

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Instituto Nacional de Rehabilitación**

**Ortopedia**

**Facultad de Medicina**

**Curso Universitario de Especialización en Ortopedia**

*COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA REDUCCIÓN Y FIJACIÓN ENDOMEDULAR CON CLAVO BLOQUEADO TARGON VS. CLAVO EXPANDIBLE FIXION EN EL MANEJO QUIRÚRGICO DE LAS FRACTURAS DIAFISARIAS CON TRAZO TRANSVERSO DE HÚMERO EN PACIENTES ADULTOS.*

**Tesis Profesional**

**Que para obtener el título de Especialista en Ortopedia**

**Presenta:**

***Dr. Douglas Rodolfo Colmenares Bonilla***

**Director de tesis: *Dr. Arturo Saldivar Moreno***

**México, DF**

**2007**



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.

**Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra**

Director General del Instituto Nacional de Rehabilitación

**Dra. Matilde L. Enríquez Sandoval**

Directora de Enseñanza

**Dra. Xochiquetzal Hernández López**

Subdirectora de Enseñanza Médica y Educación Continua

**Dr. Luis Gómez Velásquez**

Jefe de Enseñanza Médica

**Dr. José Manuel Aguilera Zepeda**

Profesor Titular del Curso de Ortopedia

**Dr. Ernesto Pineda Gómez**

Jefe de Servicio Traumatología INR

**Dr. Arturo Saldivar Moreno**

Medico Adscrito al Servicio de Traumatología

**MC Saúl Renán León Hernández**

Asesor Metodológico

COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LA REDUCCIÓN Y FIJACIÓN  
ENDOMEDULAR CON CLAVO BLOQUEADO (TARGON<sup>1</sup>) VS.  
CLAVO EXPANDIBLE (FIXION<sup>2</sup>) EN EL MANEJO QUIRÚRGICO DE  
LAS FRACTURAS DIAFISARIAS CON TRAZO TRANSVERSO DE  
HÚMERO EN PACIENTES ADULTOS.

---

<sup>1</sup> Targón, Aesculap, Klinikum Nürnberg Süd, Germany

<sup>2</sup> Disc-o-Tech, Medical Technologies, Herzliya, Israel

COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LA REDUCCIÓN Y FIJACIÓN  
ENDOMEDULAR CON CLAVO BLOQUEADO (TARGON) VS. CLAVO  
EXPANDIBLE (FIXION) EN EL MANEJO QUIRÚRGICO DE LAS  
FRACTURAS DIAFISARIAS CON TRAZO TRANSVERSO DE HÚMERO EN  
PACIENTES ADULTOS.

**Autores<sup>3</sup>:**

Dr. ERNESTO PINEDA GOMEZ.  
Médico Jefe del Servicio de Traumatología. Instituto Nacional de  
Rehabilitación.

Dr. ARTURO SALDIVAR MORENO  
Médico Adscrito al Servicio de Traumatología. Instituto Nacional de  
Rehabilitación.

Dr. DOUGLAS COLMENARES BONILLA  
Médico Residente de Ortopedia y Traumatología. Instituto Nacional  
de Rehabilitación.

SERVICIO DE TRAUMATOLOGIA Y URGENCIAS.  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION.  
O R T O P E D I A.  
MÉXICO, D. F.

---

<sup>3</sup> Ninguno de los autores de este estudio ha recibido, recibe o recibió beneficios económicos o de cualquier otra naturaleza, ni se cuenta con ningún compromiso de recibir tales beneficios de alguna entidad comercial. Ninguna empresa o entidad comercial pagó directa o indirectamente gastos del estudio, materiales o costos al paciente, a la institución o a alguna organización con la cual estuvieran relacionados.

## AGRADECIMIENTOS.

*Al enorme apoyo recibido de mis padres para este proyecto: el proyecto de mi vida. Sé que con el orgullo que sienten, volverían a confiar en mí, una y otra vez... Porque el orgullo tan grande que siento por ellos, es el mismo y grande orgullo que siente Dios porque sean sus hijos.*

*A las ciento cuarenta y cuatro horas con treinta y cuatro minutos que pasé frente al computador en el último año, 44 de ellas en el último día, esperando que hayan sido una inversión, no solo para mí, sino para el beneficio de aquel que está detrás de la puerta, esperando ser atendido...*

*Al sueño de mi vida. Por haber sido en su momento eso: un sueño. Ahora convertido en realidad.*

*A todos aquellos que no incluyo en esta lista y que han estado allí, a los que hay que buscar para que estén, y a los que siempre han estado sin yo siquiera darme cuenta.*

*Y ante todo: a Dios, que me ha permitido llegar tan lejos...*

# TABLA DE CONTENIDO.

TABLA DE CONTENIDO.....	6
INTRODUCCION.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
RESUMEN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANTECEDENTES.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
OBJETIVOS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HIPOTESIS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
JUSTIFICACION.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
MATERIALES Y METODOS:.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TIPO DE ESTUDIO.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
RESULTADOS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DISCUSION.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BIBLIOGRAFIA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## **INTRODUCCION.**

Cuando acude un paciente al servicio de urgencias en búsqueda de una atención oportuna y eficaz, tiene la plena confianza en que el médico determinará cual es la opción terapéutica óptima para la atención de su padecimiento.

En el caso de las fracturas de diafisis humeral con trazo transverso y oblicuo corto, esta determinación no es sencilla, habiendo que tomar en cuenta múltiples factores en la resolución del problema ortopédico.

Las opciones de manejo son múltiples, correspondiendo al médico ortopedista la responsabilidad de escoger a favor del paciente la mejor de ellas, sabiendo que la misma influirá en su calidad de vida.

Hay diversas modalidades de manejo, todas ellas siempre en constante desarrollo y perfeccionamiento, sin embargo, la actualización constante y juicio del médico, serán los que en último caso, determinen la opción mas adecuada.

Este discernimiento no puede estar exento de factores religiosos, culturales, económicos, laborales y éticos; es un entendimiento que se basa también en el dominio de la técnica y el arte.

Cada paciente, como entidad independiente, tiene factores de importancia que influirán en su desarrollo. Es tarea del médico la búsqueda y reconocimiento de esos factores para lograr un equilibrio y reintegrar al individuo a su entorno biológico, psicológico y social.

## RESUMEN

Se compararon los resultados entre la consolidación y recuperación de arcos de movilidad en pacientes con fracturas transversas en diafisis de humero en un grupo de 24 pacientes manejados con reducción cerrada y fijación con clavo endomedular expandible tipo Fixion, usando para su comparación 12 controles históricos, con mismo trazo de fractura y fijados con clavo Targón.

Se comparó entre los dos grupos la consolidación ósea, recuperación de arcos de movilidad y mejora en fuerza muscular. Se evaluaron parámetros como tiempo de cirugía, sangrado, así como diámetro del canal medular y tipo de trazo de acuerdo a la clasificación AO.

Se siguió a los pacientes a las 2, 4, 8, 16, semanas, y a los 6, 8 y 12 meses, comparando estudios radiográficos, arcos de movilidad y fuerza muscular.

Hubo diferencia significativa entre ambos grupos con respecto al tiempo quirúrgico, siendo menor para el grupo Fixion ( $p=0.0001$ ) y menor sangrado ( $p=0.0001$ ). La consolidación se vio retardada para el grado IV en los pacientes manejados con el clavo Fixion, lográndose en promedio hacia la semana 32.4, comparado con las 22.9 semanas promedio que se logró en el grupo del clavo Targón ( $p=0.09$ ).

Tuvimos en la serie tres pacientes con lesión nerviosa del nervio radial, posquirúrgicas, mismas que presentaron recuperación completa hacia la semana 20.

Se encontró por análisis de covarianza que el tiempo de consolidación se retrasa para aquellos pacientes que cuentan con canal medular mayor de 10mm. Asimismo, existe una relación estrecha en el tiempo en que se alcanza la fuerza muscular grado 3 ( $p=0.10$ ) y la consolidación grado I, de igual forma, alcanzar la consolidación completa y la fuerza muscular grado 5 ( $p=0.06$ )

Palabras Clave: reducción fracturas, clavo expandible, fracturas húmero, comparación, consolidación, Fixion, Targón.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Siendo las fracturas de trazo transverso y oblicuo corto en la diáfisis humeral un reto terapéutico y existiendo aún discrepancias sobre el tratamiento de ellas, una vez decidido el manejo quirúrgico, es necesario conocer cuales son las características que ofrecen las diferentes opciones terapéuticas: sus indicaciones, sus limitaciones y ventajas, para así ofrecer al paciente la mejor opción con respecto a sus condiciones.

Es necesario realizar estudios encaminados a determinar y efectuar el perfeccionamiento de las técnicas, con miras a obtener un estándar de oro en el manejo de esta patología.

Tratamos de mostrar la comparación de resultados entre dos grupos de pacientes: por un lado, la fijación con clavo expansible y por otro, la fijación con un clavo sólido bloqueado, controlando la mayor parte de variables que pudieran interferir en un sesgo de los resultados.

## **ANTECEDENTES.**

Son pocos los estudios en donde se menciona la epidemiología e incidencia de las lesiones diafisarias en el húmero, los resultados varían de acuerdo a las series. Siendo solamente descriptivas de los diferentes centros<sup>1</sup>.

Las fracturas diafisarias de húmero ocurren principalmente en el tercio medio hasta en un 60%<sup>2</sup>.

Dentro del manejo de las fracturas humerales aun permanece la discrepancia sobre el tratamiento ideal.

Ha sido descrita una gran variedad de opciones terapéuticas para el manejo de fracturas de diáfisis humeral, que van desde el método conservador con uso de yesos, inmovilizadores y férulas funcionales; así como el tratamiento quirúrgico, cuyas modalidades son reducción con fijación cerrada y la reducción abierta con fijación interna. Las técnicas cerradas son preferibles por muchos autores, ya que ofrecen excelentes resultados, sin embargo, no todos los casos son candidatos a esa modalidad terapéutica.

Existen indicaciones para el manejo quirúrgico de estas lesiones, entre las de tipo absoluto se encuentra el trauma múltiple, fracturas expuestas,

fracturas en terreno patológico, lesión vascular o nerviosa, codo flotante y la no unión. Merece una mención especial la fractura bilateral, donde se recomienda manejar de forma quirúrgica al menos una de las dos lesiones, para permitir el aseo personal del paciente por sí mismo.

Las indicaciones relativas para cirugía, comprenden fracturas pobremente alineadas, lesión del plexo braquial, lesión del nervio radial postraumática, así como trazo en espiral y obesidad<sup>3</sup>.

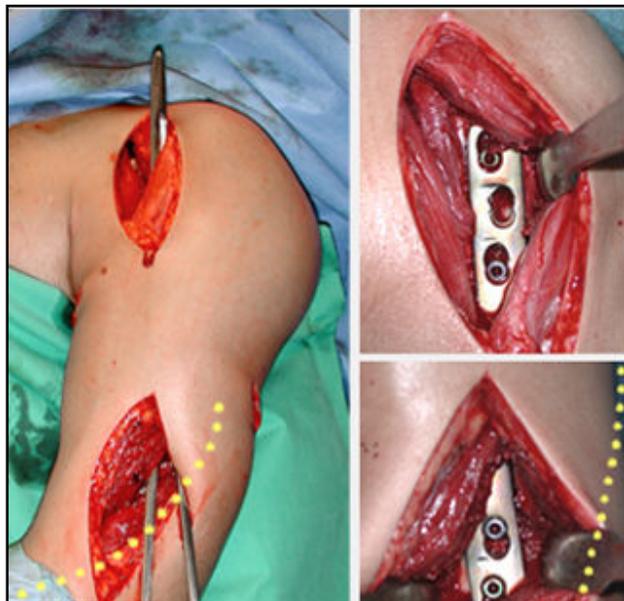
La fractura con trazo transverso y distracción, como resultado del trauma inicial se recomienda manejar quirúrgicamente desde el diagnóstico, evitando periodos de inmovilización, ya que por métodos incruentos es difícil controlar el eje de angulación y generalmente la brecha de fractura es imposible de cerrar. La inmovilización prolongada, a pesar de ser utilizada frecuentemente, no es necesaria, porque lleva a rigidez del codo y hombro<sup>4</sup>.

En la reducción quirúrgica de las fracturas, lo mas frecuentemente utilizado es la reducción abierta y fijación con placa y tornillos, así como la reducción a foco cerrado (u ocasionalmente abierto) con enclavado intramedular, ya sea bloqueado o no. La fijación externa se indica solo en fracturas expuestas con pérdida ósea excesiva, lesión de partes

blandas o cuando la multifragmentación del trazo hace imposible el uso de fijación interna<sup>5</sup>.

#### OSTEOSINTESIS ABIERTA Y FIJACION CON PLACA.

Se ha convertido en el método de elección para el manejo de fracturas diafisarias inestables, utilizado un implante del más bajo perfil posible<sup>5,6,9</sup>. Esta fijación con placa y tornillos brinda excelentes resultados, sin embargo sus ventajas se encuentran a la par con inconvenientes implícitos en la técnica quirúrgica: gran disección en los tejidos blandos y desperiostización ósea, así como la pobre fijación del tornillo al hueso



**Imagen 1. La técnica para la reducción abierta requiere gran disección de los tejidos blandos, se prefiere utilizar implantes de bajo perfil.**

osteopénico, de los que surge la necesidad de utilizar placas muy largas (Imagen 1).

Su mayor utilidad se da en pacientes con trazos de fractura oblicuos cortos o largos, sin multfragmentación, brindando la opción de colocar uno o más tornillos interfragmentarios.

En esta modalidad terapéutica, la banda de tensión se encuentra en la placa, por lo que la fijación es rígida y fuerte, el apoyo es el contacto de la cortical con el máximo grado de palanca en relación al diámetro del hueso. Debido a que es una banda de tensión solo en un lado del hueso, la placa debe colocarse en el lado convexo del hueso, es decir, en la superficie lateral, sin embargo esta práctica es poco común por la dificultad del abordaje y relación con las estructuras nerviosas adyacentes, por lo que la tendencia mas común es la colocación posterior, misma que favorece la angulación en varo de la fractura<sup>3,6</sup>.

Las complicaciones de realizar una reducción abierta van desde las inmediatas, como lesión iatrogénica del nervio radial, pobre alineación, lesiones segmentarias o multfragmentadas transoperatorias; así como complicaciones tardías, entre las que puede mencionarse una nueva fractura al final de la placa<sup>1, 5, 6, 9</sup>.

## REDUCCION CERRADA Y FIJACION CON CLAVO ENDOMEDULAR.

La fijación interna de las fracturas en los huesos largos es el método más efectivo para el tratamiento del paciente politraumatizado, ya que permite una movilización inmediata, así como recuperación funcional temprana, siendo mínimamente invasivo y menos cruento en comparación a la fijación con placa y tornillos <sup>7, 8, 9, 11</sup>.

La osteosíntesis cerrada intramedular permite conservar las estructuras musculares intactas y no obstruye la formación de callo óseo perióstico<sup>13, 14, 15</sup>.

Biomecánicamente, ésta técnica brinda la carga al clavo, encontrando el apoyo en la superficie de contacto de la fractura en el lado cóncavo de la curva, con brazo de palanca del ancho de la cortical al clavo. En ésta disposición, en una fractura de trazo simple el sostén se encuentra en todos los lados para resistir angulación en cualquier plano<sup>3,5</sup>. Cabe mencionar que para que el implante neutralice adecuadamente las fuerzas de rotación, el diámetro del mismo debe ser lo suficiente amplio como para ajustar con el diámetro del canal medular<sup>4, 8, 10, 15, 18</sup>.

## SISTEMA DE FIJACION CON CLAVOS NO BLOQUEADOS

Antes de poder lograr implantes adecuados en el diámetro luminal de la diáfisis, una de las opciones terapéuticas fue el uso de múltiples clavos, mismos que se introducían uno a uno a través del canal, hasta alcanzar el diámetro adecuado brindando resistencia<sup>14</sup>. Esta técnica contaba con el inconveniente de tener que abrir el trazo de fractura en caso de dificultad para el paso de los



**Imagen 2. Fijación con múltiples clavos no bloqueados.**

clavos, por la posibilidad de bloqueo del canal por el nervio radial<sup>5, 13, 14</sup>. Los implantes endomedulares podían bloquearse con un tornillo de cortical 3.5, sin embargo, eso no garantizaba la ausencia de migración hacia proximal o distal de los mismos, angulación o la diástasis del trazo de fractura<sup>5, 18</sup>.

La osteosíntesis con técnica de clavos no bloqueados (Rush, Ender o Hackethal), no ganaron mucho terreno, ya que se acompañaron de altas tasas de complicaciones causadas por la inestabilidad del implante, como perforaciones de la cabeza humeral, migración proximal con inflamación cutánea y desplazamiento secundario del trazo de fractura<sup>11, 12</sup> (Imagen 2).

## FRESADO ENDOMEDULAR.

Al surgir los clavos rígidos, se popularizó el fresado del canal debido a que el tipo de implantes y su material de fabricación, solo ofrecían estabilidad al tener amplios diámetros, requiriendo contar con un canal amplio para introducirse.

La alineación axial que se obtiene con el uso de un clavo del diámetro correcto posterior al fresado, restauraba la capacidad del segmento esquelético de soportar la carga fisiológica<sup>1, 5</sup>.

## DESVENTAJAS DEL FRESADO.

El incremento en la temperatura local por el fresado daña la vascularidad, retrasando la consolidación de la fractura<sup>13</sup>. Se puede inferir la presencia de eventos microembólicos, ya que se ha encontrado después del fresado una alta concentración del material endóstico en la circulación periférica<sup>14</sup>.

Es por ello que durante la evolución de los implantes diafisarios, se optó por un sistema de enclavado bloqueado y que evitase las desventajas del fresado. Así pues, desde que los clavos bloqueados aparecieron en el mercado representando una de las primeras opciones en el manejo de

fracturas diafisarias de huesos largos, los fabricantes se han dado a la tarea de mejorar su calidad, resistencia, y la facilidad de su uso<sup>5, 6, 7</sup>.

## CLAVOS BLOQUEADOS

La fijación endomedular con colocación de clavos bloqueados (Imagen 3) ha cobrado importante auge, debido a que no es necesario el rimado del canal endomedular, otorgando estabilidad al trazo de fractura a través del bloqueo del clavo tanto proximal como distalmente, así se logra prevenir migración del implante, incrementar la fricción en el trazo de fractura impidiendo la inestabilidad, tanto axial, como rotacional<sup>13</sup>.



**Imagen 3. Fijación con clavo endomedular bloqueado**

En la actualidad se ha determinado para el manejo quirúrgico en las fracturas con trazo transversal humeral, en enclavado intramedular con clavo bloqueado como la mejor opción terapéutica, sin embargo, se ha descrito que ocasionalmente el bloqueo de los pernos distales puede ser difícil y consume tiempo quirúrgico<sup>4</sup>.

En el pasado, estos clavos requerían fresar el canal para poder introducir un ancho suficiente que garantizara una adecuada fijación, sin embargo actualmente con el desarrollo de clavos sólidos capaces de bloqueo distal ha disminuido esta necesidad.

Las indicaciones se engloban en trazos diafisarios en los que no es aceptable el resultado con manejo conservador u otra forma de manejo.

#### EL SISTEMA DE ENCLAVADO EXPANDIBLE.

El uso del clavo expandible surge de la necesidad de lograr y mantener un equilibrio entre la osteosíntesis estática y dinámica, preconizando ventajas como disminución del tiempo quirúrgico y de exposición a radiaciones (Imagen 4).

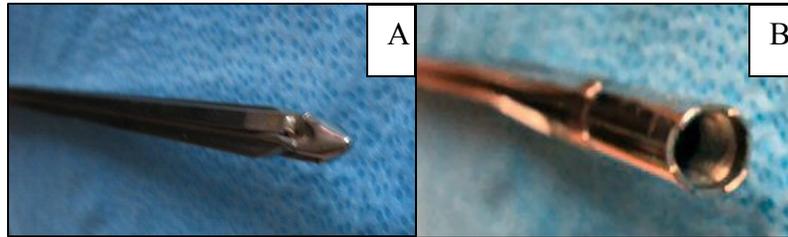
Esta técnica de osteosíntesis utiliza un clavo de acero inoxidable, que cuenta con un tubo de pared delgada y cuatro barras longitudinales de reforzamiento, al final del tubo la punta es cónica, en



**Imagen 4. . Fijación con clavo endomedular**

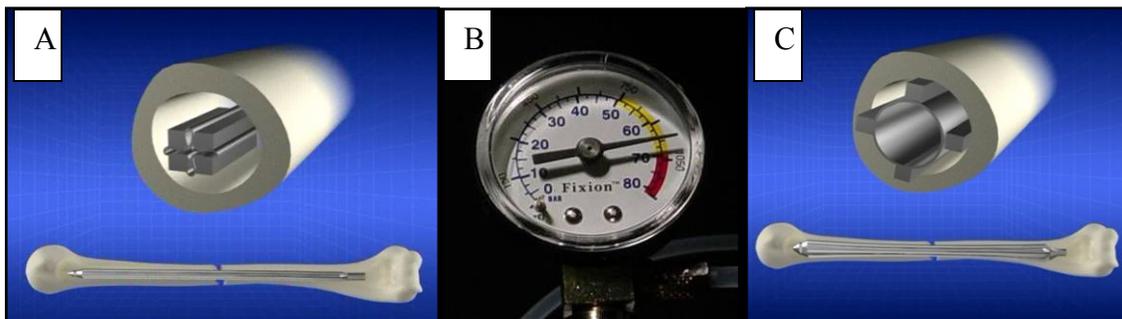
la parte proximal del clavo se encuentra una válvula unidireccional (Imagen 5).

Su diámetro es reducido, ya que se encuentra plegada dentro de la pared del tubo y rodeado por las barras longitudinales.



**Imagen 5. Configuración del clavo Fixion: la punta es cónica para permitir la reducción (A), en la base se encuentra una válvula unidireccional que se ajusta al sistema de ensamblado (B).**

Si se le introduce solución fisiológica a través de la válvula unidireccional, el diámetro se incrementa hasta aproximadamente 175%. Durante su expansión, la presión en el clavo es monitorizada por un manómetro que se une a la válvula (Imagen 6).



**Imagen 6. Diseño del clavo Fixion: el implante al ser colocado sin ser expandido (A). Manómetro con el cual se regula la presión dentro del clavo hasta llegar de 50 70 Bares de presión (B). El clavo al haberse insuflado con solución alcanza la expansión**

La técnica quirúrgica no difiere de la convencional, solo que, una vez lograda la reducción, se insufla el clavo, condicionando su expansión y autobloqueo dentro del canal medular. La presión requerida es de 50 a

70 Bares. Al insuflarse, las cuatro barras longitudinales se expanden hacia el hueso esponjoso o cortical, amoldándose al canal en forma de reloj de arena. Esta extensa área de contacto, previene picos localizados de presión y las barras previenen rotación. La presión se distribuye a lo largo de la longitud del canal. En el hueso osteoporótico, se logra la estabilidad en una larga extensión cortical<sup>15</sup>.

#### INDICACIONES DEL CLAVO EXPANSIBLE.

Para su uso en diáfisis humeral, se ha indicado que el trazo de fractura debe encontrarse al menos cinco centímetros por debajo del cuello quirúrgico y cinco centímetros proximal al polo distal del canal medular, fracturas con pobre consolidación, en prevención de lesiones patológicas (lesiones neoplásicas secundarias), cirugías de revisión y en donde han fallado otros tipos de tratamiento (no unión)<sup>7</sup>.

#### CONTRAINDICACIONES DEL CLAVO EXPANSIBLE.

Están principalmente representadas por trazos de fractura demasiado proximales o distales, es decir por lo menos cinco centímetros de distancia a la articulación, fracturas multifragmentadas, fracturas longitudinales, infección activa o latente, cantidad o calidad insuficiente del hueso o un canal medular obliterado<sup>7</sup>.

## VENTAJAS

Se reduce de forma importante el tiempo quirúrgico y el de exposición a rayos X. Al ser un procedimiento de mínima invasión, la pérdida sanguínea es de moderada a mínima. Se elimina la necesidad del bloqueo proximal y distal e incluso del fresado del canal medular<sup>3, 7, 10</sup>.

Este tipo de instrumentación permite un ensamblado estable que se torna dinámico con la contracción muscular activa, lo que hace posible obtener la formación de callo óseo perióstico que favorece la migración de osteoblastos desde el canal medular al periostio.

Desde un punto de vista biomecánico, el clavo tiene la punta en forma de reloj de arena, siendo similar a la configuración anatómica del canal medular, lo que conforma una unidad de soporte clavo-hueso, convirtiéndose en parte integral de la pared endomedular en los puntos de contacto<sup>16</sup>.

## DESVENTAJAS

La principal desventaja está presentada por el costo, ya que este es generalmente más elevado con respecto a los clavos bloqueados no expandibles. Referente a la técnica quirúrgica, el abordaje para la reducción de fracturas diafisarias a foco cerrado generalmente es antero superior, lo que puede llevar a una limitación en el movimiento del hombro en ángulos extremos.

## **OBJETIVOS**

Con este estudio se busca mejorar el entendimiento de las fracturas diafisarias en el tercio medio humeral y con ello contar con mejores herramientas terapéuticas en el manejo quirúrgico de las mismas.

Comparar los resultados de los dos grupos de los aspectos siguientes:

Tiempo en alcanzar la consolidación, fuerza muscular y arcos de movilidad, tiempo quirúrgico, tiempo anestésico y sangrado.

Se hace la correlación entre los grupos para determinar si el diámetro y el tipo de trazo de fractura condicionan cambios en los resultados.

Se busca determinar características clínicas de importancia en la búsqueda del implante ideal, así como los factores que afectan la consolidación y la evolución clínica.

# **HIPOTESIS**

## HIPOTESIS DE TRABAJO

Hay diferencias significativas entre la fijación endomedular entre los dos grupos, tomando control de las variables como tiempo de evolución, sexo, edad y tipo de trazo de fractura. Las diferencias se verán reflejadas en el tiempo de consolidación y en el tiempo quirúrgico al realizar la reducción con colocación del implante.

## HIPOTESIS NULA

No existen diferencias entre ambos grupos, y la fijación con los dos implantes muestra características similares en tiempo y velocidad de consolidación.

## **JUSTIFICACION**

Se encuentra gran dificultad en la elección del método óptimo para la reducción quirúrgica de estas fracturas. Los resultados llegan a ser poco satisfactorios con el manejo conservador y las pérdidas económicas por incapacidad del paciente representan un reto a vencer para el especialista en Ortopedia.

Si existen diferencias, darán la pauta para mejorar la atención integral del paciente con esta patología.

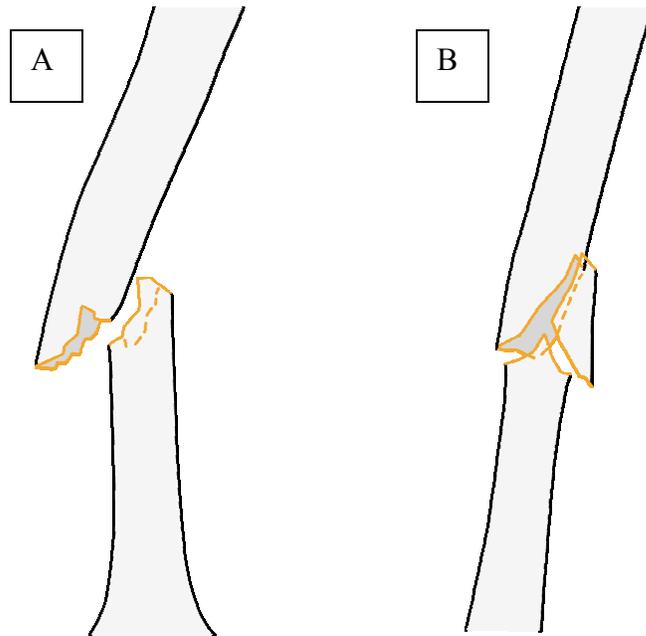
## **MATERIALES Y METODOS:**

El presente estudio se realizó en el Instituto Nacional de Rehabilitación (antes Centro Nacional de Rehabilitación), buscando identificar ventajas y desventajas del tipo de fijación óptimo en nuestra población para las fracturas humerales con trazo transverso u oblicuo corto de la diáfisis humeral, comparando el sistema de enclavado intramedular bloqueado que se ha utilizado habitualmente, con el enclavado efectuado con el clavo expandible.

Se incluyeron pacientes con fracturas agudas de la diáfisis humeral con evolución menor de tres semanas y esqueleto maduro quienes ingresaron por el servicio de Urgencias en el lapso comprendido de Marzo del 2002 a Julio del 2005.

Todos los pacientes considerados en el estudio contaban con fracturas de origen traumático en terreno previamente sano. El común denominador de las fracturas fue el trazo simple de fractura, oblicuo corto o transverso en el tercio medio diafisario humeral, correspondientes a los tipos 12A2.2 y 12A3.2, de la clasificación propuesta por la AO/ASIF<sup>17</sup> (Imagen 7).

Fueron manejados de forma quirúrgica con enclavado medular expandible tipo Fixion (de la casa comercial Disc-o-Tech) y se les dio seguimiento clínico y radiográfico a las 2, 6, 12 y 24 semanas y al año.



---

**Imagen 7. Clasificación del trazo de fractura propuesta por la AO/ASIF: 12A2.2**  
**Representa el trazo transverso y oblicuo corto a nivel diafisario humeral (A). 12A2.2**  
**Describe el trazo en el mismo segmento con presencia de un tercer fragmento como**  
**cuña no desplazado, siendo el trazo principal el oblicuo (B).**

Se utilizó como comparación a un grupo de controles históricos, con las mismas características clínicas, radiográficas y epidemiológicas, quienes fueron manejados bajo fijación con clavo bloqueado tipo Targón (de la casa comercial Aesculap) en el período comprendido de abril del 2002 a Mayo del 2004. La relación de pacientes fue obtenida de las estadísticas y anuarios del servicio de Traumatología y Urgencias del Instituto Nacional de Rehabilitación.

El tiempo de evolución de la fractura para ambos grupos fue menor a tres semanas, considerando que un tiempo mayor incrementa la dificultad para la reducción por el proceso de consolidación ósea<sup>18</sup>.

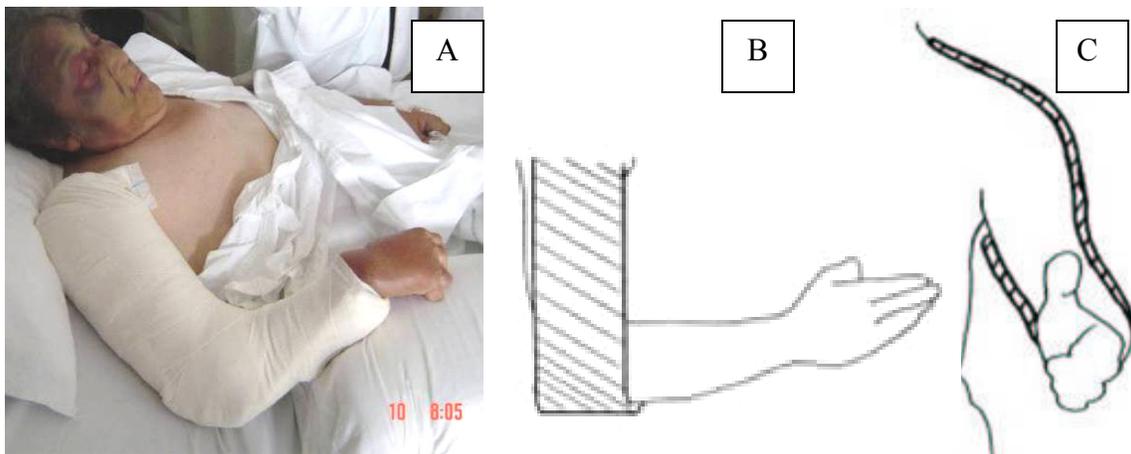
En todos los pacientes, se comprobó la madurez esquelética al confirmar la ausencia de placa fisaria en las radiografías<sup>19</sup>.

El manejo previo a la cirugía no debió ir mas allá que la inmovilización, llegando ésta a variar entre uno y 18 días (promedio de 4.8 días), para el grupo de estudio y de 2 a 16 días (promedio de 6.7 días) en el grupo control. De todos los pacientes, solo cuatro superaban los 10 días de inmovilización.

Se excluyeron pacientes con fracturas mayores de tres semanas, con manejo previo, ya fuera médico, quirúrgico o empírico; trazo de fractura que no correspondiera con la clasificación mencionada, así como fracturas expuestas.

Se eliminó del estudio a pacientes con patologías que modifican el metabolismo óseo, tales como el trauma craneoencefálico<sup>20</sup>, hipo o hiperparatiroidismo, osteoporosis, fractura en hueso previamente dañado, infección conocida y tratamiento para VIH, hepatitis o cirrosis<sup>21,22</sup>.

Como parte del manejo protocolario al ingreso del paciente al servicio de urgencias, todos fueron inmovilizados con férula de yeso o fibra de vidrio en pinza de azúcar y reforzamiento con férula braquipalmar posterior (Imagen 8). El estado neurocirculatorio distal de la extremidad se valoró al ingreso en todos los pacientes, siendo asentado en el expediente clínico, tanto en el pre como en el postoperatorio. Se tomó radiografía anteroposterior y lateral de húmero.



**Imagen 8. Inmovilización preoperatoria de los pacientes, con férula en pinza de azúcar y reforzamiento posterior. Imagen del paciente en estadio preoperatorio (A). Estructura de la inmovilización en vista lateral y anteroposterior (B y C).**

Los pacientes con patologías crónico degenerativas conocidas, así como los mayores de 40 años, fueron valorados por el servicio de medicina interna, para detección y control de los padecimientos asociados, determinando su riesgo quirúrgico en escala de ASA/Goldman<sup>23</sup>. Si el paciente contaba con riesgo tromboembólico elevado, se adicionó al manejo una heparina de bajo peso molecular

(Enoxaparina) en dosis de 40mg por vía subcutánea cada 24hrs, prolongándose hasta 10 días del postoperatorio.

A todos los pacientes les fue administrado por vía parenteral protector de mucosa gástrica (bloqueador de receptor H2) y analgesia con horario, alternando entre dos medicamentos.

Se efectuó el acto quirúrgico al contar con estudios de laboratorio prequirúrgicos, cifras glucémicas y tensionales dentro de parámetros de normalidad, así como disponibilidad del implante y quirófano.

La cirugía fue realizada por los médicos cirujanos del Servicio de Traumatología y Urgencias del Instituto.

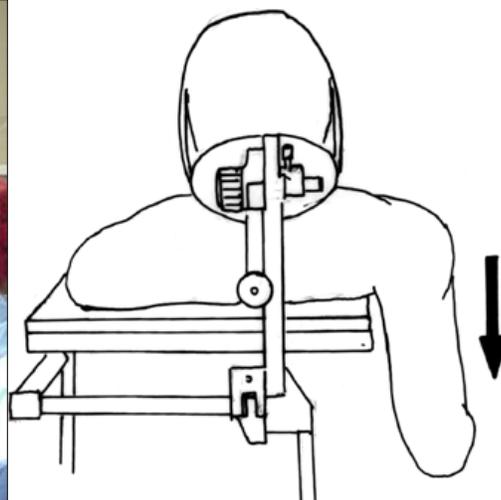
El implante utilizado para la fijación en el grupo de estudio fue el clavo expandible tipo Fixion, de la casa comercial Disc-o-Tech, cuyos diámetros variaron de acuerdo a la planeación prequirúrgica entre 6.7 y 8.5mm (con diámetro en expansión de 10 y 13mm respectivamente), el largo osciló entre 200, 220, 240 y 260mm.

Para el grupo control, el implante utilizado fue el clavo tipo Targón, de casa comercial Aesculap, cuyo largo varió de 220 a 260mm, con diámetro de 7 u 8mm, dependiendo de la planeación prequirúrgica.

## TÉCNICA QUIRÚRGICA:

Para ambos grupos, se sigue una vía común, en lo referente al posicionamiento del paciente, el abordaje y la reducción por interferencia.

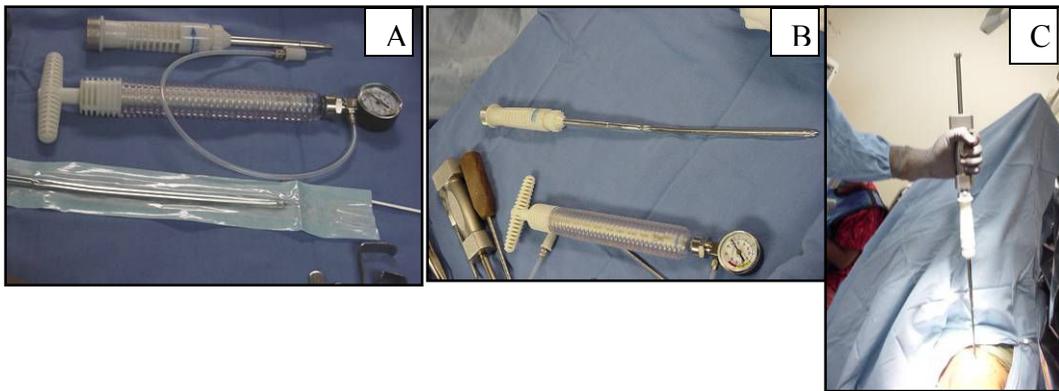
En ambos grupos se colocó al paciente en posición de silla de playa, procurando posicionar al hombro afectado por fuera de la mesa quirúrgica, de tal forma que se pudiera exponer adecuadamente la región anatómica al fluoroscopio; éste último se colocó detrás de la mesa con el brazo del equipo a lo largo de la mesa de operación, siendo posible la manipulación de la extremidad sin ser obstruido por el equipo. En esta posición, se asegura que la columna cervical está adecuadamente protegida para prevenir lesiones por tracción al plexo braquial (Imagen 9).



**Imagen 9. Se coloca al paciente en posición de silla de playa (A), dejando al hombro por fuera de la mesa, exponiendo la región anatómica al fluoroscopio y permitiendo su manipulación (B).**

Palpando el borde lateral del acromion, se realiza una incisión de aproximadamente 2cm en sentido transversal en piel y tejido subyacente, respetando plano muscular, mismo que, una vez identificando el sentido de las fibras deltoideas, se disecciona a través de ellas para pasar a través del tendón del supraespinoso, realizando incisión en el sentido de sus fibras. Con fluoroscopia se identifica el sitio de abordaje, situado medial al troquíter y se procede a perforar con el iniciador, para luego introducir el implante<sup>24</sup>.

En el grupo de estudio, se ensambla el clavo con el vástago de colocación y se inicia su introducción por el canal para llevar a cabo la reducción bajo asistencia fluoroscópica y maniobras externas gentiles



**Imagen 10. Colocación del sistema Fixion. Se cuenta con el mango de colocación, el dispositivo de insuflado con válvula y el clavo (A), se ensambla el mango al clavo (B), y se procede a efectuar la reducción (C) para posteriormente insuflar la solución fisiológica y expandir el clavo (no mostrado)**

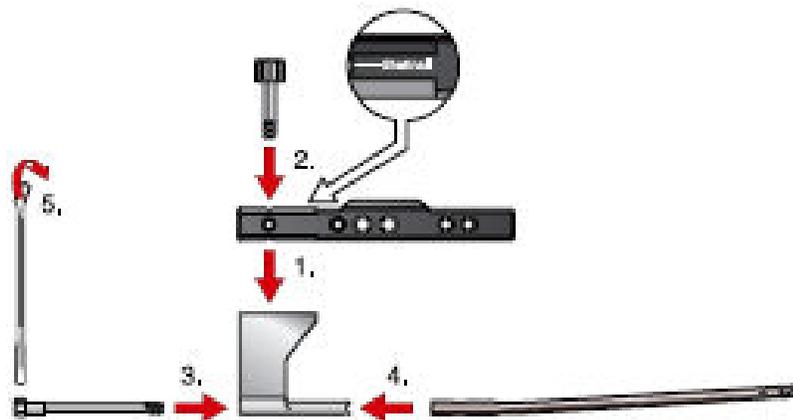
(Imagen 10). Al obtener la misma, se toma la imagen fluoroscópica en dos proyecciones y, si ésta es satisfactoria, se conecta el dispositivo de ensamble con la bomba de insuflado, misma que previamente se ha cargado con solución fisiológica a temperatura ambiente. Una vez asegurado el sistema, se procede a insuflar lentamente esta solución con el dispositivo destinado para ello, permitiendo que este fluido expanda las paredes del clavo y se distribuya uniformemente a lo largo del mismo. Se continúa insuflando hasta llevarlo a una presión de 50 a 70 bares, sin rebasar esta última cifra.

Finalmente se retira el sistema, para colocar el tornillo de cierre que protege la rosca interna y se repara el mango rotador con vycril, así como las fibras deltoideas y posteriormente la piel. Se debe corroborar con radiografías simples en proyección anteroposterior y lateral la adecuada reducción de la fractura<sup>25</sup>.

En el grupo control, posterior al abordaje descrito anteriormente, se arma el clavo junto con su dispositivo de instalación y se verifica que las guías del sistema coincidan con los orificios dinámico y estático en la porción proximal del implante (Imagen 11). Se introduce el clavo, efectuando la reducción por medios manuales con movimientos de rotación y compresión en el eje longitudinal del húmero firmemente. Se efectúa la reducción bajo asistencia de imagen fluoroscópica y efectuando maniobras externas gentiles. Ya lograda la reducción, el implante debe

pasarse con mayor profundidad si se va a efectuar compresión axial. En este momento se procede al bloqueo del orificio proximal del implante (orificio dinámico), tomando precaución de la relación anatómica que guarda esta región con la arteria humeral y el nervio axilar, por lo que se recomienda no sobrepasar el límite de la segunda cortical. Se dirige luego el fluoroscopio de forma tal que se sitúe perpendicular a la diáfisis y en la porción distal se localicen los orificios del clavo, lo cual servirá de guía para las perforaciones y bloqueo de los dos pernos distales a “manos libres”.

Es menester enfatizar que este bloqueo se recomienda llevar a cabo de la superficie lateral hacia la medial para evitar el daño de estructuras nerviosas o vasculares; ofreciendo la dificultad de ser en una pared convexa del hueso, haciendo más delicada esta labor. Una vez



**Imagen 11. Componentes del sistema de fijación Targón: dispositivo principal de manejo (1), tornillo para ajuste del sistema (2), tornillo para compresión axial (3), clavo endomedular con rosca proximal para ser sujetado (4), llave para el tornillo de compresión**

bloqueado el segmento distal con tornillos 3.5, se procede a girar el tornillo del dispositivo para realizar compresión, lo que traccionará el segmento distal. Se realiza el bloqueo del perno estático. Se retira el sistema de colocación y se toman proyecciones radiográficas para corroborar la adecuada reducción, se cierra siguiendo en cuenta los planos musculares para su cuidadosa reparación<sup>26</sup>.

Al término de la cirugía, con cualquiera de los dos grupos, se colocó inmovilización con vendaje puño-cuello.

Todos los pacientes fueron manejados en el postoperatorio inmediato con antibiótico profiláctico, inhibidor de bomba H2 y esquema de doble analgésico parenteral. Les fue administrada una cefalosporina de primera generación como profilaxis antibiótica y, en caso de pacientes alérgicos a derivados betalactámicos, se utilizó Ciprofloxacina, ambos medicamentos en dosis convencionales.

La totalidad de los pacientes fue egresada dentro de las primeras 48hrs de postoperatorio, a excepción de casos que presentaron complicaciones neurológicas, metabólicas o pobre manejo del dolor, lo cual ocurrió en cuatro casos para el grupo control y tres del grupo de estudio. Se realizó el seguimiento por la consulta externa con estudios radiográficos a las 2, 4, 8, 16, semanas, y a los 6, 8 y 12 meses.

Se documentó la región, en el tercio medio de la diáfisis humeral, en la que ocurrió la fractura, tomando en cuenta que la mitad distal del tercio medio cuenta con la peor vascularidad de todo el segmento, debido al ingreso de la arteria nutricia<sup>32</sup>. Al valorar estudios radiográficos, se marcó el segmento al que correspondió la fractura, siendo estos la mitad proximal del tercio medio, mitad distal del tercio medio y justo en el punto medio de la diáfisis.

Para la descripción del estadio de consolidación ósea, se situó como grado I a la consolidación incipiente con presencia de proliferación perióstica, el grado II a la

formación de callo óseo, grado III la consolidación con presencia de callo óseo que comprende osificación de alguna de las corticales, pudiéndose aún

	<b>Consolidación</b>
<b>G I</b>	Proliferación perióstica
<b>G II</b>	Formación de callo óseo
<b>G III</b>	Osificación de alguna de las corticales, aun se ve el trazo de fractura
<b>G IV</b>	Consolidación de las cuatro corticales. Trazo indistinguible.

**Tabla 1. Consolidación ósea de acuerdo a las características radiográficas. (Tomado de referencia 27).**

identificar el trazo de fractura; y grado IV a la consolidación de todas las corticales, sin identificar el trazo de fractura<sup>27</sup>.

La rehabilitación se instauró desde el postoperatorio inmediato, a cargo de los médicos del servicio de Rehabilitación de Traumatología del Instituto, iniciando con movimientos pasivos y activos asistidos para

hombro y codo, incrementándose paulatinamente la movilidad y fuerza hasta recuperar la función previa.

Fue registrado para cada paciente la fecha (semanas) en las que mejoraba la fuerza muscular global del hombro, a partir de un grado 3,

según la escala propuesta por Daniels<sup>28</sup>.

Asimismo, se registró la semana en que el paciente completaba la movilidad con abducción completa del hombro en

relación al preoperatorio y a la extremidad contralateral.

Se consideró como fracaso ortopédico la persistencia de no unión mayor de diez meses, corroborado por estudio radiográfico y dolor a nivel del trazo de fractura.

Para el análisis estadístico de los grupos se utilizó la utilidad SPSS 10, en donde se compararon las tablas de valores, asignándose para las variables con distribución normal, la T de Student y para las de distribución no normal, la prueba U de Mann-Whitney.

**Fuerza Muscular.**

---

0	Ausencia de contracción
1	Contracción sin movimiento
2	Movimiento completo pero sin oposición ni gravedad
3	El movimiento puede vencer la acción a la gravedad
4	Movimiento con resistencia parcial
5	Movimiento con resistencia máxima

---

**Tabla 2. Escala para graduación de la fuerza muscular (según Daniels L. & Worthingham C.)<sup>28</sup>.**

## **TIPO DE ESTUDIO**

Clínico

Longitudinal

Prospectivo

Comparativo

De intervención deliberada

Tipo ensayo clínico con controles históricos.

## **RESULTADOS.**

Para el análisis comparativo de los grupos, se determinó que las variables edad, sexo, tipo de trazo y diámetro del canal humeral, presentaban curvas de distribución normal, por lo que se utilizó para su comparación la prueba de T de Student y el Test exacto de Fisher.

En las variables sin distribución normal (tiempo anestésico, sangrado, grado de consolidación) se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney. El resultado determinó que ambos grupos son comparativos respecto a estos valores.

El grupo manejado con el clavo expandible se integró por 24 pacientes, de quienes 13 fueron del sexo masculino y 11 del femenino. Los rangos de edad oscilaron entre 16 a 83 años, con un promedio de 40.5 años. De los pacientes del grupo control, manejados con enclavado medular bloqueado, 7 fueron del sexo masculino y 5 del sexo femenino ( $p=0.54$ ). El rango de edad osciló de los 25 a los 72 años, con un promedio de 39.7 años ( $p=0.74$ ). Ambos grupos fueron comparables, de acuerdo al Test exacto de Fisher.

Todos los pacientes contaban con evolución de la fractura menor a tres semanas. En el grupo de estudio, el tiempo fue de 1 a 18 días, con promedio de 4.9; y en el grupo control de 2 a 16 días, con promedio de 6.8 días. ( $p=0.17$ )

La clasificación del trazo de fractura fue 12A2.2 para 11 pacientes del grupo de estudio y 4 del grupo control, para el tipo 12A3.2 se registraron 13 pacientes del grupo de estudio y 8 del grupo control, siendo comparables por el Test de Fisher ( $p=0.36$ ).

El diámetro del canal humeral varió desde 7 hasta 15mm (promedio 9.7mm) en el grupo de estudio, y desde 7 hasta 14mm (promedio 9.3mm) en el grupo control ( $p=0.60$ ).

En el grupo de estudio, la región del tercio medio humeral en donde ocurrió la fractura fue en la mitad proximal del tercio medio en 14 pacientes del grupo de estudio (10 del grupo control), mitad distal del

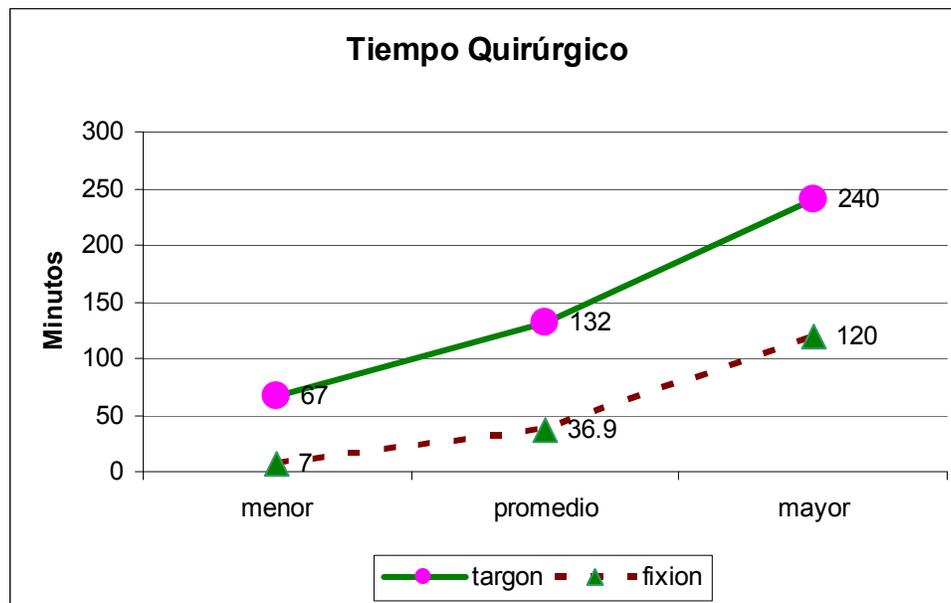
		<b>FIXION</b>	<b>TARGON</b>
Edad promedio (rango) <sup>i</sup>		40.5 (16 - 83) años	39.7 (25 - 72) años
Femenino		11	5
Masculino		13	7
Evolución promedio (rango) <sup>ii</sup>		4.9 (1 - 18) días.	6.8 (2 - 16) días.
Localización	Distal	14	10
	Proximal	9	1
	Medio	3	3
Diámetro promedio (rango)		9.33 (7 - 15) mm.	9.7 (7 - 17) mm.
Clasificación AO <sup>v</sup>	AO 13A3.2	13	8
	AO 13A2.2	11	4

**Tabla 1. Datos generales de los pacientes en relación al grupo de estudio, i) Se muestra la edad promedio y rangos de edad, número de pacientes de acuerdo a género. ii) Evolución de la fractura al tratamiento quirúrgico. iii) El siguiente renglón muestra la región en el tercio medio donde tuvo lugar la fractura, dividiéndose al tercio medio en tres segmentos. iv) Diámetro promedio del canal endomedular humeral y rangos de presentación. Distribución de pacientes de acuerdo a edad y división por sexo, y su relación de acuerdo al grupo de estudio. v) Tipo de trazo con respecto a clasificación de la AO.**

tercio medio en 8 (uno del grupo control) y justo a la mitad del húmero en 2, respecto a uno del grupo control ( $p=0.25$ ). (Tabla 3).

#### TIEMPO QUIRURGICO

El tiempo transoperatorio para el grupo manejado con clavo expandible en promedio fue de 36.9 minutos (mínimo de 35 y máximo de 155 minutos), comparado con el promedio de 132 minutos (mínimo de 67 y máximo de 240 minutos) del grupo control, resultando estadísticamente significativo ( $p=0.0001$ ), como se muestra en la gráfica 1.



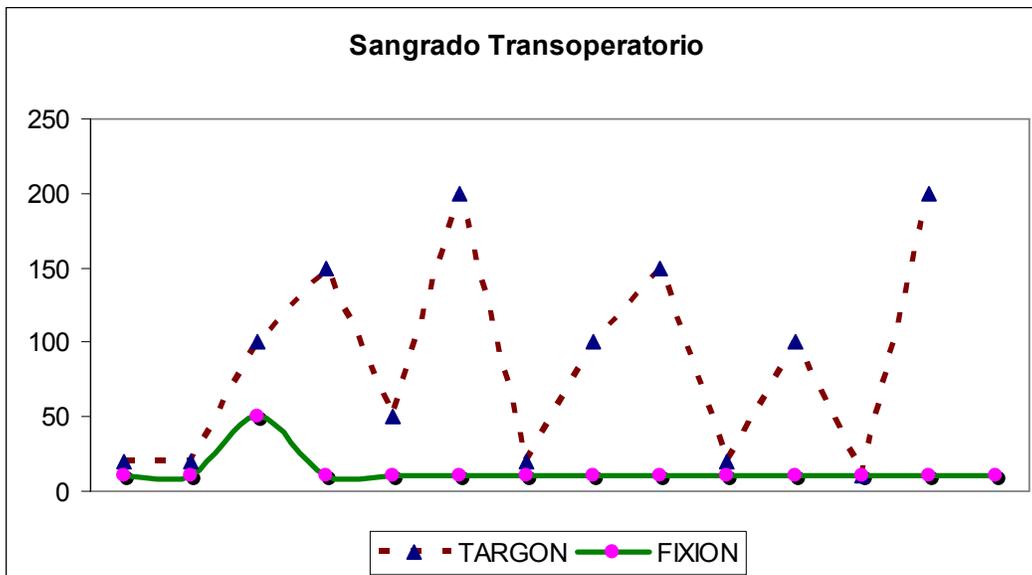
**Gráfica 1. Tiempo quirúrgico promedio y rangos de tiempo para ambos grupos de acuerdo al tipo de implante.**

De forma paralela y con significancia estadística, el tiempo anestésico para el grupo de estudio, registró de 35 a 155 minutos (promedio de 69.1), en comparación con el grupo de clavo Targón con valores de 80 hasta

290 minutos (promedio 161.3), resultando estadísticamente significativo ( $p=0.0001$ ).

## SANGRADO

Con respecto al gasto hemático durante la cirugía, los valores llegaron, en el grupo de estudio a un promedio de 12.85ml (variando desde sangrado mínimo hasta 50ml), en comparación con 93.3ml en promedio del grupo control (rango de 10 a 200ml). Cabe mencionar que para dar un número aproximado en las pérdidas sanguíneas, al reportar anestesiología un sangrado mínimo, este se marcó como de 10ml., siendo este el valor en 14 de los 15 reportes de pacientes manejados con clavo Fixon. En el grupo de control, esta cifra se registró solo en un caso, teniendo el valor más cercano (20ml) en dos pacientes (Gráfica 2). La diferencia es significativa ( $p=0.0001$ ).



Gráfica 2. Sangrado (en mililitros) para ambos grupos de acuerdo al tipo de

## CONSOLIDACIÓN ÓSEA.

La consolidación grado I se alcanzó en promedio hacia la semana 3.16 en el grupo de estudio y en hacia la 4.52 en el grupo control, sin alcanzar una diferencia significativa ( $p=0.16$ ). Resalta la tendencia de rezagarse esta consolidación con el clavo Targón, solo para el trazo 12A2.2, presentándose en un promedio 5.25 semanas, en comparación con su contraparte del mismo tipo de trazo con clavo Fixion (3.18 semanas) o con el mismo implante y fractura tipo 12A3.2 (3.8 semanas), sin llegar a ser este dato significativo por el tamaño de la muestra ( $p=0.18$  por U de Mann Whitney).

		G I	G II	G III	G IV
FIXION	(12A2.2)	3.18	6.81	15.45	30.77
	(12A3.2)	3.15	8.9	19.22	33.11
TARGON	(12A2.2)	5.25	9.5	14.33	24.5
	(12A3.2)	3.8	8.25	12.57	24.75
VALOR p		0.16	0.16	0.41	0.09

**Tabla 2. Consolidación ósea en grados, según implante colocado y tipo de trazo de fractura. Se muestra el promedio en semanas en que se logro la consolidación, así como la consolidación promedio de cada grupo y de la serie en total.**

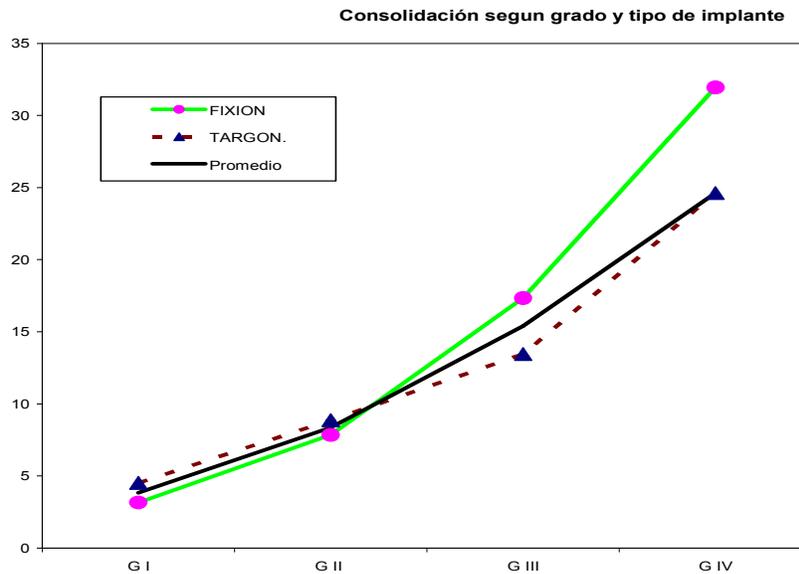
El segundo grado de consolidación fue alcanzado en el grupo de estudio en promedio a la semana 7.8 (rango de 3 a 23 semanas), comparado con la semana 8.8 (rango de 4 a 15 semanas) del grupo control, sin tener

diferencia significativa ( $p=0.16$ ). Nuevamente hay tendencia de retardar la consolidación con clavo Targón en el tipo de fractura 12A2.2 (9.5 semanas), con respecto al mismo trazo de fractura fijada con clavo Fixion (6.81 semanas) y trazo de fractura 12A3.2 con el mismo implante (8.25 semanas); sin embargo la diferencia, no es significativa ( $p=0.45$ ).

La consolidación grado III para el grupo de estudio fue alcanzada hacia la semana 17.33 en promedio, con respecto al grupo control, donde se logró hacia la semana 13.45. Llama la atención la tendencia de retraso en el tiempo de consolidación para el grupo de estudio, en comparación con el manejo con clavo Targón ( $p=0.41$ ).

La consolidación completa, o grado IV, se logró en promedio a la semana 31.9 para el grupo de estudio, siendo más rápida para el grupo control con 24.6 semanas, representando esta diferencia significancia estadística ( $p=0.09$ ).

Los resultados conforme a la consolidación ósea en nuestra serie muestran tendencia a retardar la consolidación de las fracturas manejadas con clavo Fixion a partir de una consolidación grado III incrementando la brecha del tiempo, hasta lograr diferencia estadística con respecto al grupo de pacientes manejados con clavo Targón. Se muestra esta característica en la gráfica 3.



**Gráfica 3. Consolidación en semanas, de acuerdo al tipo de implante. La línea continua muestra la consolidación promedio para ambos grupos. Nótese que la diferencia más marcada entre los grupos hacia la consolidación grado IV.**

Empleando el análisis de covarianza se observó que el diámetro es determinante en el tiempo de consolidación, dando un diámetro promedio de la diáfisis humeral, en condiciones controladas y de acuerdo a nuestro grupo, se consideró que la consolidación grado IV se alcanza hacia la semana 22.9 con el clavo Targón y hacia la semana 32.4 con el clavo Fixion.

ARCOS DE MOVILIDAD PARA HOMBRO. ABDUCCION COMPLETA.

En ambos grupos, se logró completar la abducción del hombro hacia la semana 17.6 para el grupo de estudio y 16 para el grupo control ( $p=0.51$ ) sin diferencia entre ambos.

Se comparó por medio de la correlación de Pearson entre el tiempo de consolidación y la abducción completa, resultando la abducción

completa del hombro se relacionada directamente con la consolidación grado III (coeficiente 0.571) con  $p=0.02$ , ocurriendo en promedio hacia la semana 15.3.

#### FUERZA MUSCULAR.

La fuerza muscular con grado 3 se alcanza en promedio hacia la semana 7.91 en el grupo de estudio y en la semana 5 en el grupo manejado con clavo Targón ( $p=0.12$ ).

La fuerza muscular grado 4 se logra hacia la semana 15.5 en el grupo de estudio y semana 17.5 en el grupo control, sin mostrar diferencias significativas ( $p=0.28$ ), en tanto que la

	<b>FIXION</b>	<b>TARGON</b>	<b>Valor p</b>
<b>FM3</b>	7.91	5	0.12
<b>FM4</b>	15.5	17.5	0.28
<b>FM5</b>	32.7	24.25	0.02

**Tabla 5. Tiempo en semanas en lograr la fuerza muscular promedio, según tipo de implante.**

fuerza muscular grado 5, se alcanzó a la semana 32.7 en el grupo de estudio contra 24.25 en el grupo control, esta diferencia si fue significativa ( $p=0.02$ ).

Se efectuó coeficiente de Pearson, mostrando que existe una alta relación entre lograr una consolidación grado I y alcanzar la fuerza muscular grado 3. El coeficiente es significativo con 0.535 y una  $p=0.010$ .

Asimismo, la fuerza muscular completa (5 según escala de Daniels), se relaciona directamente a la fecha en que se logra la consolidación

grado IV, significado de un alto coeficiente de correlación (0.41) y una  $p=0.06$ .

Durante el estudio, se observó en algunos pacientes dolor intenso a nivel de hombro, que impedía movilidad para la abducción. Este dato fue registrado, sin haber diferencias entre los grupos ( $p=0.54$ ). Efectuando correlación entre los pacientes que presentaron el dolor intenso, con el grado de consolidación lograda, se determinó que aquellos pacientes en ambos grupos, que presentaron dolor, mostraron un rezago en lograr la consolidación grado I y II ( $p=0.13$ ). Para la consolidación grado II, los pacientes con dolor intenso, ésta se logró en un promedio de 10.8 semanas en el grupo de estudio y 10.3 semanas en el grupo control, en comparación con los pacientes sin dolor, donde la consolidación grado II promedio se presentó a las 7.18 semanas para el grupo de estudio y 8.1 semanas para el control ( $p=0.08$ ).

#### COMPLICACIONES.

La lesión nerviosa se documentó en el postoperatorio en tres pacientes. Sin ser significativa su presentación respecto a ambos grupos, se detectó la axonotmesis del nervio radia en dos pacientes del grupo de estudio y uno del grupo control, teniendo la lesión nerviosa recuperación completa hacia la semana 20.

El fallo en la consolidación ósea se dio en siete pacientes, cuatro del grupo de estudio y tres del grupo control, significando 16 y 25%

respectivamente, sin haber diferencias entre sexo, tipo de fractura o tiempo quirúrgico ( $p=0.42$ ).

<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Evolución (días)</b>	<b>Tiempo Qx (minutos)</b>	<b>Tipo Trazo (AO)</b>	<b>Diámetro (milímetros)</b>	<b>Localización</b>
44	Fem	8	180	12A3.2	9	Mitad Distal
30	Mas	5	88	12A2.2	9	Mitad Proximal
65	Mas	5	200	12A3.2	12	Medio
40	Fem	7	19	12A3.2	8	Mitad Proximal
58	Mas	6	15	12A2.2	15	Mitad Distal
83	Fem	9	40	12A2.2	10	Mitad Distal
36	Mas	2	30	12A3.2	11	Mitad Distal

---

**Tabla 6. Características epidemiológicas de los pacientes que presentaron fallo en la consolidación en nuestra serie.**

En la búsqueda del fallo se determinó que el diámetro del canal, a pesar de no ser estadísticamente significativo, mostró una tendencia para no consolidar en diámetros mayores de 10mm, colocando en ese diámetro tres casos del grupo de estudio y uno del grupo control, con un trazo de fractura de predominio del extremo distal del tercio medio en mas de la mitad de los pacientes (ver tabla 6).

## DISCUSION

En el este trabajo se compara el resultado de la fijación con dos tipos de implante en fracturas con el mismo trazo de fractura, en sujetos con características físicas y epidemiológicas similares, y en población mexicana. En la literatura no se observo esta disposición, ya que se cuenta con estudios descriptivos con el clavo Fision, pero no existe un estudio comparativo con otro tipo de implante <sup>24, 29</sup>.

De la misma forma, la literatura mundial carece de un estudio comparativo donde se tome en cuenta el tipo específico de trazo en el segmento óseo mencionado<sup>1, 3, 6, 7, 10, 16</sup>.

El tipo de trazo de fractura es difícil de ser manejado de manera no quirúrgica, por la poca superficie de contacto cortical, que otorga poca fricción<sup>30</sup> y por ello mayor inestabilidad, imposibilitando la reducción óptima por medios no quirúrgicos. En este estudio se concluye que, al menos en los dos tipos de trazo de fractura estudiados, no hay diferencia en la velocidad de consolidación.

Se ha descrito que el implante Fixion es fácil de utilizar, puede ser fácilmente insertado y cuenta con un curso clínico aceptable, y se recomienda para fracturas de tercio medio de diáfisis humeral en pacientes polifracturados<sup>4</sup>.

Las ventajas biomecánicas de lograr el control rotacional se obtienen sin la necesidad de clavos de bloqueo distales, disminuyendo el tiempo de fluoroscopia, quirúrgico, pérdida sanguínea, así como riesgo de lesión nerviosa iatrogénica e infección<sup>31</sup>.

Esta estabilidad rotacional se logra gracias a las barras alineadas longitudinalmente, que descansan a lo largo del canal medular, traduciéndose en una característica mecánica deseable en hueso osteoporótico o hueso el que el estrés es un factor determinante<sup>29</sup>.

Al realizar la comparativa de nuestro estudio con la literatura mundial, destaca el consenso de prevenir complicaciones al no realizar el bloqueo distal a manos libres, disminuyendo el tiempo de la cirugía. Respecto a las complicaciones, no existe evidencia de disminución o incremento de la tasa de embolismo graso con cirugía pronta o retraso de la misma, al menos en el paciente no politraumatizado de nuestra serie. El prolongar el tiempo de evolución, al optar por manejo conservador, solo se incrementa la dificultad para una reducción cerrada y hace necesaria la osteoclasis y reducción abierta para obtener resultados satisfactorios,

deteriorando la calidad endóstica y perióstica, con consecuente retardo en la consolidación<sup>16</sup>.

El clavo Fixion ofrece disminución de tiempos y cantidad de sangrado, sin embargo, no representa una ventaja significativa con respecto al clavo Targón en la tasa de complicaciones como la lesión nerviosa o no unión; incrementando el tiempo para lograr la consolidación completa.

A pesar de no haberse medido en este estudio, la colocación del clavo Fixion disminuye significativamente el Tiempo de exposición a los rayos X.

En la tasa de fracaso, como se mencionó anteriormente, la mayor parte de los casos de no unión se dieron con localización del trazo de fractura hacia la mitad distal del tercio medio, correspondiendo anatómicamente ésta, a la zona por debajo de donde más comúnmente se encuentra la entrada de la arteria nutricia principal del húmero, resultando menor la irrigación posterior a la fractura<sup>32</sup>.

El pobre control rotacional que se ha descrito para el clavo Fixion en comparación con un implante bloqueado<sup>33</sup>, no fue significativo en nuestra serie, ya que no se mostraron diferencias en el fracaso de la consolidación al compararse con el clavo bloqueado. Se corrobora entonces, que la configuración de este implante brinda estabilidad rotacional, disminuyendo por tanto el tiempo de consolidación a aquellos implantes en los que no se logra este control<sup>34</sup>.

Capelli<sup>7</sup> describe una serie de casos de fractura humeral, manejados con clavo Fixion, sin embargo no cuenta con parámetros clínicos o radiográficos objetivos para determinar la consolidación, además de no ser un tipo de fractura específico; sin embargo resalta las características de este implante, contando con menores tiempos y una evolución clínica favorable respecto a lo esperado. Las desventajas y complicaciones, son equiparables con nuestro estudio. En otro estudio<sup>7</sup> son descritas las ventajas de este implante en nueve pacientes manejados a foco cerrado. Resalta, al igual que en nuestra serie la facilidad para la reducción con este implante, no siendo necesaria la reducción abierta en ningún paciente de su estudio, y solo uno de nuestra serie. Hay relevancia de que los pacientes cuentan con una evolución favorable, destacando el dolor a nivel de hombro al realizar movilidad desde la sexta semana de postoperatorio, desapareciendo el mismo hacia el sexto mes de postoperatorio. Desafortunadamente, la relación consolidación y grado de movilidad no es descrita, así como tampoco el método de evaluar la consolidación.

Es de llamar la atención que en otras series, la consolidación se logre con mayor prontitud, describiéndose desde la semana 13, hasta los seis meses, sin embargo, al no describir un parámetro objetivo para medirla, es improbable transpolar nuestros resultados, o definir categóricamente a

nuestra población como en retardo de la consolidación en comparación con otros grupos.

Es de resaltar en nuestra serie, la relación estrecha que se logra entre una fijación estable del trazo de fractura (consolidación en grado II o III) y que el paciente logre realizar una movilidad completa, llegando a una fuerza muscular que asegure continuar con la siguiente etapa de consolidación. Esta correlación puede servir como herramienta clínica para valorar el grado de consolidación ósea sin contar con una radiografía, solo como un parámetro complementario de la evolución general del paciente.

En resumen, la comparación entre ambos sistemas de fijación, muestra por un lado confluencias entre los grupos con respecto a la estabilidad del implante, recuperación de los rangos de movilidad y tasa de complicaciones, y por el otro lado, las importantes diferencias a favor de una tiempo quirúrgico y anestésico breve, menor tiempo de exposición a radiaciones y menor sangrado para el clavo Fixion, a expensas de una consolidación, recuperación de los arcos de movilidad y fuerza menos rápidamente que con el clavo Targón.

## BIBLIOGRAFIA

---

- <sup>1</sup> Mast, JW; Spiegel PG; Harvey JP; Harrison C. Fractures of the humeral shaft: a retrospective study of 240 adult fractures. *Clin Orthop* 1975;1112:254-62.
- <sup>2</sup> Tytherleigh-Strong, G; Walls, M; McQueen M. The epidemiology of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg (Br)* 1998;80-B:249-53.
- <sup>3</sup> Lorich DG, Geller DS, Yacoubian SV, Leo AJ, Helfet DL. Intramedullary fixation of humeral shaft fractures using an inflatable nail. *Orthopedics*. 2003 Oct;26(10):1011-4.
- <sup>4</sup> Schatzker, Joseph; Tile, Marvin. *Tratamiento quirúrgico de las fracturas*. 2ª Ed. Editorial Médica Panamericana. 1998.
- <sup>5</sup> A. Sarmiento, J. P. Waddell, and L. L. Latta. Diaphyseal Humeral Fractures: Treatment Options. *J. Bone Joint Surg. Am.*, October 1, 2001; 83(10): 1566 - 1579.
- <sup>6</sup> McCormack RG; Brien D, Buckley R.E, McKee J. Fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail. *J Bone Joint Surg (Br)* 2000;82-B:336-9.
- <sup>7</sup> Jovanovic A., Pirpiris M, Semisli H., Doig S.G. Fixion nails for humeral fractures. *Injury*. 2004 Nov;35(11):1140-2.
- <sup>8</sup> Brumback RJ, Bosse MJ, Poka A, Burgess AR. Intramedullary stabilization of humeral shaft fractures in patients with multiple trauma. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68-A : 960-969.
- <sup>9</sup>Gregory P , Sanders R. Compression plating versus intramedullary fixation of Humeral shaft fractures. *J Am Acad Orthop Surg*; 1997(5):215-223.
- <sup>10</sup> R.M. Capelli, V. Galmarini, et al. Il chiodo ad espansione "Fixion" nel trattamento chirurgico delle fratture diafisarie di omero e tibia. *Chir. Organi Mov*. Vol 88. 2003.
- <sup>11</sup> Hall R, Pankovich A. Ender nailing of acute fractures of the humerus: a study of closed fixation by intramedullary nails without reaming. *J Bone Joint Surg Am*. 1987; 69: 558-567.
- <sup>12</sup> Putz P, Pauwels P. Hackethal's method of bundle nailing for proximal or diaphyseal fractures of the humerus. *Acta Orthop Belg*. 1995;61(suppl 1):162-165.

- <sup>13</sup> Slatis P.: Intramedullary nailing. The 3<sup>rd</sup> Conference of the international society for fracture repair. Book of Abstracts, 1992.
- <sup>14</sup> Wenda K., Runkel M., Degreif J., Ritter G.: Pathogenesis and clinical relevance of bone marrow embolism in medullary nailing demonstrated by intraoperative echocardiography. *Injury. Supplement.* 1993, 3: 73-81.
- <sup>15</sup> Wolfgang Maria Franck MD, Manuel Olivieri MD, Olof Jannasch MD, Frank Friedrich Hennig MD. Expandable Nail System for Osteoporotic Humeral Shaft Fractures: Preliminary Results. *J Trauma* 2003;54:1152-1158]
- <sup>16</sup> Izquierdo, F; Nieto, E. Fracturas diafisarias de humero, fémur y tibia tratadas con sistema de enclavado endomedular expansible Fixion (Serie Clínica) IAHULA 2000-2001 (Spanish). *Revista Venezolana de Cirugía Ortopédica y Traumatología.* Vol. 34 N 1, Marzo 2002.
- <sup>17</sup> Muller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones.* Berlin: Springer-Verlag;1990.
- <sup>18</sup> Owen y cols. Fundamentos científicos de ortopedia y traumatología. Editorial Salvat. 1984: pp283-299.
- <sup>19</sup> Op cit: pp 190.
- <sup>20</sup> Trentz OA, Handschin AE, et al. Influence of brain injury on early posttraumatic bone metabolism. *Crit Care Med.* 2005 Feb;33(2):399-406.
- <sup>21</sup> Schiefke I, Fach A, et al. Reduced bone mineral density and altered bone turnover markers in patients with non-cirrhotic chronic hepatitis B or C infection. *World J Gastroenterol.* 2005 Mar 28;11(12):1843-7.
- <sup>22</sup> Bruera D, Luna N, et al. Decreased bone mineral density in HIV-infected patients is independent of antiretroviral therapy. *AIDS.* 2003 Sep 5;17(13):1917-23.
- <sup>23</sup> Goldman L. Assessing and reducing cardiac risks of noncardiac surgery. *Am J Med.* 2001; 110: 320-323.
- <sup>24</sup> Hoppenfeld and R de Boer. *Surgical exposures in orthopaedics: the anatomic approach.* Lippincott, Williams & Wilkins, 2003. 3<sup>rd</sup> ed. Pp 99-103. ISBN: 0-78174228-5.
- <sup>25</sup> Web reference: [www.disc-o-tech.com](http://www.disc-o-tech.com) (13 junio 2006)
- <sup>26</sup> Surgical Manual – Targón H. Aesculap, Germany. [www.aesculap.de](http://www.aesculap.de). (18 junio 2006)
- <sup>27</sup> Díez García, M; Ballesteros R.F; Coronado Z.R. et al. Ultrasonido de baja intensidad en el tratamiento de la consolidación ósea de radio y cúbito. *Rev. Mex. Med. Fis. y Rehab.* 2001; 13: 80-83.
- <sup>28</sup> Daniels, W.Harris. *Pruebas Funcionales Musculares.* 6<sup>a</sup> Edición, Ed. Marban 1997.

- <sup>29</sup> Franck, Wolfgang Maria MD; et al. Expandable Nail System for Osteoporotic Humeral Shaft Fractures: Preliminary Results. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*. 54(6):1152-1158, June 2003.
- <sup>30</sup> Muller ME; Allgower M, Schneider R et al. *Manual de Osteosíntesis: Técnica A.O.* Berlin, Springer, 1980.
- <sup>31</sup> Lorch DG, Geller DS, Yacoubian SV, Leo AJ, Helfet DL. Intramedullary fixation of humeral shaft fractures using an inflatable nail. *Orthopaedics*. 2003 Oct;26(10):1011-4.
- <sup>32</sup> Carroll SE. A study of the nutrient foramina of the humeral diaphysis. *J Bone Joint Surg Am*. 1963; 45:176-181.
- <sup>33</sup> Blue, Jochen MD. Et al. Self-Locking expandable intramedullary nails offer low rotational stability in biochemical testing. *Scientific Poster. OTA 2003*. Clinic for orthopaedic trauma surgery, Univ Mainz, Germany.
- <sup>34</sup> Augat, Peter; Burger, Johannes; Schorlemmer, Sandra, et al, Shear movement at the fracture site delays healing in a diaphyseal fracture model. *Journal of Orthopaedic Research*. Vol 21, 6. Jan 2006. 1011-1017.