

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIDAD DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

TESIS

“FIJACIÓN TRANSÓSEA DE FRACTURAS DE HÚMERO DISTAL. ESTUDIO
BIOMECÁNICO EXPERIMENTAL EN MODELOS CADAVÉRICOS”

QUE PRESENTA

DR. GUILLERMO RIVAS FENECH

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN TRAUMATOLOGÍA Y
ORTOPEDIA

DR. DAVID LOMELÍ ZAMORA

ASESOR DE TESIS



Universidad Nacional
Autónoma de México



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
ESPECIALIDAD DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

TESIS

“FIJACIÓN TRANSÓSEA DE FRACTURAS DE HÚMERO DISTAL. ESTUDIO
BIOMECÁNICO EXPERIMENTAL EN MODELOS CADAVÉRICOS”

QUE PRESENTA

DR. GUILLERMO RIVAS FENECH

RESIDENTE DE ORTOPEDIA

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN TRAUMATOLOGÍA Y
ORTOPEDIA

DR. DAVID LOMELI ZAMORA

ASESOR DE TESIS

HERMOSILLO, SONORA

FEBRERO 2014



FIRMAS DE ACEPTACIÓN

DR. FRANCISCO RENÉ PESQUEIRA FONTES
DIRECTOR GENERAL

DR. JORGE ISAAC CARDOZA AMADOR
DIRECTOR MÉDICO

DRA. CARMEN AMALIA ZAMUDIO REYES
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

DR. JOSE MANUEL SERRANO BON
JEFE DEL SERVICIO DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

DR. DAVID LOMELÍ ZAMORA
ASESOR DE TESIS

DR. GUILLERMO RIVAS FENECH
RESIDENTE DE ORTOPEDIA

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Dedico esta tesis a mi esposa y mis hijos que son fuente y motor de mi ímpetu por convertirme en un especialista en Traumatología y Ortopedia. Por su apoyo y comprensión durante todo el proceso de la elaboración de esta tesis.

Agradecimiento especial al Dr. Ignacio Victoria Tapia, Director de Servicio Médico Forense, encargado de la División General de Servicios Periciales por las facilidades otorgadas para la realización de pruebas biomecánicas de este estudio.

Al ingeniero Iván Fernando Álvarez Ibarra por su apoyo en la idea de la adecuación del constructo portátil utilizado para la realización de las pruebas biomecánicas de inclinación posterior.

A los médicos residentes de Ortopedia Dr. Omar Méndez Mariles y Jaime A. Castillo por su contribución a la disección y preparación de los modelos cadavéricos.

Al Dr. David Lomelí Zamora asesor principal de tesis por sus horas de dedicación y paciencia.



INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| CAPITULO I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA..... | 7 |
| CAPITULO II. MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 1. ANTECEDENTES | 9 |
| 2. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO | 9 |
| 3. MARCO CONCEPTUAL | 11 |
| CAPITULO III. JUSTIFICACIÓN | 14 |
| CAPITULO IV. OBJETIVOS | 15 |
| CAPITULO V. HIPÓTESIS..... | 15 |
| CAPITULO VI. MATERIAL Y MÉTODOS | 16 |
| 1. DISEÑO DEL ESTUDIO | 16 |
| 2. DEFINICIÓN DEL UNIVERSO | 16 |
| 3. TAMAÑO DE LA MUESTRA | 16 |
| 4. DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBSERVACIÓN | 16 |
| 5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN | 16 |
| 6. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN | 16 |
| 7. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN | 16 |
| 8. DEFINICIÓN DE VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA | 16 |
| 9. SELECCIÓN DE LAS FUENTES, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN | 17 |
| 10. DEFINICIÓN DEL PLAN DE PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN | 19 |
| 11. CONSIDERACIONES ÉTICAS | 19 |
| CAPITULO VII. RESULTADOS | 20 |
| CAPITULO VIII. DISCUSIÓN | 21 |
| CAPITULO IX. CONCLUSIONES | 22 |
| CAPITULO X. BIBLIOGRAFÍA | 23 |
| CAPITULO XI. APÉNDICE | 27 |

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de húmero distal continúan siendo un reto a pesar de los avances en la técnica quirúrgica y los implantes actuales para su fijación. Estas lesiones normalmente incluyen el compromiso de las superficies articulares, muchas veces con conminución y en un hueso osteoporótico debido a su elevada presentación en personas de edad avanzada (CANALE, 2007). La incidencia de estas fracturas no se conoce de forma global con precisión ya que existen pocos estudios al respecto. En un estudio canadiense se determinó que en conjunto, la incidencia de fracturas de húmero distal para la población metropolitana de este país es de 7.71 por cada 100,000 habitantes, la cual se incrementa con relación directa a la edad, siendo de 3.87 por 100,000 habitantes en personas de 18 – 29 años de edad con un incremento de hasta 54.35 por 100,000 habitantes en personas de 80 años o más, con un promedio de edad de presentación de 56.22 años. Así mismo, el sexo femenino se ve afectado 1.5 veces más que el masculino (SHEPS, 2011). Estas lesiones ocurren con una distribución bimodal, con un pico temprano en adultos jóvenes de sexo masculino de 12 – 19 años de edad, debido a accidentes de alta energía y un segundo pico en mujeres de edad avanzada (60 años o más), con hueso osteoporótico, como resultado de caídas de su propio plano de sustentación (NAUTH, 2011). En un estudio reciente basado en el registro del sistema de salud Finlandés, los autores reportaron un incremento dramático en la incidencia anual de las fracturas de húmero distal (de 12 por cada 100,000 habitantes hasta 34 por cada 100,000 habitantes) en mujeres de 60 años o más durante el periodo de 1970 a 1998. El número actual de fracturas de húmero distal de baja energía se ha incrementado de forma dramática. Estos datos indican que aunque las fracturas de húmero distal son relativamente raras en adultos, ha habido un incremento sustancial en su número e incidencia. Los incrementos dramáticos reportados en mujeres de 60 años o más con un hueso potencialmente osteoporótico son de tomarse en cuenta de forma particular, ya que sugiere una revaloración de las estrategias de fijación en el hueso osteoporótico, así como el manejo de la osteoporosis misma como llaves fundamentales en el tratamiento de este tipo de lesiones (NAUTH, 2011).

I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las fracturas desplazadas conminutas en adultos en húmero distal son un problema difícil debido a la compleja anatomía del codo, el tamaño de los fragmentos y la cantidad limitada de hueso subcondral. El problema es mucho más difícil en el adulto mayor. Existe el consenso de que los resultados más favorables en el manejo de las fracturas desplazadas conminutas de húmero distal se obtienen mediante reducción abierta y fijación interna (POPOVIC, 2012) (HUANG, 2005). Sin embargo, existen algunas controversias en el manejo de dichas fracturas en los adultos mayores (POPOVIC, 2012). Recientemente Liu y colaboradores y Teng Le Huang y colaboradores han demostrado buenos resultados en el manejo de este tipo de fracturas mediante reducción abierta y fijación interna mediante el sistema convencional de placas (HUANG, 2005) (LIU, 2009). Liu y colaboradores revisaron 32 pacientes mayores de 60 años tratados con reducción abierta y fijación interna mediante sistema de doble placa. A un seguimiento promedio de 2 años, el rango de movilidad de flexión fue de 22 a 125 grados, con 25 pacientes con excelentes resultados y 7 con buenos resultados. Las fracturas C1 y C2 de la Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association (AO/OTA) con una fijación estable que pudieron comenzar una movilización temprana obtuvieron un mejor resultado que los pacientes con fractura C3 que fueron inmovilizados postoperatoriamente durante 3 semanas (LIU, 2009). Huang y colaboradores también reportaron la reducción abierta y fijación interna de 19 pacientes en edad entre 65 y 79 años, con 15 de ellos clasificados como C2 de la AO/OTA y 4 como C3. Este estudio reportó que todos los pacientes tuvieron un resultado de bueno a excelente de acuerdo al puntaje de la escala de rendimiento del codo de la clínica Mayo (HUANG, 2005). Sin embargo, otros autores han encontrado mejores resultados con la artroplastia total de codo en pacientes de 65 años o más con fracturas de tipo C de húmero distal con alguna comorbilidad que pueda determinar la presencia de osteoporosis u osteopenia sobre la reducción abierta y fijación interna tradicional con placas y tornillos (FRANKLE, 2003) (WANG, 2013) (KAMINEMI, 2004). Otros autores han utilizado la hemiartroplastia

de codo en pacientes selectos como un método de primera elección con resultados aceptables (SÁNCHEZ SOTELO, 2012) (BURKHART, 2011). Debido a esto, consideramos que el manejo de las fracturas de húmero distal articulares completas con conminución o sin ella con pobre calidad ósea debida a osteopenia u osteoporosis continúan siendo un reto para el ortopedista por lo que, planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Es la fijación transósea mediante Ethibon de las fracturas C1 de la AO/OTA de húmero distal un método estable que permita soportar las sollicitaciones fisiológicas?

II. MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes

La fijación transósea ha sido descrita ya por diversos autores (HAWKINS, 1986) (PARK, 2003) (BANCO, 2001) como un método alternativo eficaz en el manejo de fracturas de húmero proximal. Recientemente Panayiotis Dimakopoulos y colaboradores estudiaron este método de fijación en 188 pacientes con fracturas de húmero proximal Neer dos, tres y cuatro partes con impactación en valgo con excelentes resultados. De los 165 pacientes que siguieron a 5.4 años, el 95% tuvo una reducción excelente de forma inicial con un 90 % de consolidación adecuada a los 4 meses, y solamente un 5% de no unión, las complicaciones como osificación heterotópica y osteonecrosis de la cabeza humeral fueron pocas y en el caso de las primeras no tuvieron ninguna repercusión con el resultado funcional final (PANAYIOTIS, 2009). Por otro lado, es importante mencionar que no existe ningún estudio clínico ni biomecánico en la literatura mundial que haya probado la capacidad de fijación transósea de fracturas de húmero distal tipo C1 de la clasificación de la AO/OTA a través de sutura con Ethibon hasta la fecha.

2. Estado actual del conocimiento

El manejo conservador de las fracturas de húmero distal raramente está indicado en la actualidad ya que se ha demostrado que los resultados funcionales son pobres y existe casi seis veces más riesgo de pseudoartrosis y cuatro veces más riesgo de retardo de la consolidación que con el manejo convencional mediante reducción abierta y fijación interna con placas y tornillos (NAUTH, 2011). En adultos, la reducción abierta y fijación interna continúa siendo el tratamiento de elección con buenos resultados a corto y largo plazo (DOORNBERG, 2007) (KORNER, 2004). La técnica de osteosíntesis con doble placa se ha convertido en el método más aceptado de fijación de las fracturas de húmero distal en pacientes jóvenes y ancianos (POPOVIC, 2012) (HUANG, 2005) (LIU, 2009) (DOORNBERG, 2007) (KORNER, 2004). Se han reportado buenos a excelentes resultados en 65 – 100% de pacientes jóvenes debido a que la fijación rígida permite la

movilización temprana del codo y con esto la reducción de la rigidez postoperatoria. Los resultados de la RAFI en ancianos se acercan a los observados en pacientes jóvenes. John y colaboradores, Liu y colaboradores y Huang y colaboradores han reportado buenos resultados con la fijación mediante técnica de doble placa de fracturas de húmero distal en pacientes mayores de 60 años (POPOVIC, 2012) (HUANG, 2005) (LIU, 2009). La disposición en la que deben ser puestas las placas continúa siendo controversial, sin embargo existen diversos estudios biomecánicos que apoyan la posición paralela de las placas (ARNANDER, 2008) (SCHEMITSCH, 1994), mientras que otros apoyan la disposición perpendicular a 90 grados una de la otra independientemente del tipo de placa que se utilice (LCP vs reconstrucción) (KORNER, 2004). Por otro lado, en el caso de fracturas multifragmentadas con pobre calidad ósea se ha visto que la mejor opción es utilizar placas distales de húmero o placas de bajo contacto o LCP por sus siglas en inglés (low contact plates) (KORNER, 2004) (ARNANDER, 2008) (SCHUSTER, 2008). En este tipo último tipo de pacientes también se han utilizado refuerzos con clavillos de Kirschner de una forma interdigitada en modelos de fracturas extraarticulares con conminución metafisaria para mayor estabilidad de la fijación con placas y tornillos con mejores resultados que con la fijación simple (MOLLOY, 2005).

Sin embargo el rango de complicaciones continúa siendo alto a pesar de los avances científicos y tecnológicos, ya que estas pueden presentarse desde 35 – 53% de los pacientes. Las más comunes son lesiones nerviosas, infección de la herida, dolor postoperatorio, rigidez de codo y no unión (POPOVIC, 2012). Esta última secundaria a inestabilidad y desanclaje de material de osteosíntesis en pacientes con factores de riesgo como pérdida ósea, conminución de los fragmentos, osteopenia, desvitalización de los fragmentos óseos, interposición de tejido blando e inadecuada fijación inicial de la fractura (FORNFEIST, 2003).

3. Marco conceptual

Las fracturas de húmero distal son aquellas que comprometen la región supracondílea del húmero o la superficie articular de la parte distal de éste. Existen diversas clasificaciones para estas fracturas, sin embargo, la más utilizada es la de la AO/OTA donde la letra “A” designa una fractura extraarticular, la “B” una fractura articular parcial y la “C” una fractura articular completa, en la cual la superficie articular se encuentra completamente disociada de la diáfisis humeral. Estas a su vez se dividen por números 1, 2 y 3 dependiendo de su grado progresivo de complejidad o conminución. La distribución de este tipo de fracturas ha sido reportada en la literatura inglesa de la siguiente manera: 38.7% para fracturas de tipo A, 24.1% para las de tipo B y 37.2% para las de tipo C (NAUTH, 2011).

La parte distal del húmero tiene una forma triangular y posee angulaciones en todos los planos. Consta de dos columnas, medial y lateral, separadas por la fosa olecraneana y la tróclea. El borde externo de cada columna se denomina cresta supracondílea. La columna medial tiene una angulación de 35 – 45 grados con respecto al eje de la diáfisis del húmero en el plano coronal. Su parte distal es la tróclea y el epicóndilo medial. La tróclea se articula con el olécranon y provee el movimiento en el plano sagital, y el nervio cubital corre por detrás del epicóndilo medial. La columna lateral tiene una angulación menos aguda que la medial con respecto a la diáfisis humeral, la cual es de aproximadamente 20 grados y su porción distal o final es el capitellum, el cual, se articula con la cabeza radial. El aspecto posterior del capitellum es no articular. Las fosas radial y coronoidea son anteriores y permiten la flexión, la primera recibe a la cabeza radial y la segunda a la apófisis coronoideas durante la flexión máxima. La fosa olecraneana es posterior y permite la extensión del codo. La superficie articular distal tiene 5 – 7 grados de rotación interna, 5 – 8 grados de valgo y se proyecta 30 – 40 grados anterior al eje de la diáfisis (DELUISE, 2006) (SÁCHEZ, 2006). La articulación húmero troclear es la principal articulación del codo. La tróclea tiene forma de bobina, carrete o diábolo con dos bordes prominentes, más el interno, y un surco o garganta central que se articula con la gran cavidad sigmoidea del cúbito. El surco central

comienza por delante de la fosa coronoidea y termina por detrás en la fosa olecraneana. Tiene, pues, una dirección oblicua que produce el ángulo de dirección del valgo del antebrazo cuando el codo se mantiene en extensión. En principio, el arco de flexión/extensión depende de esta articulación, aportando estabilidad intrínseca por los bordes de la tróclea humeral. Cuando se realiza la reducción y osteosíntesis de las fracturas de esta zona lo más importante es restablecer la anatomía del extremo distal del húmero, debiendo evitarse acortar la anchura de la tróclea ya que produciría un mal ajuste en ella de la cavidad sigmoidea mayor del cúbito. Así, en el tratamiento de reducción y osteosíntesis de las fracturas supracondíleas del húmero, es fundamental mantener el concepto columnar, ya que una fijación con buen agarre de los tornillos en hueso cortical existe en los bordes de las columnas más que en la zona central de la parte distal, donde el hueso es delgado. Entre las dos columnas laterales y la tróclea central se establece un triángulo, que debe mantenerse estable para poder realizar la movilización precoz postoperatoria del codo; cualquier debilidad de una parte del triángulo debilita el conjunto (DELUISE, 2006).

Según la Academia Americana de Cirugía Ortopédica el rango de flexoextensión normal del codo es de 0 – 146 grados (AMIS, 2012), con un rango de flexoextensión de 30 a 130 grados requerido para la mayoría de las actividades de la vida diaria (MORREY, 1981). Con 5 grados de hiperextensión en mujeres comparadas con hombres. La extensión completa va perdiéndose conforme avanza la edad después de la sexta década de la vida y las personas obesas o muy musculosas pierden aproximadamente 10 grados de flexión comparadas con personas de su misma edad con peso o desarrollo muscular normal. Por otro lado el ángulo de acarreo del codo varía de 14 grados en mujeres a 11 grados en hombres, esto durante la extensión máxima, ya que con la flexión de la articulación del codo disminuye de forma progresiva hasta convertirse en 0 grados, esto es importante debido a que una mala alineación en el ángulo de acarreo conlleva a un aumento de las cargas que actúan sobre el húmero distal y podrían provocar una inestabilidad del codo (AMIS, 2012).

Biomecánicamente es difícil concluir a que cargas está sometido el húmero distal bajo sollicitaciones fisiológicas ya que la acción agonista y antagonista de los músculos involucrados en la flexo extensión del codo es difícil de reproducir de forma experimental y existe poca literatura al respecto a nivel mundial, sin embargo, existe un estudio que menciona que las cargas fisiológicas son de 4.5 Nm para rigidez bajo inclinación posterior y anterior, 1.6 Nm para pruebas de torsión, 4.5 Nm para pruebas cíclicas y 250 N para carga axial sobre el eje mayor del húmero (WERNER, 2009). Sin embargo, es importante mencionar que existe una variabilidad importante en cuanto a resistencia y rigidez en estudios biomecánicos previos comparativos de placas y los cuales se encuentran expresados en parámetros diferentes a los de las sollicitaciones fisiológicas descritas por An y colaboradores. Arnander y colaboradores estudiaron dos grupos de huesos sintéticos con una osteotomía simple a nivel supracondilea fijados con sistema de placas en configuración paralela y perpendicular, obteniendo una rigidez para el primer grupo de 214.9 ± 43.3 N/mm con un punto de corte de desplazamiento de 1 mm y una falla estática a 304.4 ± 63.5 N, y para el segundo grupo una rigidez de 138.3 ± 44.6 N/mm y una fuerza ante la falla estática de 214.9 ± 43.3 N (ARNANDER, 2008). Schemitsch y colaboradores estudiaron diversas configuraciones de placas en huesos de cadáveres con y sin contacto entre los fragmentos encontrando que en el primer grupo con una placa en J lateral y una de reconstrucción medial la rigidez ante la carga de inclinación posteroanterior y anteroposterior fue de 6000 N-cm/mm siendo esta la configuración de mayor rigidez (SCHEMITSCH, 1994).

III. JUSTIFICACIÓN

La mayoría de las fracturas de húmero distal deben ser tratadas de forma quirúrgica y temprana para evitar rigidez en el codo, ya que éste tolera mal incluso periodos pequeños de inmovilización. Los factores de mal pronóstico incluyen la edad y el tipo de fractura, es decir, si se trata de una fractura articular parcial o completa o si existe conminución de los fragmentos o pérdida ósea. La edad, se ha asociado con el riesgo de presentación de este tipo de fracturas en hueso osteopénico u osteoporótico, el cual tolera mal la fijación ósea. Si el paciente tiene un hueso osteoporótico, será difícil mantener la fijación y conseguir un montaje estable que permita la movilización precoz (RÜEDI, 2007). Por lo tanto, estos factores influyen en la toma de decisiones de como fijar una fractura de húmero distal pero no invalidan el concepto de que para obtener los mejores resultados es necesaria una buena reconstrucción de la superficie articular, la cual debe ser estable y congruente para favorecer una movilización precoz (CANALE, 2007) (RÜEDI, 2007) y así evitar las complicaciones secundarias como rigidez de la articulación del codo, entre otras. Recientemente, Panayiotis Dimakopoulos y colaboradores han obtenido buenos resultados a través de fijación transósea de húmero proximal en fracturas extraarticulares de dos, tres y cuatro partes en pacientes con hueso osteoporótico u osteopénico con un seguimiento razonable a largo plazo (PANAYIOTIS, 2009), lo cual, nos hace pensar en la oportunidad de utilizar este método de fijación para fracturas distales de húmero en personas con riesgo de osteopenia u osteoporosis donde la fijación bicolumnar dependiente del hueso a través de dos placas y tornillos pueda condicionar una fijación inestable o deficiente y necesidad de inmovilización postoperatoria prolongada, lo que estaría en contra de los principios fundamentales del éxito en el manejo de estas fracturas. Este sistema nunca ha sido probado para la fijación de fracturas de húmero distal por lo que realizaré un estudio biomecánico experimental en cadáveres frescos para probar su rigidez ante sollicitaciones fisiológicas.

IV. OBJETIVOS

General

- Establecer un nuevo método de fijación de fracturas C1 de la AO/OTA de húmero distal.

Específicos

- Determinar si la sutura transósea con Ethibon es un método suficientemente rígido de fijación para fracturas C1 de la AO/OTA de húmero distal en modelo cadavérico.

V. HIPÓTESIS

En 4 modelos cadavéricos de húmero distal con fractura supraintercondilea C1 de la AO/OTA fijados mediante sutura transósea con Ethibon soportarán una carga de inclinación posterior mayor de 4.5 Nm.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diseño del estudio

Estudio biomecánico experimental en cadáveres frescos.

2. Definición del universo

Hombres y mujeres con fracturas C1 de la clasificación de la AO/OTA de húmero distal.

3. Tamaño de la muestra

Dos cadáveres frescos, es decir, cuatro modelos cadavéricos de húmero distal pareados.

4. Definición de las unidades de observación

Cuatro modelos de húmero distal de cadáveres frescos a los cuales se les realizará osteotomía para simular fractura C1 de la AO/OTA de húmero distal.

5. Criterios de inclusión

Cadáver de sexo indistinto sin patología traumática de húmero distal u osteosíntesis previa.

6. Criterios de exclusión

Antecedentes de enfermedad de Paget, tumores óseos primarios o metastásicos y artritis reumatoide.

7. Criterios de eliminación

Aquellos húmeros en los cuales no se haya logrado una reducción anatómica previo a las pruebas biomecánicas.

8. Definición de variables y unidades de medida

Edad

Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el fallecimiento de la persona. Se puede expresar en años, meses, días u horas.

Sexo

Combinación de rasgos genéticos dando por resultado la especialización del organismo en cuestión. Se expresa habitualmente como masculino o femenino.

Rigidez o resistencia



Capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir grandes deformaciones y/o desplazamientos. También se define como el momento o fuerza aplicado necesario para producir una unidad de deformación del constructo el cual es sometido a una carga.

Fuerza

Es una magnitud física que mide el intercambio de momento lineal entre dos partículas o sistemas de partículas. Fuerza es todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los materiales. La unidad de medida de fuerza es el Newton, neutonio o neutón.

Falla Estática o carga catastrófica

Es un modelo de prueba biomecánica en la cual se somete a una estructura a una carga con un vector, una magnitud y una dirección hasta que el constructo falle. La falla es definida por el investigador y tiene que ser clínicamente relevante. Esta falla está definida normalmente por fractura del hueso, falla del implante o desacoplamiento de la interfase implante – hueso.

9. Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información

Se obtendrán 4 modelos cadavéricos de húmero distal de cadáveres frescos conservados a una temperatura de menos 3 grados centígrados. Debido a lo que no necesitaremos un proceso de descongelamiento. Para obtener las piezas quirúrgicas se le realizará a cada uno de los cadáveres un abordaje posterior para codo a través de piel y tejido celular subcutáneo en cada brazo, se realizará disección muscular, osteotomía mediante una sierra Stryker a 14 cm dista al troquíter en el segmento diafisario y disección muscular y ligamentaria a nivel del codo para extraer un segmento óseo de 13 ± 1 cm de longitud de la extremidad distal del húmero. Se realizará osteotomía en segmento distal de húmero en disposición de Y definida mediante la clasificación de Jupiter y Mehne con sierra oscilante marca Stryker (GS Médica) de 0.8 mm previa marcación con lápiz de la zona, iniciando a 1.5 cm



proximal a la fosa olecraneana tanto del lado medial como del lateral que se extienda a la parte media de la tróclea para simular una fractura supraintercondílea C1 de la clasificación de la AO/OTA. Inmediatamente después se fijará con sutura Ethibon No. 5 mediante orificios preestablecidos que se muestran esquemáticamente (fig. 1 y 2), realizados con broca 2.5 mm en configuración cruzada y el más distal de forma interfragmentaria. Se tensarán los nudos aproximando los fragmentos óseos para aplicar el principio de compresión interfragmentaria cuidando de que no queden líneas de sutura atravesando la fosa olecraneana. Se colocarán dos clavillos de kirschner 0.045 pulgadas en fragmento diafisario proximal y en el fracturario distal a manera de guía para corroborar el desplazamiento de estos en forma paralela a la misma altura en el plano lateral del hueso. Después se fijará el extremo proximal del húmero a un cople de policloruro de vinilo de 1 ½ pulgadas con cemento blanco dejando libre 1 cm de diáfisis hasta el nivel del trazo aproximadamente y toda la zona de la metáfisis y epífisis distal del húmero. Se montarán dichos húmeros sobre una mesa especial y se someterán a una carga estática en el plano sagital en sentido posteroanterior mediante un dispositivo elaborado con un arnés, un dinamómetro, una cuerda y un gato mecánico (ver fig. 3), hasta producir un desplazamiento de 1 mm en el plano horizontal de ambos clavillos de kirschner, esto valorado mediante mediciones en video y a través de un Vernier, lo cual se considerará el punto de corte para definir la rigidez del constructo. Posteriormente continuaremos la carga de forma progresiva hasta obtener la falla total del sistema de fijación. Se registrarán ambas medidas y se analizarán en una base de datos de Excel.

Recursos humanos:

Residentes del servicio de Ortopedia, personal de la Secretaría Médica Forense (SEMEFO).

Recursos materiales:



Sierra Stryker con hoja de sierra de 0.8 mm de grosor por media pulgada de ancho, 4 coples de policloruro de vinilo, 1 saco de cemento blanco de 2 kilogramos, 1 mesa de sujeción de hueso sintético, 1 gato mecánico marca NISSAN, 1 dinamómetro de precisión de 25 kg marca ADIR, perforador eléctrico alámbrico marca BLACK N'DECKER 2800 rpm, broca de 2.5 mm, 5 paquetes de sutura Ethibon No. 5, estuche de disección, 4 hojas de bisturí del No. 10, 3 respiradores 3M R95, dos kit quirúrgicos marca PISA, 1 correa para colgar de 88 libras de capacidad o 40 kilogramos, 1 Alicate Larso de 6 ", Vernier marca PRETUL, Extensión eléctrica uso rudo de 4 metros calibre 16 marca VOLTECH. Tablón de 61 x 100 cm, sin marca. Cámara Fotográfica Cyber-Shot marca SONY de 12.1 megapíxeles, 2 clavillos de Kirschner 0.045 x 12 pulgadas, instrumental quirúrgico y de protección varios.

Recursos económicos:

Total 1096.42 pesos

10. Definición del plan de procesamiento y presentación de la información

Se vaciarán los datos en el programa Excel 2010 de Microsoft en el cual se obtendrán medias para la rigidez y la falla estática.

11. Consideraciones éticas

Se conservará la integridad de los cadáveres utilizados para el estudio y se utilizarán exclusivamente cadáveres de personas no reclamadas por familiares o personas allegadas a estos en el lapso de tiempo estipulado por los lineamientos de la Secretaría de Salud y de la SEMEFO para su disposición para fines científicos.

Se seguirá los lineamientos asentados en la Ley General de Salud para Investigaciones Médicas.

VII. RESULTADOS

Se estudiaron 4 modelos cadavéricos de húmero distal de dos masculinos de 52 y 68 años de edad. Las muestras del primer cadáver obtuvieron una rigidez ante la prueba de inclinación posterior de 0.07845 N/m para el húmero izquierdo y de 0.0907 N/m para el derecho. Ante las prueba catastrófica o de falla estática se obtuvo una fuerza de 215.75 N para el húmero izquierdo y de 205.94 N para el derecho. El segundo cadáver, obtuvo una rigidez de 0.05884 N/m para el húmero izquierdo y de 0.06865 N/m para el derecho. Con una fuerza ante la prueba de falla estática de 205.94 N para el húmero izquierdo y 196.13 N para el derecho. Esto nos da como resultado una media de 0.076003 N/m para la rigidez y una fuerza de 205.94 N para fracturas de húmero distal C1 fijadas mediante sutura con Ethibon No.5.

VIII. DISCUSIÓN

Nuestro estudio es el primero reportado en la literatura que evalúa el uso de fijación transósea de fracturas de húmero distal articulares completas en modelos cadavéricos. Metodológicamente tiene sus deficiencias, la muestra es pequeña debido a la complejidad para conseguir modelos cadavéricos de calidad óptima en nuestro país. Así mismo no se realizaron pruebas de torsión, inclinación anterior y cíclicas lo que hace más difícil la evaluación de los resultados debido a que las fuerzas de torsión son significativas en el período de rehabilitación postoperatorio de los pacientes con este tipo de fracturas. Técnicamente el procedimiento de fijación transósea es complicado en un modelo cadavérico por lo que se puede pensar que sea aún más complicado en un vivo. No podemos descartar la fijación transósea con otro material como una opción para fracturas de húmero distal en pacientes con pobre calidad ósea ya que solamente probamos con Ethibon No. 5. La rigidez fue insuficiente para soportar solicitaciones fisiológicas tal como se describe en el estudio de Werner y Ulrich (WERNER, 2009), sin embargo se observa una fuerza similar a la descrita por Arnander y colaboradores en fijación de húmero distal mediante placas en disposición perpendicular en hueso sintético (ARNANDER, 2008). Llama la atención que ningún estudio previo incluso los que son con fijación con placas han obtenido un nivel de rigidez de 4.5 N/m lo que nos obliga a cuestionarnos si es ésta realmente la carga fisiológica a la que está sometido el húmero distal en condiciones normales. La fijación de fracturas articulares completas tipo C de la clasificación de la AO/OTA de húmero distal continúa siendo un problema de difícil solución y alta complejidad técnica.

IX. CONCLUSIONES

No podemos recomendar la fijación transósea con Ethibon del No. 5 en el tratamiento de fracturas articulares completas de húmero distal debido a que ante cargas fisiológicas de inclinación posterior el constructo es insuficientemente rígido. La fuerza total del constructo es aproximadamente 100 N menor que la observada en fijación con placas en disposición paralela y similar a la observada en placas con distribución perpendicular.

X. BIBLIOGRAFÍA

AMIS, A. (2012). BIOMECHANICS OF THE ELBOW. *BASIC SCIENCE*.

ARNANDER, M. (2008). A BIOMECHANICAL COMPARISON OF PLATE CONFIGURATION IN DISTAL HUMERAL FRACTURES. *J ORTHO TRAUMA*, 332-336.

BANCO, S. (2001). TENSION BAND FIXATION FOR UNSTABLE TWO PART HUMERAL FRACTURES IN PATIENTS WITH OSTEOPENIC BONE (PARACHUTE TECHNIQUE). *TECH SHOULDER ELBOW SURG*, 50-53.

BURKHART, K. J. (2011). DISTAL HUMERUS HEMIARTHROPLASTY OF THE ELBOW FOR COMMINUTED DISTAL HUMERAL FRACTURES IN THE ELDERLY PATIENT. *J TRAUMA* , 635-642.

CANALE, S. T. (2007). *CAMPBELL'S OPERATIVE'S ORTHOPAEDICS*. MEMPHIS: MOSBY.

DELUISE, A. (2006). CURRENT MANAGEMENT OF DISTAL HUMERUS FRACTURES. *CURR OPIN ORTHOP*, 340-347.

DOORNBERG, J. (2007). SURGICAL TREATMENT OF INTRAARTICULAR FRACTURES OF THE DISTAL PART OF THE HUMERUS - FUNCTIONAL OUTCOMES AFTER TWELVE TO THIRTY YEARS. *J BONE JOINT SURG AM*, 1524-1532.

FORNFEIST, D. (2003). TREATMENT OPTIONS FOR FIXATION FAILURE IN DISTAL HUMERAL FRACTURES. *TECHNIQUES IN ORTHOPAEDICS* , 401-408.

FRANKLE, M. (2003). A COMPARISON OF OPEN REDUCTION AND INTERNAL FIXATION AND PRIMARY TOTAL ELBOW ARTHROPLASTY IN

THE TREATMENT OF INTRAARTICULAR DISTAL HUMERUS FRACTURES IN WOMEN OLDER THAN AGE 65. *J ORTHOP TRAUMA*, 473-480.

HAWKINS, R. (1986). THE THREE PART FRACTURE OF THE PROXIMAL PART OF THE HUMERUS. OPERATIVE TREATMENT. *J BONE JOINT SURG AM*, 1410-1414.

HUANG, T. L. (2005). THE RESULTS OF OPEN REDUCTION AND INTERNAL FIXATION IN ELDERLY PATIENTS WITH SEVERE FRACTURES OF THE DISTAL HUMERUS: A CRITICAL ANALYSIS OF THE RESULTS. *JOURNAL OF TRAUMA*, 62-69.

KAMINEMI, F. (2004). DISTAL HUMERAL FRACTURES TREATED WITH NONCUSTOM TOTAL ELBOW REPLACEMENT. *J BONE JOINT SURG*, 940-947.

KORNER, J. (2004). A BIOMECHANICAL EVALUATION OF METHODS OF DISTAL HUMERUS FRACTURE FIXATION USING LOCKING COMPRESSION PLATES VERSUS CONVENTIONAL RECONSTRUCTION PLATES. *J ORTHOP TRAUMA*, 286-293.

LIU, J. (2009). DOUBLE COLUMN FIXATION FOR TYPE C FRACTURES OF THE DISTAL HUMERUS IN THE ELDERLY. *J SHOULDER ELBOW SURG*, 646-651.

MOLLOY, S. (2005). INTERFERENCE KIRSCHNER WIRES AUGMENT DISTAL HUMERAL FRACTURE FIXATION IN THE ELDERLY. *J ORTHOP TRAUMA*, 377-379.

MORREY, B. (1981). A BIOMECHANICAL STUDY OF NORMAL FUNCTIONAL ELBOW MOTION. *J BONE JOINT SURG AM*, 872-877.

NAUTH, A. (2011). CURRENT CONCEPTS REVIEW - DISTAL HUMERAL FRACTURES IN ADULTS. *J BONE SURG AM*, 686-700.

PANAYIOTIS, D. (2009). TRANSOSSEOUS SUTURE FIXATION OF PROXIMAL HUMERAL FRACTURES. SURGICAL TECHNIQUE. *J BONE JOINT SURG AM*, 8 - 21.

PARK, M. (2003). TWO PART AND THREE PART FRACTURES OF THE PROXIMAL HUMERUS TREATED WITH SUTURE FIXATION. *J ORTHOP TRAUMA*, 319-325.

POPOVIC, D. (2012). FRAGILITY FRACTURES OF THE DISTAL HUMERUS. WHAT IS THE OPTIMAL TREATMENT? *J BONE JOINT SURG BR*, 16-22.

RÜEDI, T. P. (2007). *PRINCIPIOS DE LA AO EN EL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS*. NEW YORK: THIEME.

SÁCHEZ, M. (2006). FRACTURAS COMPLEJAS DEL CODO EN EL ADULTO. *REVISTA ESPAÑOLA DE CIRUGÍA OSTEOARTICULAR*, 81-95.

SÁNCHEZ SOTELO, J. (2012). DISTAL HUMERAL FRACTURES - ROLES OF INTERNAL FIXATION AND ELBOW ARTHROPLASTY. *J BONE JOINT SURG AM*, 556-568.

SCHEMITSCH, E. H. (1994). BIOMECHANICAL EVALUATION OF METHODS OF INTERNAL FIXATION OF THE DISTAL HUMERUS. *J ORTHOP TRAUMA*, 468-475.

SCHUSTER, I. (2008). MECHANICAL COMPARISON IN CADAVER SPECIMENS OF THREE DIFFERENT 90 DEGREE DOUBLE PLATE OSTEOSYNTHESSES FOR SIMULATED C2 TYPE DISTAL HUMERUS FRACTURES WITH VARYING BONE DENSITIES. *J ORTHOP TRAUMA*, 113-120.

SHEPS, D. M. (2011). POPULATION BASED INCIDENCE OF DISTAL HUMERAL FRACTURES AMONG ADULTS IN A CANADIAN URBAN CENTER. *CURRENT ORTHOPAEDIC PRACTICE*, 437-442.

WANG, Y. (2013). SURGICAL INTERVENTIONS FOR TREATING DISTAL HUMERAL FRACTURES IN ADULTS. *COCHRANE DATABASE OF SYSTEMATIC REVIEWS*.

WERNER, K. (2009). ANALYSES OF EIGHT INTERNAL FIXATION TECHNIQUES OF A FRACTURE OF THE DISTAL HUMERUS BY NONLINEAR FEM - SIMULATION, EVALUATING THE GENERALIZED FORCE DEFLECTION BEHAVIOR IN COMPARISON TO AN INTACT BONE. *SIMULIA CUSTOMER CONFERENCE*, 1-17.

XI. APÉNDICE



Figura 1. Hueso sintético. Muestra el segmento distal de húmero con una línea punteada que demarca la región de osteotomía y la disposición del trazo tipo C1 de húmero distal. También se observa la configuración de los puntos donde serán introducidas las suturas de Ethibon y los cuales se unirán en una disposición cruzada a excepción del No. 3 el cual tiene una configuración de colchonero para afrontar los dos fragmentos articulares entre sí.



Figura 2. Se observa la mesa de tensión formada por la mesa de sostén de hueso sintético, el gato mecánico, el dinamómetro graduado de 25 kg y una correa de tensión que soporta una capacidad de 40 kg de peso.



Figura 3. Pieza quirúrgica de modelo cadavérico de húmero distal, vista posterior



Figura 4. Pieza quirúrgica de modelo cadavérico de húmero distal, vista anterior.



Figura 5. Osteotomía en Y de húmero distal para simular una fractura C1 de la clasificación de la AO/OTA.

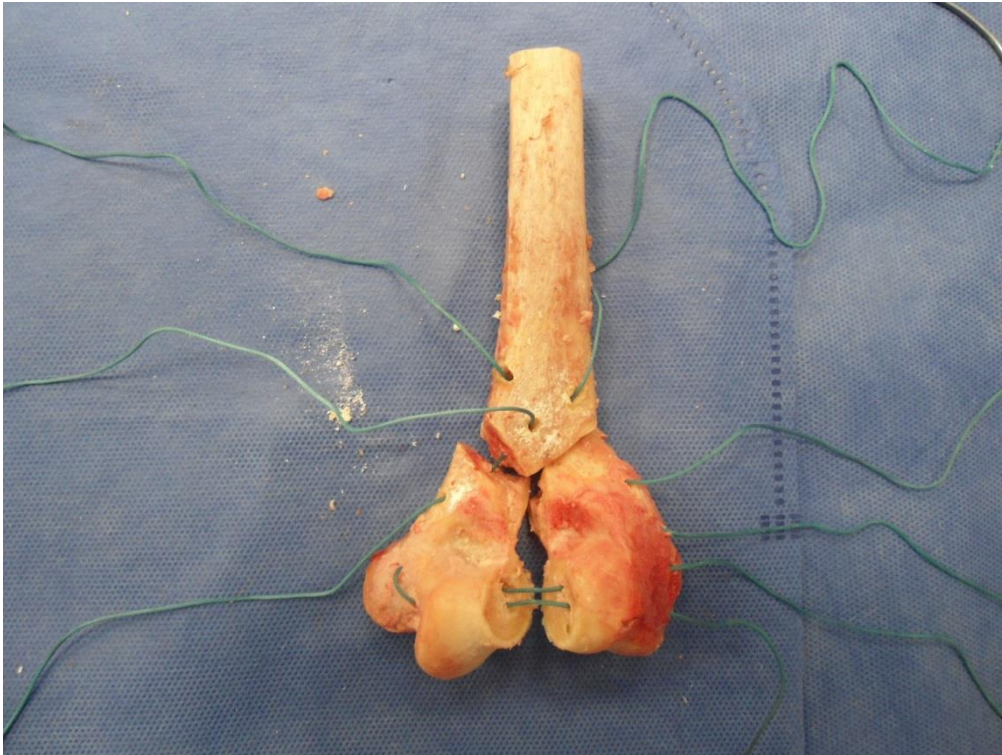


Figura 6. Pieza quirúrgica de húmero distal previo al anudado de las suturas.



Figura 7. Posterior a la reducción y anudado de las suturas. A la izquierda, vista anterior y a la derecha, vista posterior.

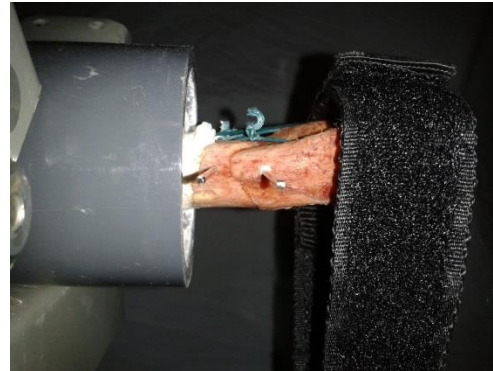


Figura 8. A la izquierda, extremo distal del húmero montado en un cilindro de policloruro de vinilo bajo fijación con cemento blanco. Arriba, montaje final previo a la aplicación de prueba de tensión o de inclinación posteroanterior.