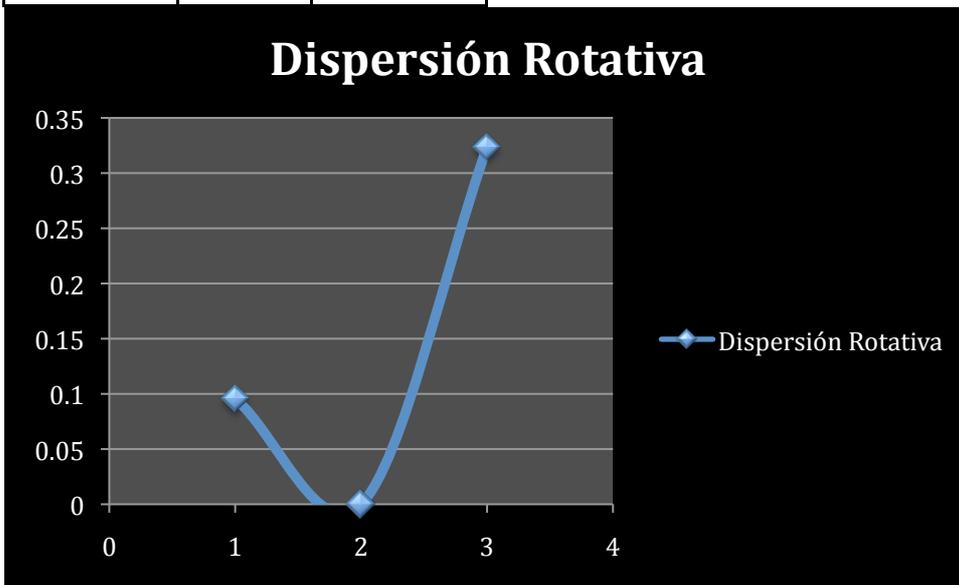
Mm	Fuerza	Kilos
3.0375	3.38	10.26675



Gráfica en donde se obtiene el valor de la media en solicitud a Rotación.

Gráfica 9: Valor de la Desviación Estándar en solicitud de Rotación.

Mm	Fuerza	Kilos
0.09574271	0	0.32361036



Gráfica en donde se muestra la desviación estándar de Rotación.

CAPITULO III. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Discusión

La técnica de fijación de las fracturas de radio con constructo triangular provee una estabilidad suficiente bajo demandas fisiológicas la cual consta de 1.212 kg para considerar en forma pasiva. En la literatura existen estudios biomecánicos realizados en cadáveres con clavos percutáneos sin un soporte extra para mantener las fracturas, actualmente se utiliza un constructo triangular el cual necesita dos clavos percutáneos adicionales, la ayuda de una barra para dar compresión y distracción.

Este estudio es experimental de laboratorio realizando comparaciones de cargas a solicitaciones de flexión, extensión, rotación, se realizaron maniobras a cada solicitación de manera repetida para obtener resultados comparativos con la finalidad de obtener un valor estadístico alto descartando algunas variables, nos enfocamos en el promedio obtenido de las maniobras repetitivas a cada solicitación haciendo una comparación entre ellas para llegar a una media obteniendo el momento de la falla al aplicar cargas iguales, se demostró que no existen diferencias significativas entre los especímenes comparados cuando a estos se les aplicaron fuerzas iguales a las cargas de presión con una $p < 0.05$. Comprobando con esto la hipótesis que se planteó de soportar una mayor carga que la fisiológica en las diferentes solicitaciones con la variante fuerza aplicada-desplazamiento.

Debido a que este estudio no es comparativo a ningún otro método de fijación y solo se enfocó en demostrar en qué momento ocurre la falla de este constructo con la finalidad de realizar una comparación con lo ya conocido en relación a las cargas fisiológicas a cada solicitación.

3.2 Conclusiones

Se concluye en base a los resultados obtenidos en este estudio que se puede mantener una fractura estable en fracturas de radio distal sometándolo a cargas fisiológicas en diferentes sollicitaciones.

El constructo en triángulo es un método de fijación estable que permite manejar las fracturas de radio distal de manera segura con movilización temprana.

3.3 Recomendaciones

Se propone realizar un estudio prospectivo con pacientes con una muestra considerable con seguimiento a corto y largo plazo.

Pendiente definir si podemos utilizar barras roscadas o un fijador comercial que permita la introducción angulada de los clavos percutáneos.

Utilizar broca iniciadora 1.5 mm posteriormente 2.5 mm antes de pasar el clavo percutáneo proximal para evitar la fractura de la cortical proximal del radio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Annual Book of ASTM Standard Roofing and Paving Material; Vehicle-Pavement System, 2001.
- 2.- Instituto Mexicano del Transporte. Manual de calidad de los materiales en secciones estructurales de pavimentos carreteros, No.1 1990.
- 3.- Treatment of Distal –Radius Fractures with a Non-bridging cross-pin fixator. Ather Mirza, MD, Mary Kate Reinhart, MS. Techniques in Hand & Upper Extremity Surgery, Vol. 13, Num. 2, June 2009.
- 4.- Biomechanical aspects of percutaneous pinning for distal radial fractures. Thomas J Graham, Dean S Louis. The Journal of Hand Surgery, Volume 22, March 1997 pag. 252-257.
- 5.- Atlas de osteosíntesis, Fracturas de los Huesos Largos, R. Orozco, J.M. Sales. M. Videla. 2001. Masson, SA.
- 6.- Muller M.E. Schneider R. Manual de Osteosintesis. Springer, Verlag. Iberica 1993.
- 7.- Dee Roger, Principles of Orthopaedic Practice, Mc Graw Hill, 1997.
- 8.- Greens Cirugia de la Mano, Green, Hotchkiss, Pederson 2007, 1ra Edición.
- 9.- Fitzgerald, Kaufer, Malkami, Orthopaedic Practice, Mc Graw Hill, 1997.
- 10.- Rock Wood & Green´s. Fracturas en el Adulto 5ta edición 1999.
- 11.- Leeson, Leeson, Paparo, Histologia. Inter Americana. 1990.
- 13.- Netter Ortopedia 2007. 13 Edicion. Masson.
- 14.- On the fracture of the carpal extremity of the radius, Abraham Colles, Med Surg J, 1814; 10: 182-186.

ANEXOS



Figura 1: Colocación de implantes.



Figura 2: Disección en cadáver con mediciones anatómicas.

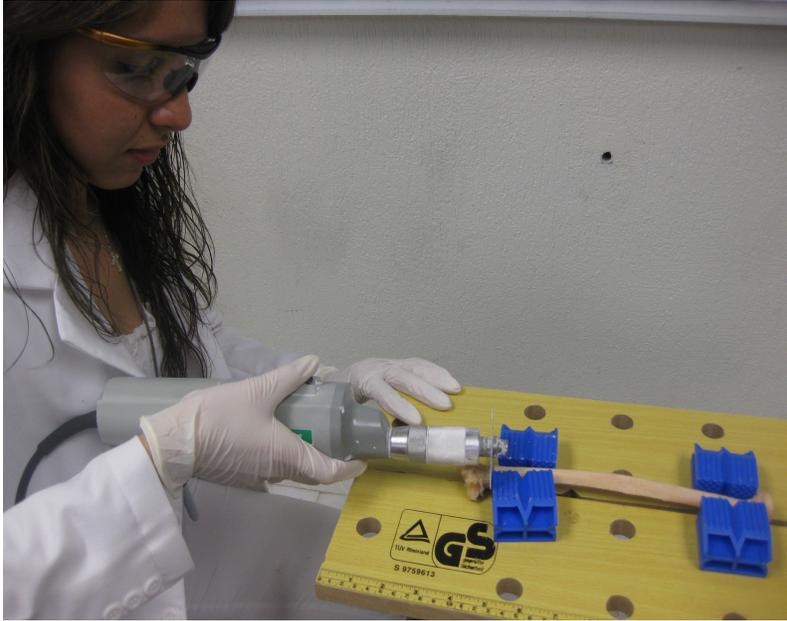


Fig.3 Meza de soporte para osteotomía y fijación de radio distal.



Fig.4 Colocacion de clavo Schanz proximal sin solución de continuidad.



Fig.5: Constructo triangular en cadáver plano dorsal.



Fig.6: Constructo triangular en cadaver cara lateral.

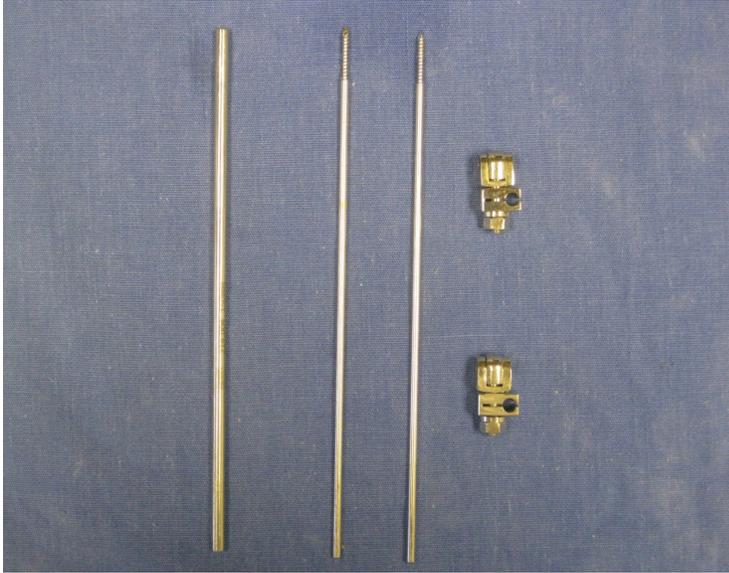


Fig.7: Material de Osteosíntesis.



Fig.8: Equipo de trabajo.

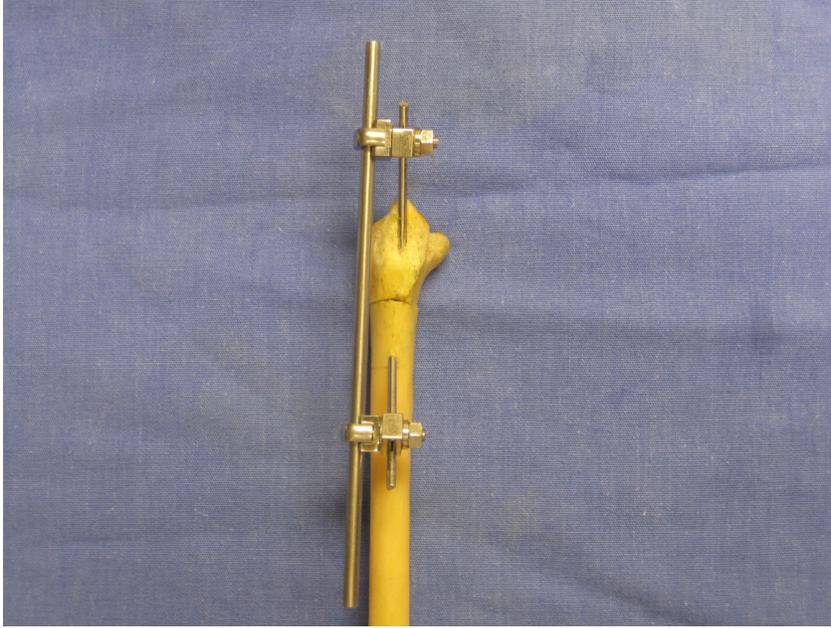


Fig.9: Constructo Triangular en hueso proyección lateral.

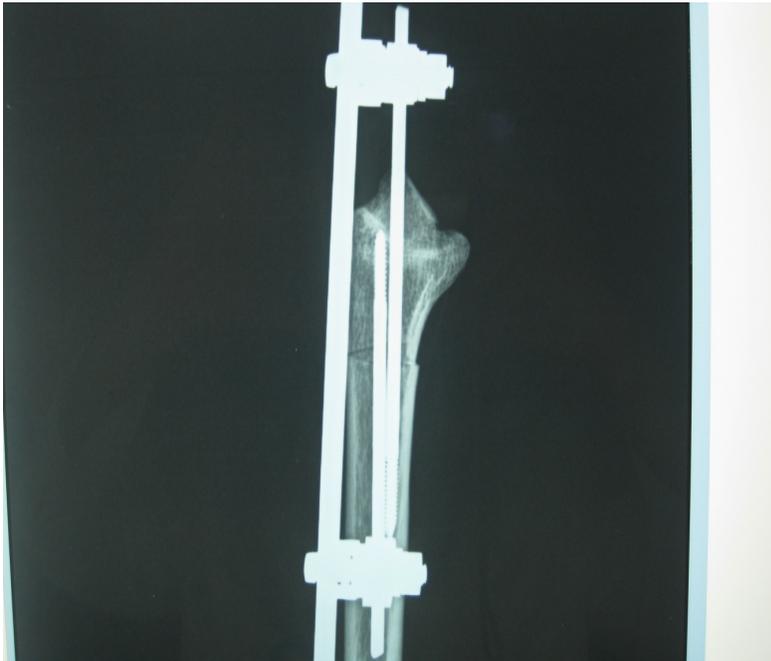


Fig.10: Radiografía Lateral con Constructo Triangular.

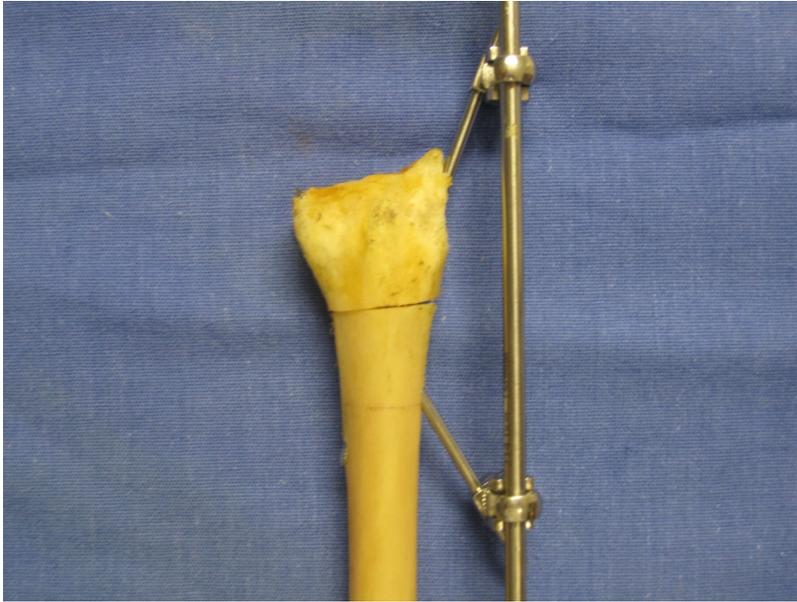


Fig11: Constructo Triangular en hueso proyección antero-posterior.

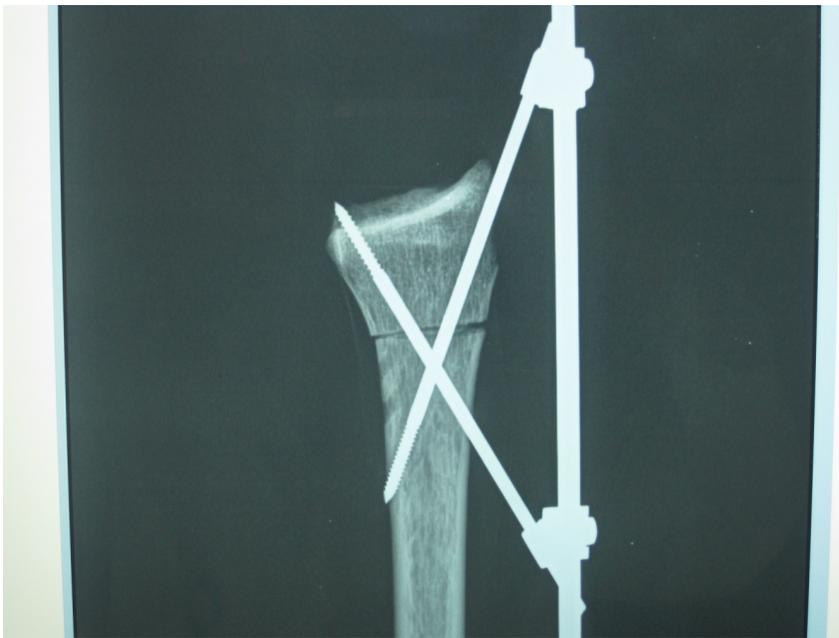


Fig.12: Radiografía Antero-posterior con Constructo Triangular.



Fig.13: Especímenes estudiados.



Fig.14: Constructo Triangular en base de cemento.

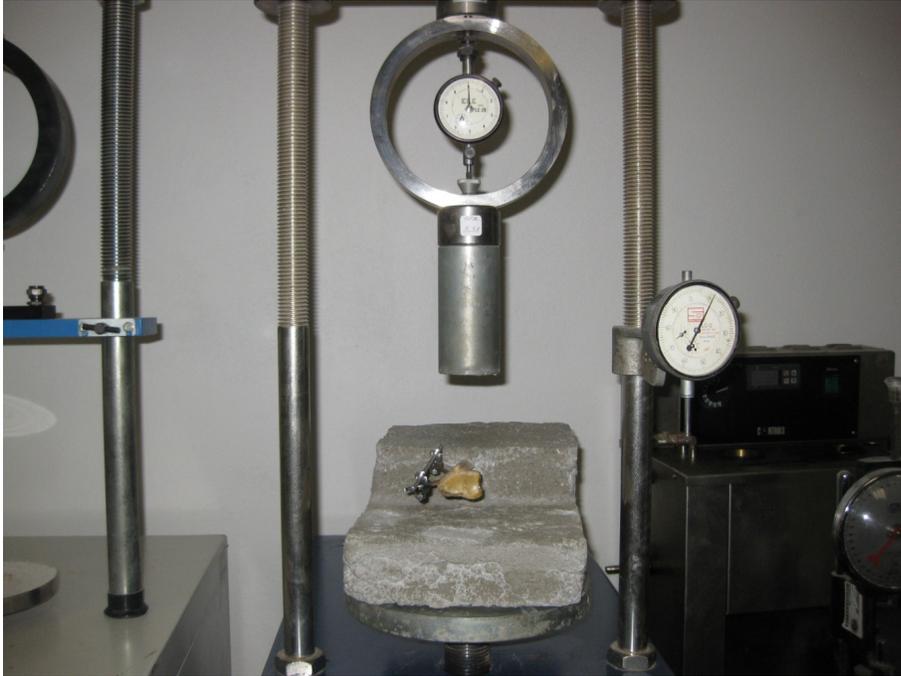


Fig.15: Prensa Marshall.



Fig.16: Proyección Lateral de Constructo Triangular bajo sollicitación a flexión.



Fig.17: Constructo Triangular al momento de la falla.



Fig.18: Constructo Triangular con sollicitación a la extensión.

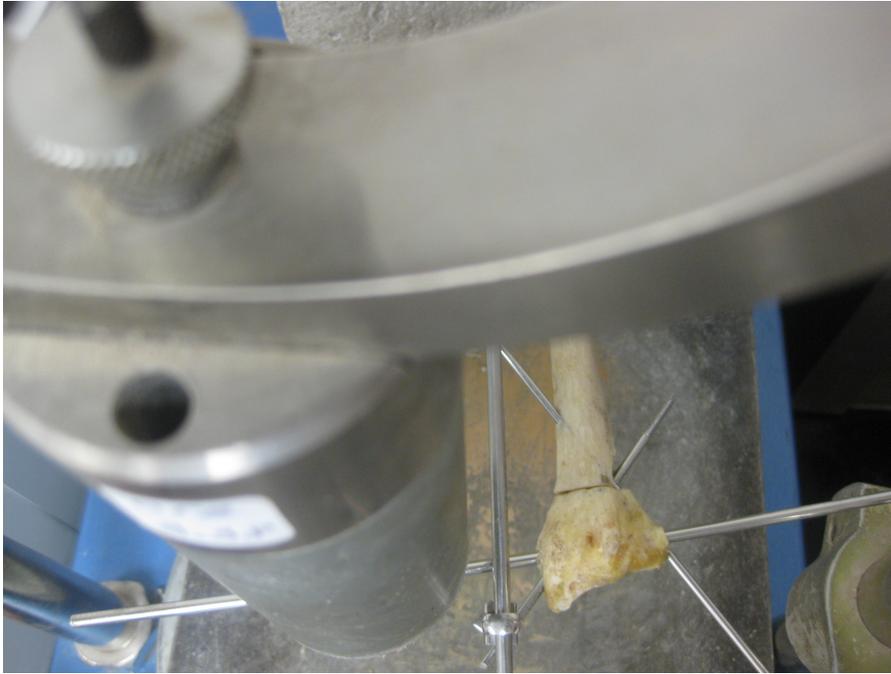


Fig.19: Constructo Triangular en sollicitación a la rotación.



Fig.20: Constructo Triangular en sollicitación a la rotación, proyección lateral.



Fig.21: Constructo triangular en sollicitación a la rotación, vista panorámica.