



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**SECRETARIA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION**

**ESPECIALIDAD EN:  
ORTOPEDIA**

**Curso Universitario de Especialización en Ortopedia**

**TRATAMIENTO DE LA PSEUDOARTROSIS PERSISTENTE ASEPTICA DE HUMERO**

**Experiencia en el Instituto Nacional de Rehabilitación**

**T e s i s**

**Que para obtener el grado de Especialista en**

**Ortopedia**

**Presenta:**

**Dr. Josué Armando Menchaca Barragán**

**Asesor: Dr. Victor Manuel Escobedo Troncoso**

**México, DF**

**Agosto 2008**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

---

Dra. Matilde L. Enríquez Sandoval

Directora de Enseñanza Médica

---

Dra. Xochiquetzal Hernández López

Subdirectora de Enseñanza Médica

---

Dr. Luís Gómez Velásquez

Jefe de la División de Enseñanza Médica

---

Dr. José Manuel Aguilera Zepeda  
Profesor Titular del Curso de Ortopedia

---

Dr. Víctor Manuel Escobedo Troncoso  
Asesor clínico

---

Dra. María de la Luz Arenas Soto  
Asesor metodológico

## Agradecimientos

A mis padres y hermanas por todo el apoyo incondicional y amor brindado durante mi formación profesional.

A mi esposa Paola, por su amor, por su apoyo e impulsarme y darme ánimos en los momentos más difíciles.

A mis familiares, suegros, cuñadas y amigos por su amistad y apoyo incondicional.

A mis profesores por su dedicación y esfuerzo para hacer de un sueño una realidad.

---

## INDICE

Antecedentes .....	1
Introducción .....	2
Planteamiento del problema.....	19
Objetivos.....	20
Justificación.....	21
Material y métodos.....	22
Resultados.....	25
Discusión.....	29
Anexo.....	32
Bibliografía.....	37

## ANTECEDENTES

A partir del siglo XXI se ha reportado que la fractura de diáfisis humeral representa el sitio de fractura más común en el retardo de consolidación o de unión de todos los huesos largos. (1,4).

Las fracturas de diáfisis de húmero eran manejadas en un principio de siglo en forma conservadora con aparatos de yeso (31,32), en ocasiones evolucionando tórpidamente al retardo en la consolidación o pseudoartrosis. Actualmente existen varias opciones de tratamiento de las fracturas de diáfisis de húmero, se pueden agrupar en dos grandes grupos: tratamiento conservador ó quirúrgico, ya sea con placas, clavos centro medulares ó fijadores externos (2, 3, 4,8).

Dentro de las principales indicaciones para el manejo quirúrgico son las siguientes: pacientes politraumatizados (facilitar movilización y rehabilitación), fracturas bilaterales, fractura homo-lateral del húmero y el radio y/o cúbito proximal (codo flotante), fractura expuesta, fractura multi-fragmentada, fractura en terreno patológico, fractura con lesión vascular acompañante o lesión de nervio radial (obesidad factor importante). (1,3, 22).

El tratamiento dependerá del sitio de la fractura. Las fracturas de húmero en general, consolidaran sin novedad, pero cuando esto no ocurre, y evoluciona a la pseudoartrosis, la mayoría de los pacientes presentaran limitación de los arcos de movilidad tanto de hombro como de codo, disminuyendo su calidad de vida y su desempeño laboral. (3, 4,10).

## INTRODUCCION

Se ha definido diáfisis humeral como la región entre el borde superior de la inserción del pectoral mayor delimitado justo por arriba del surco condilar.

Las fracturas de húmero representan aproximadamente 5-8% de todas las fracturas (1, 4,25), la mayoría de las fracturas de húmero no involucran ni la articulación proximal o distal y por lo tanto en ocasiones son tratadas en forma conservadora (1, 4, 31, 32,33).

Los rangos de pseudoartrosis ó no unión son del 10-15%, y se pueden encontrar múltiples tratamientos para este tipo de complicaciones. (1, 4).

Se define retraso en la consolidación, cuando el tiempo es superior al estimado. Clínicamente el tiempo aproximadamente 24 a 32 semanas después de la lesión. Mientras que en la pseudoartrosis, es el sitio de la fractura que ha dejado de mostrar cualquier tipo de consolidación, lo que se comprueba por la persistencia de las líneas de fractura, esclerosis de los extremos óseos y/o pérdida ósea. (1, 4, 14, 15, 18)

Generalmente se considera pseudoartrosis a una fractura que no se ha consolidado en un periodo de 6 a 8 meses. (1,4)

Pseudoartrosis persistente es aquella en el que el tratamiento inicial de una fractura fracasó en más de una ocasión, agregándose osteopenia peri-lesional y pérdida ósea. (11, 17)



Valgas en el 2004 determina que aquellas fracturas tratadas de manera conservadora, presentan un rango del 87-90% de pseudoartrosis. En cambio aquellas fracturas tratadas en forma quirúrgica apropiadamente presentan una incidencia de pseudoartrosis del 15-30%. (4)

La falta de consolidación puede asociarse a diversos factores, es decir, multifactorial. (1, 3, 4, 24) :

- Patrón de la fractura (tipo de la fractura)
- Obesidad
- Tabaquismo
- Osteoporosis
- Alcoholismo
- Fracturas patológicas
- Interposición de tejidos blandos
- Sobre distracción
- Osteosíntesis inadecuada
- Infección

## ETIOLOGIA

Las fracturas transversas, oblicuas cortas o multi-fragmentadas se han identificado como aquellos patrones de fracturas que presentan mayor retardo en la consolidación o pseudoartrosis. (3, 6, 11)

Dentro de las principales causas se incluyen menor superficie de contacto resultando en un incremento en el esfuerzo de la células formadoras de hueso por área, una mayor distracción o desplazamiento ocurre entre los dos huesos de la diáfisis dificultando la inmovilización , alterando la estabilidad absoluta, o la interposición de tejido blando entre el trazo de la fractura (1, 2, 4, 19, 20, 22).

En estudios recientes Martínez observó que de acuerdo al tipo de fractura clasificado por la AO, el porcentaje de desarrollar pseudoartrosis.

La más frecuente fue la fractura A1 (49.7%). La pseudoartrosis se produjo en el 21% de los casos en A1, 26.7% de las A2, el 21.7% de las A3 y el 16.7% de las B1 (3).

Las fracturas multi-fragmentadas pueden tener diferentes capacidades de consolidación, debido a la lesión vascular de la arteria nutricia, alteración de tejidos blandos circundantes o ambos, alterando la capacidad de consolidación. En estas instancias el fragmento con lesión vascular es el sitio de la pseudoartrosis. (1, 5, 7, 11,15).

La primera arteria nutriente se dirige hacia el húmero entra en el borde medial por detrás en la porción media de la diáfisis (1,12,).

Carroll (15) realizó su estudio de húmero en 71 cadáveres adultos observando la foramina de la arteria nutricia entrando a lo largo de la región distal del primer tercio de la diáfisis. Además la mitad de estos especímenes solo presentaban un vaso nutricia, esto explica los problemas de consolidación en aquellas fracturas localizadas en esta región en la unión tercio medio con distal de la diáfisis como resultado de lesión de arteria nutricia. (1.12, 15).

Todas las fracturas producen cierto grado de interrupción de la vascularidad del hueso y de los tejidos blandos, y cuando más alta sea la energía del traumatismo mayor afectación a la vascularización. (22)

En la localización de la fractura será de suma importancia encontrar un fragmento vascularizado por una arteria terminal, esto es determinante, a su vez el tratamiento quirúrgico puede ocasionar más lesiones vasculares y nerviosas (Nervio Radial). (16,26)

Aunque una fractura que presenta un fragmento avascular o pobremente vascularizado es posible que consolide; lo hará mucho más lento de lo normal, y a veces puede no consolidar. (5, 8, 16)

Si ambos fragmentos son avasculares la fractura tendrá las máximas posibilidades de no consolidar. Ninguna intervención sobre los factores mecánicos estimulara la consolidación, a menos que la remodelación del fragmento óseo necrótico o la oposición del hueso perióstico neoformado restablezcan la vascularización local. (1, 5, 6, 7)

La inestabilidad es factor importante para consolidación. La osteosíntesis con placa de una fractura simple o con un fragmento en cuña sin compresión interfragmentaria conducirá a una inestabilidad local y reabsorción ósea en el foco

de la fractura, en esta situación, la placa impide el contacto mecánico y la consolidación entre los fragmentos a menos que se produzca una rotura por fatiga de esta, además de la lesión de periostio al colocar la placa, dañando la vascularidad local. (5, 7, 8, 16, 20).

Es un hecho habitual que la pseudoartrosis se limite sólo a un único plano en el que persiste la inestabilidad mecánica (22).

Es importante determinar el estilo de vida del paciente y es responsabilidad del ortopedista asegurarse de que el plan de tratamiento es compatible con la personalidad y el estilo de vida del paciente. Debe controlarse o tomarse en consideración la marcha con carga excesiva, el hábito de fumar, dieta inadecuada, enfermedades crónicas degenerativas como la diabetes y otras posibles circunstancias adversas. (1, 4, 6)

Otro factor importante son las neuropatías, parece existir cierta relación estrecha entre la consolidación de la fractura y la función normal de la extremidad. La diabetes antes mencionada, paraplejía, alcoholismo crónico, espina bífida, siringomielia y lepra, la sensibilidad propioceptiva protectora que limita la capacidad del paciente para controlar la carga durante la marcha o sus actividades diarias, las lesiones graves de los tejidos blandos de la zona afectada pueden conducir a una pérdida de la sensibilidad que compromete el ya afectado proceso de consolidación. (1, 21, 22,28).

La obesidad es bien reconocida como factor predisponente en la pseudoartrosis, en un estudio realizado por Esterhai en 1986, aquellos pacientes que presentaban un peso mayor al 50% del peso ideal (1), representaba un factor determinante.

Férulas yesos o manejos conservadores en pacientes obesos no pueden controlar adecuadamente la movilidad de la fractura en brazos obesos, debido a la sobre distracción o al desplazamiento de la fractura. (1, 3, 31,32)

## **Osteoporosis**

Con el mejoramiento en la medicina preventiva, cuidados médicos y en el estilo de vida, los pacientes presentan mejor calidad de vida y los pacientes tienen una larga expectativa de vida, dando como resultado pacientes más viejos y por tal motivo las fracturas en individuos con osteoporosis se ha incrementado (2,3,17).

En los retardos de consolidación existen claros signos clínicos y radiográficos, del proceso de curación de la fractura, que se han prolongado un tiempo superior. Es importante realizar el diagnóstico de retardo en la consolidación para actuar con el mayor esfuerzo y conseguir la consolidación lo más pronto posible. (1, 3, 6, 22).

Debido a que el húmero representa el sitio de inserción y de origen de múltiples músculos que proporcionan al brazo estabilidad y función en aquellos casos de pseudoartrosis o retardo en la consolidación, las fracturas de los pacientes, presentarán inestabilidad, acortamiento del brazo, angulación, rigidez articular, hipotrofia muscular, alteraciones vasculares, nerviosas o infección (1, 4, 22,24)

Clínicamente el retardo en la consolidación, la extremidad afectada se presenta con inflamación, enrojecimiento, calor local, la movilización y la carga parcial son dolorosas. Los análisis de laboratorios, como la velocidad de sedimentación (VSG), la proteína C reactiva (PCR) y los recuentos leucocitarios pueden resultar normales. Las radiografías pueden mostrar la movilización del implante, si el objetivo de la osteosíntesis fue la estabilidad absoluta, el

ensanchamiento de la línea de la fractura y la formación del callo (“callo irritativo”) son signos de inminente fracaso mecánico de la fijación. (13,19, 22).

La fase inicial del tratamiento puede ser no quirúrgica, ya que reduciendo los esfuerzos mecánicos sobre la fractura y disminuyendo la carga con la colocación de un yeso durante 6 semanas puede conducir hacia la consolidación. (1,32).

Martínez en su estudio observó que las pseudoartrosis se localizaron en el 24% de los casos, en aquellos pacientes tratados ortopédicamente y en el 17.7% en los pacientes tratados quirúrgicamente. (3).

Los tratamientos conservadores han obtenido una tasa de consolidación del 90% con férulas de abducción, férulas en “U”, como un tratamiento funcional (3, 31, 32). El tratamiento quirúrgico han obtenido entre el 70y el 100% de consolidación, Según las series (3, 11, 22, 25).

Los tratamientos quirúrgicos en fracturas agudas pueden representar el origen de la complicación como la pseudoartrosis. El uso de placas y tornillos han sido usadas como el tratamiento de elección en estas fracturas, pero la exposición limitada por la inexperiencia puede estar acompañado de la lesión de nervio radial o falta de familiarización con la anatomía regional, puede dar como resultado una aplicación de un placa muy corta o colocarla en una región ineficiente. La manipulación quirúrgica de la fractura con la lesión o inhibición del aporte sanguíneo del endostio o periostio, altera el medio local de la fractura, falla en la estabilidad de la osteosíntesis, son factores bien definidos. En el uso de placas y tornillos, causando el retraso en la consolidación o en la pseudoartrosis. (11, 15, 16, 26).

Las tasas de consolidación en el Mulier fueron mayores al utilizar la Osteosíntesis con placa en el 30% que al utilizar el enclavado centro-medular rígido en el 20% de los casos. (3).

Con otros métodos de Osteosíntesis de clavado más rígidos, mejora la tasa de consolidación oscilando entre el 70 y el 100% (14, 23, 29).

Las complicaciones relacionadas con el uso de un clavo centro-medular en la osteosíntesis de fracturas en húmero existe una reabsorción ósea. En un estudio retrospectivo de 26 fracturas de diáfisis de húmero tratadas con clavo centro medular, Mckee et al (35) observó un número de pacientes, una reabsorción ósea extensa, resultado del movimiento en el sitio de la fractura y difusión en el mango de los rotadores causado por la inserción del clavo en la región proximal del húmero (1, 4, 5, 13); condicionando una rigidez en hombro y codo, condicionando dolor prolongado. (4,3).

Estos clavos rígidos bloqueados no están exentos de complicaciones, como el aflojamiento de los tornillos de bloqueo , la rotura del clavo , la conminución añadida en la zona de entrada y la parálisis radial transitoria tras el enclavado (3, 14,16,17). Además la función del hombro cuando la técnica es anterógrada se ve afectada en el 25-30% de los casos (3,4)

#### Clasificación

- Pseudoartrosis hipertrófica.
- Pseudoartrosis avascular con o sin pérdida ósea
- Pseudoartrosis atrófica
- Neoartrosis

## **Pseudoartrosis hipertrófica**

Su incidencia depende en gran parte de una alteración de la estabilidad mecánica. En los tejidos bien vascularizados, la inestabilidad produce despegamientos locales del periostio, lo que provoca una neoformación ósea adicional. Aunque la fractura este en condiciones para consolidar, existe una estabilidad mecánica insuficiente que hará que la fractura no consolide. En ocasiones el paciente puede presentar cierto dolor por fatiga con la carga y presentar alguna deformidad. En su apariencia radiográfica puede simular una pata de elefante. (1,22)

## **Pseudoartrosis Avascular**

Esta es producida por la desvascularización de los fragmentos óseos, adyacentes al foco de la fractura debido al traumatismo ó a la intervención quirúrgica. Comenzando en el proceso de remodelación en el fragmento óseo vivo principal, se revitalizan las zonas de hueso necrótico.

Simultáneamente puede producirse un continuo rozamiento entre los fragmentos necróticos en el foco de pseudoartrosis que conduce a pérdida ósea por resorción. La demora en el retardo de reconocimiento y de tratamiento permite a este proceso de remodelado anormal provocar acortamiento y osteopenia del fragmento distal por desuso. (22, 25, 29)



## **Pseudoartrosis Atr6fica**

Este tipo de pseudoartrosis es frecuente en las extremidades superiores. En los dos extremos 6seos de la fractura pueden ser atr6ficas y vitalizados; esta atrofia se debe a la ausencia de cualquier transmisi6n de fuerza. (24)

Este tipo de pseudoartrosis es caracterizada por la ausencia de respuesta 6sea, a pesar estar vascularizada. (21, 24, 25)

## **Neoartrosis**

La inestabilidad en la fractura, condiciona una movilidad continua del foco de fractura condicionando la formaci6n de una falsa articulaci6n en la que una cavidad fibrocartilaginosa se encuentra rodeada por una membrana sinovial con producci6n de l6quido sinovial .frecuentemente observada en h6mero, tibia y f6mur.

Adem6s de cavidad sinovial, a menudo presentan una deformidad axial o rotacional. (14, 15, 24).

## **Tipos de Tratamientos**

El objetivo principal en el tratamiento de las pseudoartrosis es aliviar el dolor, conseguir una correcta alineaci6n con adecuada consolidaci6n 6sea y/o restaurar la funci6n de la extremidad lesionada. (1, 4, 8, 14, 22, 24, 28.).

Con excepci6n de las pseudoartrosis, con p6rdidas 6seas o importantes zonas de hueso desvitalizado, se puede realizar la consolidaci6n en un s6lo tiempo quir6rgico en un periodo de 4 a 5 meses.

Es imprescindible para evitar mayores complicaciones un detallado análisis de cada caso en particular un estrecho contacto personal con el paciente, especialmente durante el periodo postoperatorio. (1,8)

Se deben tomar precauciones especiales en los casos con déficit neurológico para proteger al paciente de las consecuencias de una sobrecarga involuntaria.

Como en la mayoría de los casos publicados, el índice de consolidaciones conseguidas es mayor al 95%, la reconstrucción quirúrgica debe prevalecer sobre métodos más agresivos como la amputación, la artroplastía o la artrodesis. (10,29).

### **Recontracción Ósea**

Es imperativo solo si existe un segmento de hueso necrótico ó un defecto óseo que deba pontearse. En los casos en los que la viabilidad del hueso sea dudosa, se puede elegir la reconstrucción como medida de precaución. En presencia de una pseudoartrosis hipertrófica, la decorticación puede indicarse para más seguridad. (27,28)

### **Decorticación Osteoperióstica**

Es la forma más fácil y efectiva de exponer una pseudoartrosis sin provocar una importante desvascularización, además la sección transversal del hueso. (5, 11, 27).

En los casos de pseudoartrosis en la diáfisis, el periostio se encuentra estrechamente unido a los músculos adyacentes y al hueso subperióstico, que recibe su vascularización de tejidos circundantes. (12)

El tallado de pequeños fragmentos óseos de la zona más periférica de la cortical diáfisiaria preserva la vascularización de su parte externa por la vía de las inserciones periósticas y corticales que pontean la pseudoartrosis.

Esta técnica es utilizada para mejorar la respuesta reparadora creando un lecho bien vascularizado. (11, 15, 23).

La decorticación es especialmente útil en las pseudoartrosis atrófica y avasculares para proporcionar un lecho vivo para los injertos óseos autólogos, aunque si esta técnica se realiza en una zona metafisiaria puede llegar a provocar cierta limitación de la función articular. (5,7,8,15,16,23,27).

### **Injerto autólogo esponjoso**

El injerto esponjoso autólogo en combinación con la decorticación, es el medio mas efectivo de pontear una zona de hueso necrótico o un defecto óseo relativamente pequeño con hueso vivo.

El injerto autólogo es el patrón de oro, tanto por sus efectos biológicos como mecánicos, tiene la ventaja de ser osteogénico (un foco de células vivas), osteoinductor (reclutador de células mesenquimales vecinas) y osteoconductor (andamio para la invasión de hueso nuevo). Biológicamente superior a los aloinjertos o a los sustitutos óseos disponibles actualmente.(1,4,5,8,10,15,25,26,27)

El injerto de hueso esponjoso se vascularizará por el tejido de granulación, que reemplaza al hematoma interfragmentario.

Durante las primeras seis semanas, los espacios entre los fragmentos de injerto esponjoso se vascularizan y pontean formando una red de hueso inmaduro plexiforma, que posteriormente se remodela debido a la influencia de la transmisión de fuerzas. (7, 15, 27)

Las desventajas del hueso esponjoso autólogo son la morbilidad que produce su extracción y su limitada cantidad. (17,22)

Las zonas mas importantes para su extracción son la cresta ilíaca anterior (injerto esponjoso y cortico-esponjoso), la cresta ilíaca posterior (esponjoso puro), el trocánter mayor y el fémur distal (en ambos casos con riesgo de fractura) y la tibia proximal , el injerto esponjoso puro es la opción más segura en presencia de infección. (6, 10, 17, 22)

### **Osteogénesis por distracción del callo e injertos libres vascularizados**

Dentro de los principales problemas clínicos representados en esta patología se incluye la pérdida ósea, en fracturas abiertas, infecciones o reabsorción ósea o de injerto con una falla de la Osteosíntesis.

Además dentro de las técnicas utilizadas se encuentra el uso de injerto óseo vascularizado, alóinjerto ó un transporte óseo. (1, 15, 17, 23)

El acortamiento del húmero de 1-2 cm es sumamente tolerado.

La osteogénesis por distracción del callo (Fijadores externos o Ilizarov) ó los injertos libres o vascularizados deben tenerse en cuenta en el tratamiento de aquellas pseudoartrosis con grandes pérdidas óseas mayores a cuatro ó cinco centímetros. (1, 6, 7, 14, 25).

La transferencia ósea libre ha expandido la capacidad de reconstrucción de defectos óseos diafisarios. El éxito depende de la integridad de los tejidos circundantes, los cuales pueden estar comprometidos por el trauma, isquemia, infección o radiación. (1,4,7,14,25).

El peroné es el principal donador para defectos en húmero, por su anatomía lineal o recta, siendo muy importante su característica cortical natural y su predecible aporte sanguíneo, la mayor limitación del peroné es su corta longitud del pedículo vascular (1, 10, 14).

Es imperativo realizar una Osteosíntesis absoluta, ya sea con un fijador externo (Ilizarov), placa o Clavo centro medular. (1, 4, 5, 7, 9, 25)

### **Alóinjerto y sustitutos óseos**

Los alóinjertos y los sustitutos óseos como la matriz ósea desmineralizada, la hidroxiapatita, el fosfato tricalcio, además de sustancias osteoinductoras como los factores de crecimiento, proteína ósea morfogénica, no han demostrado ser superiores al alóinjerto (5,6,7,10).

La mayoría de estas sustancias pueden contribuir a la reconstrucción de cavidades óseas debido a su acción osteoinductora y osteoconductora, pero todas ellas requieren un ambiente vivo para ser efectivas, en ausencia de elementos celulares vivos y de vascularización, no existe ninguna posibilidad de curación. (5, 6, 7, 16, 22, 25,)

### **Estabilización**

Es el medio mecánico imprescindible para permitir la calcificación del fibrocartilago en el foco de pseudoartrosis lo que prepara el foco para el desarrollo de los primeros puentes óseos. (1, 4, 5, 6, 8, 11, 16)

## **Osteosíntesis con placa**

Puede ser buen recurso para el tratamiento de las pseudoartrosis, pues permite aplicar compresión interfragmentaria, realizar la corrección de cualquier deformidad o tras técnicas rectoras (aporte de injerto), en un sólo tiempo operatorio. (1, 4, 8, 9, 11, 16, 24).

En los casos en los que se coloca una placa ondulada (placa ola) para pontearla pseudoartrosis, el aporte óseo esponjoso entre la placa y el hueso sólo puede mejorar la consolidación (2, 6, 8, 16).

Dentro de las principales complicaciones son infección por tiempo de exposición, y/o lesión de nervio radial.

Romalde en el 2007 realizó un estudio en el que aquellas Osteosíntesis en pseudoartrosis con placa tuvieron un éxito de consolidación del 70.3% y un periodo de consolidación de 20 semanas. Y concluyó que aquellas pseudoartrosis hipertrófica consolidaban mejor con placa (8).

## **Enclavado centro-medular**

El enclavado intramedular esta principalmente indicado en las pseudoartrosis diafisarias. El adecuado ajuste del clavo tras el fresado del foco de pseudoartrosis sin exponerlo, la estabilidad rotacional del bloqueo dinámico axial al cargar y el aumento de la vascularidad perióstica son factores importantes para estimular la consolidación. (1, 4, 5, 7, 8, 9, 13)

Dentro de las principales complicaciones descritas por este método de osteosíntesis se ha asociado a molestias en el hombro por lesión del manguito de los rotadores. (5, 7, 9, 13, 18).

Romalde en el 2007 realizó un estudio en el que aquellas osteosíntesis en pseudoartrosis con clavo centro-medular cerrojado tuvieron un éxito de consolidación del 78.6% y un periodo de consolidación de 23 semanas y concluyó que aquellas pseudoartritis hipotróficas consolidaban mejor con CCM (8).

### **Fijación externa**

La fijación externa puede indicarse cuando los tejidos blandos se encuentran en mal estado o en ciertas deformidades múltiplanares cerca de la articulación.

Su principal indicación es en aquellos casos en los que existe un importante acortamiento que tiene que ponerse por distracción del callo.

Además permite una corrección progresiva de la deformidad residual y o permite una compresión o distracción dinámica del callo óseo (6, 7, 14).

Con un fijador externo mono lateral axial, bien tolerado por el paciente y aplicado correctamente, se permiten movimientos de hombro y de codo durante el tratamiento reduciendo el déficit funcional al mínimo. (5, 7, 8, 14)

### **Artrodesis o artroplastia**

En general cualquiera de estas opciones debe considerarse, cuando la fijación de una pseudoartrosis periarticular sea imposible debido a pérdida o mala calidad ósea, o lesión articular irreparable.

La amputación puede estar indicada cuando la extremidad distal de una pseudoartrosis avascular es de mala calidad (afectación neurovascular, limitación de la movilidad articular y gran deformidad. (1, 22, 27)

Las ventajas y desventajas de una reconstrucción de larga duración deben ser discutidas con el familiar y el paciente, y evaluarse en relación de una rápida recuperación. (6, 8)

## **Electroestimulación**

La electroestimulación en la pseudoartrosis de húmero se ha propuesto como una alternativa atractiva en el manejo de este tipo de patología. En estudios actuales reportaron un éxito del 80% en el tratamiento de pseudoartrosis de extremidad inferior, desafortunadamente estos resultados no fueron presentados en la diáfisis del húmero, estos resultados pueden ser explicados por una inadecuada inmovilización, intervalos mayores a un centímetro, pseudoartrosis sinovial, osteoporosis, por lo que se concluyó que la electroestimulación no muestra ser un efectivo tratamiento en el manejo de pseudoartrosis de la diáfisis de húmero. (7, 8, 22)

El manejo quirúrgico en la pseudoartrosis de la diáfisis humeral es complejo, es necesario hacer énfasis en la restauración de la capacidad biológica de la osteogénesis y proveer un soporte mecánico adecuado, para lograrlo es necesaria la utilización injerto óseo y una fijación estable condicionando una mayor probabilidad de éxito. (22, 27)

Es primordial realizar un desbridamiento extenso, resección de la membrana sinovial o material fibrótico alrededor de la pseudoartrosis, resección del hueso desvitalizado o hueso esclerótico o hueso avascular de los sitios de la pseudoartrosis, permeabilización del canal y realineación de los segmentos inestables del hueso (1, 3, 11, 19, 22).



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pacientes post-operados de osteosíntesis tienen un riesgo del 10 al 15 % de presentar pseudoartrosis una de las principales complicaciones de las fracturas de húmero, dejando como secuela limitación de los arcos de movilidad del brazo y alteraciones óseas, por lo que proponemos a la osteosíntesis mixta como tratamiento quirúrgico de pacientes con pseudoartrosis postoperatoria.

Otra opción es: la osteosíntesis mixta es una opción para el tratamiento de la pseudoartrosis como complicación del tratamiento quirúrgico o conservador de la fractura de húmero?

## **OBJETIVOS**

### Objetivos Generales

Evaluar la consolidación de la pseudoartrosis aséptica persistente de húmero con las técnicas quirúrgicas antes descritas y las actividades de la vida diaria.

### Objetivos Específicos

Evaluar a la osteosíntesis mixta y compararla con la osteosíntesis tradicional (Fijador externo ó clavo centro-medular) como tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis persistente.

### Objetivos Secundarios

Evaluar clínicamente a los pacientes post operados mediante la escala funcional DASH.

Crear algoritmo de manejo en las pseudoartrosis persistente de húmero, basándose en los resultados de este estudio.

## JUSTIFICACION

Las fracturas de húmero representan aproximadamente 5-8% de todas las fracturas (3), las cuales se tratan quirúrgicamente, una de las complicaciones más frecuentes son la pseudoartrosis persistente (10-15%) la que se define como aquella en el que el tratamiento inicial de una fractura fracasó (1), en más de una ocasión. Agregándose osteopenia peri-lesional y pérdida ósea; y se pueden encontrar múltiples tratamientos para este tipo de complicaciones.

En el periodo del 1° de Enero del 2000 al 31 de Diciembre del 2007, se registraron 580 pacientes con el diagnóstico de pseudoartrosis en el Instituto Nacional de Rehabilitación, en todos los servicios de la Institución, de los cuales 316 pacientes fueron registrados en el servicio de infecciones óseas. En estudios recientes se describe que el tiempo aproximado de consolidación de las pseudoartrosis de húmero es de 6 a 10 meses, con diferentes técnicas de osteosíntesis (1, 3, 7, 8, 10, 19).

El éxito quirúrgico en estos pacientes mejorará su calidad de vida, debido a que se incorporaran al servicio de rehabilitación al segundo día de post-operados, mejorando arcos de movilidad, así como disminuyendo los reingresos hospitalarios, por esta patología; disminuyendo costos intra-hospitalarios y por lo tanto disminuirá costos a la institución y el paciente podrá ser reincorporado a sus actividades de la vida diaria y laboral en forma precoz.

## MATERIAL Y METODOS

Estudio retrospectivo, descriptivo, longitudinal, observacional.

Se revisaron 316 expedientes a partir del 01 de Enero del 2000 al 31 de Diciembre del 2007.

A los todos los pacientes seleccionados se les realizó historia clínica completa, se registro como antecedentes personales patológicos como tabaquismo, alcoholismo y enfermedades crónico degenerativas. Se les realizó exámenes de laboratorio , radiografías antero – posterior y lateral de húmero completo. Se registro si los pacientes presentaban lesión de nervio radial antes de ser tratados en el Instituto y se les aplicó la escala de evaluación de discapacidad DASH (Disabilities of the arm, shoulder and hand) (anexo 1).

Fueron eliminados aquellos pacientes con pseudoartrosis séptica de húmero, corroborado con exámenes de laboratorio como VSG y PCR, historia clínica incompleta o que presentaran descontrol metabólico, cumpliendo con los criterios de inclusión 43 pacientes fueron incluidos en el protocolo de investigación.

De los 43 pacientes seleccionados fueron sometidos a retiro de material de osteosíntesis si presentaban cirugía previa, permeabilización de canal y desbridamiento de hueso esclerótico en el borde fracturado de la pseudoartrosis y osteosíntesis con clavo centro-medular en la mayoría de los casos y/o la colocación de fijador externo o ambos.

Como método de estabilización de la pseudoartrosis, a todos los pacientes se les realizó toma y aplicación de injerto óseo, de hueso esponjoso de tibia proximal ipsilateral; en aquellos pacientes con un defecto mayor a 3 cm., se tomó la misma medida del defecto de la diáfisis de peroné libre, se colocó en zona de defecto del húmero y se estabilizó con fijador externo o clavo centro-

medular más la toma y aplicación de hueso esponjoso de tibia proximal ipsilateral.

Como control post-operatorio los pacientes fueron citados a las dos semanas para retiro de puntos y posteriormente se citaron al mes, a los tres meses, 6 meses y al año, para control radiográfico, las cuales consistían en proyección antero-posterior y lateral de húmero completo, se determinó consolidación, bajo control radiográfico

El paciente fue manejado en forma integral, con el servicio de rehabilitación, al segundo día de post-operado, mejorando arcos de movilidad y fuerza. , posterior al manejo en conjunto con los dos servicios se aplicó nuevamente la escala funcional DASH (anexo 1).

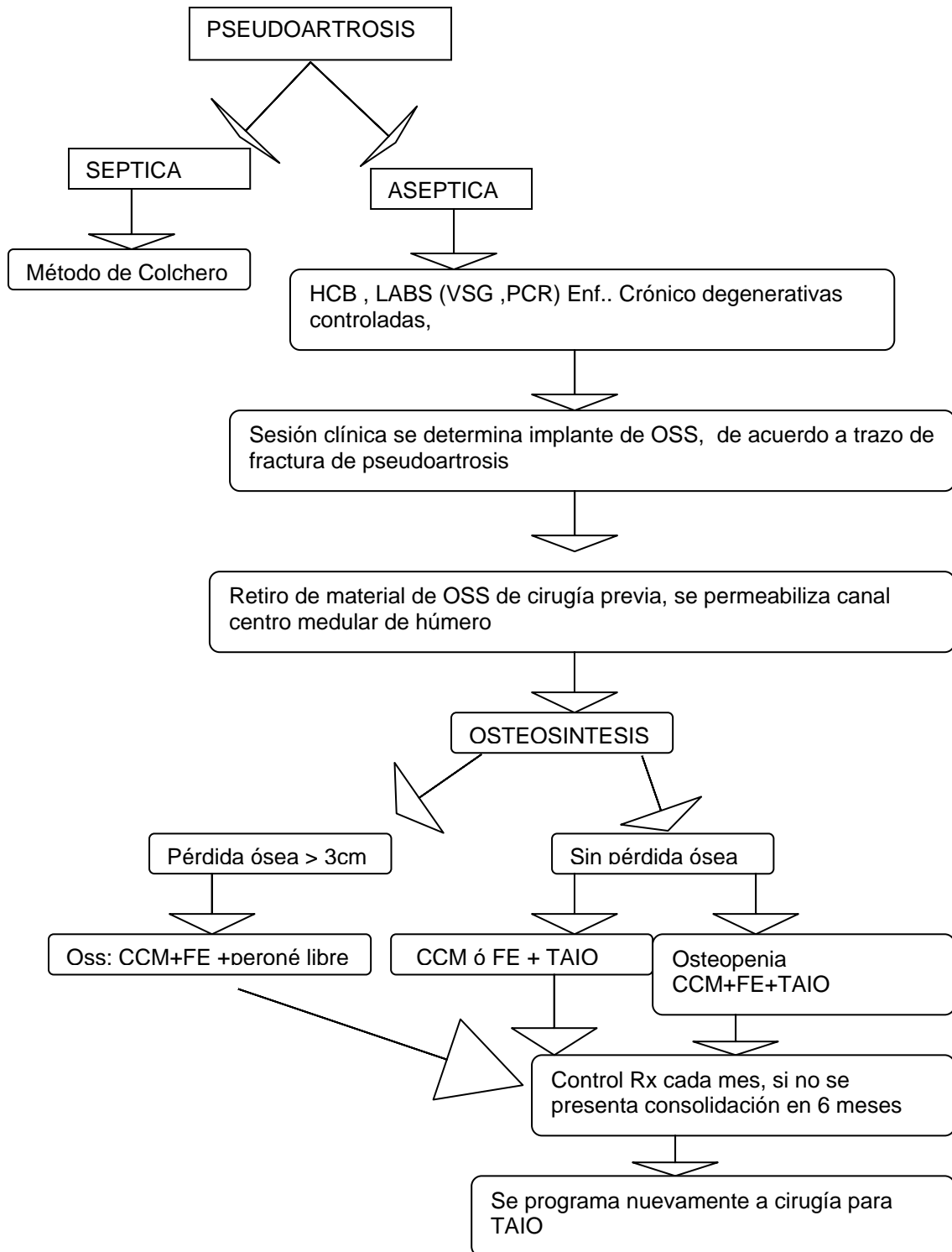
Aquellos pacientes que se manejaron con fijador externo, ya sea con osteosíntesis mixta o sólo fijador externo. Se retiró el fijador externo, al presentar consolidación completa, bajo control radiográfico.

#### Criterios de inclusión

- Pacientes de ambos sexos
- Edad entre 18-80 años
- Pseudoartrosis en diáfisis de húmero
- Aséptica.

#### Criterios de exclusión

- Expediente clínico incompleto.
- Que el paciente no acuda consultas de control.
- No control de enfermedades crónico degenerativas.
- Pacientes con pseudoartrosis sépticas.



Algoritmo en el tratamiento de pseudoartrosis de húmero en el INR (servicio de Infecciones). HCB: historia clínica básica; LABS: Laboratorios; VSG: velocidad de sedimentación globular; PCR : Reacción en cadena de polimerasa; OSS: Osteosíntesis ; CCM : Clavo Centro-medular ; FE : Fijador Externo ; TAI0 : Toma y aplicación de injerto óseo; Rx: Radiografías antero-posterior y lateral.

## RESULTADOS

De los 312 expedientes revisados en el periodo de Enero del 2000 a Diciembre del 2007, dieron como resultado 53 pacientes, de los cuales 10 pacientes no cumplieron con los criterios de inclusión, 7 pacientes eran sépticos, 3 pacientes no acudieron a control adecuado de sus citas, motivo por el cual solo 43 pacientes fueron incluidos en el estudio 19 hombres y 24 mujeres, con pseudoartrosis aséptica de húmero con un rango de edad de 24 – 80 años edad. Con una media de 34.4 años.

Características demográficas. Tabla 1

Población	
Sexo	
• Masculino	19
• Femenino	24
Brazo Afectada	
• Derecho	19
• Izquierdo	24
Mecanismo de Lesión	
• Caída	13
• Accidente automovilístico	28
• Atropellados	2

De la población total el 62% presentaban obesidad, el 53 % presentaban tabaquismo positivo en el momento de la fractura, el 9% de los pacientes presentaban diabetes, controlada, por medico internista.

El brazo más afectado fue el izquierdo en 24 pacientes con el 55.1 % de la población total, y el 65% del principal mecanismo de lesión fue el accidente automovilístico, seguido por la caída con el 30%. El 88% de las fracturas se presentaron cerradas y el resto fueron expuestas.

Los pacientes fueron atendidos en diferentes hospitales a nivel nacional, antes de llegar al INR (Instituto Nacional de Rehabilitación) El 81 % de los pacientes fueron sometidos a un manejo quirúrgico y el 19 % fue sometido a un manejo conservador. El implante que se utilizó con mayor frecuencia para el manejo quirúrgico en la osteosíntesis de la fractura de húmero fue la placa DCP con 58% de los pacientes, en segundo lugar fueron manejados con clavo centro medular con 23 %. Manejo de la fractura en forma inicial, antes de ingresar al INR (ver tabla 2).

Tabla 2.

Osteosíntesis	Numero de Casos
Placa DCP	25
CCM	10
Conservador	8

¿

DCP: Dinamic compression plate; CCM clavo centro medular



Al llegar los pacientes al INR, posterior a realizar protocolo de estudio descrito anteriormente, se realizó en 26 pacientes (60%) osteosíntesis con clavo centro medular (CCM), en 10 pacientes (23%) se utilizó fijador externo (FE) más CCM, en 5 pacientes (11%) sólo se utilizó el FE, en 2 pacientes (5%) se manejo con FE más peroné libre, debido a pérdida ósea mayor a 3 cm. Ver tabla 3.

Cirugía	Numero de casos	Consolidación	No consolidación	Tiempo de Consolidación(meses)
FE	5	5	0	5-12 (8)
CCM	26	18	8	4-10 (5)
FE + CCM	10	8	2	4-18 (7.3)
FE+CCM +PL	1	0	1	0
CCM+PL	1	1	0	8

Tabla 3 . FE: Fijador Externo; CCM : Clavo Centromedular ;

El control de los pacientes se llevó a cabo a las 2 semanas, al mes, a los 3 meses, y posteriormente cada dos meses hasta la consolidación, y posterior a la consolidación control radiográfico cada año. De los 43 pacientes sometidos a cirugía, 32 pacientes el 74.42% consolidaron y el resto 11 pacientes el 26 % no consolidaron, de estos pacientes sin consolidación, 5 pacientes se sometieron a un segundo tiempo quirúrgico, con toma y aplicación de injerto óseo y actualmente, en el control radiográfico a los 6 meses, se observa con puentes óseos de consolidación, se considero sin consolidación por falta de consolidación completa. El tiempo de consolidación con un rango de 4-18meses, con una media de 6.6 meses. Ver tabla de tiempo de consolidación por técnica quirúrgica, el mayor rango de consolidación fue con el uso de fijador externo con una media de 8 meses, el uso de CCM presento una media de 5 meses , con respecto a la osteosíntesis mixta de CCM + FE , uno de los pacientes consolido en 18 meses, motivo por el cual fue sometido a una cirugía mas , a los 6 meses de control radiográfico.

De los 11 pacientes que no consolidó la pseudoartrosis persistente de húmero, el 45% eran fumadores crónicos, el 18% referían alcoholismo positivo, el 9% eran diabéticos, y el 72% eran obesos.

De los 43 pacientes, al momento de llegar al INR 12 pacientes (27%), presentaban lesión de nervio radial, 31 pacientes el 72% sin lesión del mismo. Posterior a cirugía en el INR, 7 pacientes (16%) sufrieron neuropraxia del nervio radial, 14 (32%) pacientes presentaron recuperación de nervio radial, manejados en forma integral con el servicio de rehabilitación, 2 pacientes (4.65%) fueron sometidos a cirugía de mano, las cuales consistieron en transposiciones tendinosas.

Todos los pacientes fueron valorados clínicamente por una escala de evaluación funcional DASH (Disabilities of the arm, shoulder and hand) (Anexo 1), antes y después de la cirugía, se hizo una comparación de ambas tablas tanto preoperatorios como postoperatorios, se realizó T de student, resultando  $p= 0.00001$ , considerándose como significativa la diferencia clínica.

## DISCUSION

El manejo de la pseudoartrosis persistente de húmero es un reto para cualquier cirujano, debido a la región anatómica y las fuerzas rotacionales de del grupo muscular en el brazo además de que no presenta carga axial, prolongando el periodo de consolidación ó desarrollando la pseudoartrosis, debido a esto es necesario determinar y delimitar todos aquellos factores que desarrollen la pseudoartrosis. En este estudio evaluamos a todos aquellos pacientes que contaban con un factor de riesgo para desarrollar pseudoartrosis, dentro de los principales factores como el tabaquismo, el alcoholismo, la obesidad, no fueron significativos como lo fue reportada en la literatura mundial (1, 3, 10, 11, 17, 22).

En nuestro grupo el principal mecanismo de lesión fue el accidente automovilístico con un 65%, esto es igual a un impacto de alta energía, condicionando un mayor daño a tejidos circundantes a la fractura, similar a lo reportado en la literatura (1, 9, 29).

En forma retrospectiva se observo que un antecedente significativo en nuestro grupo de pacientes, determinado como factor de riesgo fue la cirugía previa, el uso de placa DCP como material de osteosíntesis en el manejo inicial de la fractura en 25 pacientes (58%), siendo mayor a lo descrito en la literatura (11, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 26), ya que estos artículos manejan como primera elección el uso de placa, aunque en trabajos como el de Jesse Júpiter et al (1), Franco Lavini et al (7), Roca-Romalde et al (8), Gerber et al (16), describen que el uso inadecuado de la placa en manos inexpertas , puede condicionar un mayor daño a partes blandas y a la circulación del hueso por daño en periostio , ya que se presenta una mayor exposición ósea , al momento de la colocación de la placa.

En nuestro estudio se realizó un análisis integral de cada paciente, descrito en el algoritmo de manejo en el servicio de infecciones óseas del INR, determinando el tipo de material de osteosíntesis para la pseudoartrosis persistente.

El uso de clavo centro medular resulto ser eficiente , para el manejo de la pseudoartrosis ya que se cumplió con los principales objetivos en el manejo, que fueron , proporcionar una adecuada alineación, no dañar la circulación de periostio y proporcionar estabilidad mecánica, controlando los movimientos rotacionales del brazo , similar a lo descrito en la literatura (9, 10, 13, 14).

Aquellos pacientes que presentaron una pérdida ósea mayor a 3 centímetros, se utilizó un injerto óseo autólogo de peroné libre, condicionando una osteoconductor para el manejo de la pseudoartrosis ,presentamos un resultado por debajo de los descrito a nivel mundial (9, 10 , 14, 15 , 16 , 17) nuestro único paciente no consolidó , posterior al uso de dicha técnica, concluimos que fue secundario al tamaño de la pérdida ósea, ya que nuestro paciente presentaba una pérdida de 10 cm. , en la literatura manejan paciente con una perdida de 3- 7 cm.

A todos nuestros pacientes, independientemente de la técnica quirúrgica, se les administró injerto óseo autólogo, como osteoconductor, en comparación con la literatura mundial (1, 9, 14, 15, 16, 17), es similar a nuestro estudio el tiempo de consolidación con una media de 6 meses.

Aunque la muestra de nuestro estudio es pequeña, llegamos a la conclusión de que la osteosíntesis con clavo centro medular u osteosíntesis mixta es una buena opción debido a que se disminuye el daño a la circulación ósea , por una menor invasión al periostio. Puede ser una adecuada alternativa en los pacientes con pseudoartrosis persistente y una mala calidad ósea, equiparada a la literatura mundial (1,4,7,20,13) con una media en el periodo de consolidación similar a lo descrito, y el uso de injerto autólogo es un factor importante para la consolidación (1,10,15,16,19). El uso del fijador

externo en el control de las fuerzas antirotacionales protegiendo la estabilidad de la osteosíntesis (11,13,14,16,23), puede favorecer a una pronta rehabilitación, ya que el paciente puede realizar terapia física desde el segundo día de post-operado , incorporándose en un corto plazo a sus actividades cotidianas y laborales.

## 11. ANEXO (ESCALA DASH)

# DASH

## Versión Española

### Instrucciones

Este cuestionario le pregunta sobre sus síntomas así como su capacidad para realizar ciertas actividades o tareas.

Por favor conteste cada pregunta basándose en su condición o capacidad durante la última semana. Para ello marque un círculo en el número apropiado.

Si usted no tuvo la oportunidad de realizar alguna de las actividades durante la última semana, por favor intente aproximarse a la respuesta que considere que sea la más exacta.

No importa que mano o brazo usa para realizar la actividad; por favor conteste basándose en la habilidad o capacidad y como puede llevar a cabo dicha tarea o actividad

Por favor puntúe su habilidad o capacidad para realizar las siguientes actividades durante la última semana. Para ello marque con un círculo el número apropiado para cada respuesta.

Ninguna

dificultad

Dificultad

leve

Dificultad

moderada

Mucha

dificultad

Imposible

de realizar

1. -Abrir un bote de cristal nuevo 1 2 3 4 5

2.-Escribir 1 2 3 4 5

3.- Girar una llave 1 2 3 4 5

4.- Preparar la comida 1 2 3 4 5

5.-Empujar y abrir una puerta pesada 1 2 3 4 5

6.-Colocar un objeto en una estantería  
situadas por encima de su cabeza.

1 2 3 4 5

7.-Realizar tareas duras de la casa ( p. ej.  
fregar el piso, limpiar paredes, etc.

1 2 3 4 5

8.-Arreglar el jardín 1 2 3 4 5

9.-Hacer la cama 1 2 3 4 5

10.-Cargar una bolsa del supermercado o  
un maletín.

1

2

3

4

5

11.-Cargar con un objeto pesado (más de

5 Kilos)

1 2 3 4 5

12.-Cambiar una bombilla del techo o situada más alta que su cabeza.

1 2 3 4 5

13.-Lavarse o secarse el pelo 1 2 3 4 5

14.-Lavarse la espalda 1 2 3 4 5

15.- Ponerse un jersey o un suéter 1 2 3 4 5

16.-Usar un cuchillo para cortar la comida

1

2

3

4

5

17.-Actividades de entretenimiento que requieren poco esfuerzo (p. ej. jugar a las cartas, hacer punto, etc.)

1

2

3

4

5

18.-Actividades de entretenimiento que requieren algo de esfuerzo o impacto para su brazo, hombro o mano (p. ej. golf, martillar, tenis o a la petanca)

1

2

3

4

5

19.-Actividades de entretenimiento en las que se mueva libremente su brazo (p. ej. jugar al platillo “frisbee”, badminton, nadar, etc.)

1

2

3

4

5

20.- Conducir o manejar sus necesidades de transporte (ir de un lugar a otro)

1 2 3 4 5

21.- Actividad sexual

1

2

3

4

5

No,

para nada

Un poco Regular Bastante Mucho

22.- Durante la última semana, ¿ su problema en el hombro, brazo o mano ha interferido con sus actividades sociales normales con la familia, sus amigos,

vecinos o grupos?

1

2

3

4

5

No para nada

Un poco Regular Bastante limitado

Imposible de realizar

23.- Durante la última semana, ¿ha tenido usted dificultad para realizar su trabajo u otras actividades cotidianas debido a su problema en el brazo, hombro o mano?

1

2

3

4

5

Por favor ponga puntuación a la gravedad o severidad de los siguientes síntomas

Ninguno Leve Moderado Grave Muy

grave

24.-Dolor en el brazo, hombro o mano. 1 2 3 4 5

25.- Dolor en el brazo, hombro o mano cuando realiza cualquier actividad específica.

1

2

3

4

5

26.-Sensación de calambres (hormigueos y alfilerazos) en su brazo hombro o mano.

1

2

3

4

5

27.-Debilidad o falta de fuerza en el brazo, hombro, o mano.

1 2 3 4 5

28.-Rigidez o falta de movilidad en el brazo, hombro o mano.

1 2 3 4 5

No Leve Moderada Grave Dificultad extrema que me impedía dormir

29.- Durante la última semana, ¿cuanta dificultad ha tenido para dormir debido a dolor en el brazo, hombro o



mano?.

1

2

3

4

5

Totalmente

falso

Falso No lo sé Cierto Totalmente

cierto

30.- Me siento menos capaz,  
confiado o útil debido a mi  
problema en el brazo,  
hombro, o mano

1

2

3

4

5

## Módulo de Trabajo (Opcional)

Las siguientes preguntas se refieren al impacto que tiene su problema del brazo,  
hombro o mano en su capacidad para trabajar (incluyendo las tareas de la casa si ese es  
su trabajo principal)

Por favor, indique cuál es su trabajo/ocupación:

Yo no trabajo (usted puede pasar por alto esta sección) .

Marque con un círculo el número que describa mejor su capacidad física en la  
semana pasada. **¿Tuvo usted alguna dificultad...**

Ninguna

dificultad

Dificultad

leve

Dificultad

moderada

Mucha

dificultad

Imposible

1. para usar su técnica

habitual para su trabajo?

**1 2 3 4 5**

2. para hacer su trabajo

habitual debido al dolor del

hombro, brazo o mano?

**1 2 3 4 5**

3. para realizar su trabajo

tan bien como le gustaría?

**1 2 3 4 5**

4. para emplear la cantidad

habitual de tiempo en su

trabajo?

**1 2 3 4 5**

## Actividades especiales deportes/músicos (Opcional)

Las preguntas siguientes hacen referencia al impacto que tiene su problema en el brazo,

hombro o mano para tocar su instrumento musical, practicar su deporte, o ambos. Si usted practica más de un deporte o toca más de un instrumento (o hace ambas cosas), por favor conteste con respecto a la actividad que sea más importante para usted. Por favor, indique el deporte o instrumento que sea más importante para usted.

¿Tuvo alguna dificultad.:

Ninguna

dificultad

Dificultad

leve

Dificultad

moderada

Mucha

dificultad

Imposible

para usar su técnica habitual al tocar su instrumento o practicar su deporte?

1 2 3 4 5

para tocar su instrumento habitual o practicar su deporte debido a dolor en el brazo, hombro o mano ?

1 2 3 4 5

para tocar su instrumento o practicar su deporte tan bien como le gustaría?

1 2 3 4 5

para emplear la cantidad de tiempo habitual para tocar su instrumento o practicar su deporte?

1 2 3 4 5

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Jesse B. Jupiter,MD,and Mercedes von Deck,MD,Boston,Mass.Ununited humeral diaphyses. J Shoulder Elbow Surg 1998,7 644-53.
- 2) David Ring,MD;Peter Kloen,MD;John Kadzielski,BA;David Helfet,MD;and Jesse B. Jupiter,MD.Locking Compression plates for osteoporotic nonunions of the diaphyseal humerus. Clin Orthop 2004,425 50-54.
- 3) A.A Martinez Martin,A.Herrera Rodriguez,JCuenca Espierrez,J.M.Perez Garcia,L.Herrero Barcos y J. Garcia Esteve. Factores predictivos de la pseudoartrosis de humero en fracturas cerradas diafisarias. Rev. Ortop Traumatol 2003;47 : 31-37.
- 4) David A. Vaolgas,MD,James P. Stannard,MD and Jorge E. Alonso,MD. No union of the humerus. Clin Orthop 2004 ; 419 : 46-50
- 5) Jinn Lin,MD,PhD;Hongsen Chiang,MD;and Sheng-Hou,MD,PhD. Open exchange locked nailing in humeral nonunion after intramedullary nailing. Clin Orthop 2003 ; 411 : 260-268.
- 6) George J. Haidukewych,MD;and John W. Sperling,MD. Results of treatment of infected humeral nonunions:The Mayo clinic experience. Clin Orthop 2003 ; 414 : 25-30.
- 7) Franco Lavini,Lodovico Renzi Brivio,Andrea Pizzoli,Nikolaos Giotakis,Pietro Bartolozzi. Treatment of nonunion of the humerus using the Orthofix external fixator.Injury,Int.J.Care Injured 2001;32 :35-40.
- 8) Roca-Romalde,I.Proubasta-Renart,M. Llusa-Perez,X. Espiga-Tuga,V.L. Caja-Lopez e I. Gich-Saladich.Tratamiento Quirurgico de las pseudoartrosis aseptica de diafisis humeral: ¿placa a compresión o clavo cerrojado?.Rev Orthop Traumatol.2006;50:354-60.
- 9) George M.Kontakis,George M. Papadokostakis,Kalliopi Alpantaki , Gregory Chlouverakis, Alexander G. Hadjipavlou, Peter V. Giannoudis. Intramedullary nailing for nonunion of the humeral diaphysis : A review. Injury,Int.J.Care Injured 2006;37:953-960.

- 10) Walch,MD,R. Badet,MD, and C. Levigne,MD,Lyon ,France.Nounions of the surgical neck of the humerus: Surgical treatment with an intramedullary bone peg, internal fixation,and cancellous bone grafting.J. Shoulder Elbow Surg.1996;Vol.5;No.3;161-168.
- 11)David L. Helfet,MD, Peter Kloen, MD, Neel Anand,MD, and Howard S. Rosen,MD.ORIF of delayed unions and no unions of distal humeral fractures.JBJS 2003; Vol.85-A,pp33-40.
- 12)Michael T. Mazurek,MD, and Alexander Y. Shin,MD.Upper Extremity peripheral nerve anatomy. Clin Orthop 2001;383:7-20.
- 13)J.P.A.M. Verbruggen,J.W.J.L. Sapert.Failure of reamed nailing in humeral no-union:an analysis of 26 patients.Injury,Int.J.Care Injured 2005;36:430-438.
- 14)Tapio Flinkkila,Judkka Ristiniemi,Ari Pajala,Martti Hämäläinen.Salvage of humeral shaft nounion with cortical thinning alter failed intramedullary mailing using Ilizarov´s technique.Injury,Int.J.Care Injured 2005;36:1246-1251.
- 15)Christopher Pullen,FRACS,Alfonso Manzolli,MD,Calagni,MD and Francesco Guerreschi,MD,Melbourne,Australia,and Lecco,Italy.Treatment of post-traumatic humeral diaphyseal nounion with bone loss. J Shoulder Elbow Surg 2003;Vol.12,No.5;436-441.
- 16)Arione Gerber,MD,Rene Marti,MD, and Jesse Jupiter,MD.Surgical management of diaphyseal humeral nounion after intramedullary nailing:Wave-plate fixation and autologous bone grafting without nail removal.J.Shoulder Elbow Surg 2003;Vol12.No.4;309-313.
- 17)Andrew P. Van Houwelingen,BSc, and Michael D. Mckee,Md.Treatment of osteopenic humeral shaft nounion with compression plating,humeral cortical allograft struts,and bone grafting. J Orthop Trauma 2005;Vol.19;No.1;36-42.
- 18)Naftaly Attias,MD,Richard E. Lehman,Leonard S. Bodell, and Ronald W. Lindsey. Surgical Management of a Long Segmental defect of the humerus using a cylindrical titanium mesh cage and plates. J. Orthop Trauma 2005;Vol19;No.3;211-216.

- 19) Angel. Martinez, Jorge Cuenca, Antonio Herrera. Treatment of humeral shaft nonunions: nailing versus plating. *Arch. Orthop Trauma Surg* 2004;124;92-95.
- 20) Levent Celebi, Ozgur Dogan, Hasan Hilmi Muratli, Mehmet Firat Yagmurlu. Treatment of humeral pseudoarthroses by open reduction and internal fixation. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2005;39(3):205-210.
- 21) Michael Ernst Wenzl, Thomas Porte, Stefan Fuchs, Maximilian Faschingbauer, Christian Jürgens. Delayed and non-union of the humeral diaphysis-compression plate or internal plate fixator?. *Injury, Int. J. Care Injured* 2004; 35 ;55-60.
- 22) Ivan F. Rubel, Peter Kloen, Deirdre Campebell, Mark Schwartz, Alan Liew, Elizabeth Myers and David L. Helfet. Open reduction and internal fixation of humeral nonunions: A Biomechanical and clinical study. *J. Bone Joint Surg Am.* 2002;84:1315-1322.
- 23) Keiichi Muramatsu, Kazuteru Doi, Koichiro Ihara, Mitsunori Shigetomi and Shinya Kawai. Recalcitrant posttraumatic nonunion of the humerus. 23 patients reconstructed with vascularized bone graft. *Acta Orthop Scand* 2003;74(1):95-97.
- 24) R.K. Marti, C.C.P.M. Verheyen, and P.P. Besselaar. Humeral shaft nonunion: Evaluation of uniform surgical repair in fifty-one patients. *J. Orthop. trauma.* 2002;16(2):108-115.
- 25) D. Ring, J.B. Jupiter, J. Quintero, R.A. Sanders, R.K. Marti. Atrophic ununited diaphyseal fractures of the humerus with a bony defect. *J. Bone Joint Surg Am.* 2000. Vol. 82-B(6);867-871.
- 26) A. Kumar, S.A. Sadiq. Non-union of the humeral shaft treated by internal fixation. *Int. Orthop. (SICOT)* 2002;26:214-216.
- 27) Thomas W. Wright, Gary J. Miller, Robert A. Vander Griend, Donna Wheeler. Reconstruction of the humerus with an intramedullary fibular graft. *J. Bone Joint Surg (Br)* 1993;75-B:804-7.
- 28) Yusuf Ozturkmen, Mahmut Karametoglu, Mustafa Caniklioglu, Ali Volkan. Treatment results of pseudoarthrosis of the humeral shaft by open reduction and internal fixation with dynamic compression plating. *Acta Orthop Trauma Turc* 2004;38(5):305-312.

- 29) Angel Antonio Martinez, Antonio Herrera, Jorge Cuenca. Marchetti nailing shaft delayed unions. *Injury, Int. J. Care Injured* 2004;35:257-263.
- 30) Holbrook TL, Grazier K, Kelsey. Frequency of occurrence, impact, and cost of selected musculoskeletal conditions in the United States. *American Academy of Orthopedic Surgeons*, 1984:79-82.
- 31) Balfour GW, Mooney V, Ashby ME. Diaphyseal fractures of the humerus treated with a ready-made fracture brace. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64A:11-3.
- 32) Caldwell JA. Treatment of fractures of the shaft of the humerus by hanging cast. *Surg Gynecol Obstet* 1940;70:421-5.
- 33) Rosen H. Compression treatment of long bone pseudoarthroses. *Clin Orthop* 1979;138:154-66.
- 34) Inoue G, Tamura Y. Osteosynthesis for long-standing nonunion of the lateral humeral condyle. *Arch Orthop Trauma Surg* 1993;112:236-238.
- 35) McKee M. Jupiter. Reconstruction after malunion and nonunion of intra-articular fractures of the distal humerus: Methods and results in 13 adults. *J Bone Joint Surg*. 1994;76B:614-621.