

ESTUDIOS CLÍNICOS

# Seudoartrosis recalcitrante del húmero distal: injerto óseo vascularizado del radio distal

## Nueva técnica quirúrgica

CARLOS R. ZAIDENBERG

### RESUMEN

**Introducción:** Se presenta un nuevo procedimiento quirúrgico, basado en un injerto óseo vascularizado del radio distal para la seudoartrosis recalcitrante del húmero distal. Se evalúan retrospectivamente los resultados de este procedimiento en 7 pacientes en un período de 6 años.

**Materiales y métodos:** La edad promedio de los 7 pacientes fue de 51 años (r: 43-71), antes del último procedimiento quirúrgico tenían un promedio de 11 cirugías (entre 6 y 35). Dos eran varones y 5, mujeres. El seguimiento fue de 16 meses, promedio (r: 9-21). Seis de las fracturas iniciales fueron abiertas y una, cerrada. Los trazos iniciales de las fracturas fueron oblicuas cortas, metafisarias distales en 3 casos, supraintercondíleas en 2 casos y en los restantes no se pudo registrar la fractura inicial. En todos los casos hubo antecedentes de infección. Cuatro pacientes tenían antecedentes de afectación del nervio radial. Todas las seudoartrosis, con independencia de su trazo, fueron inestables.

**Resultados:** El seguimiento promedio fue de 16 meses (r: 9 y 21 m). Hubo una paresia radial que se recuperó antes de la consolidación ósea. Esta última varió entre 15 y 21 semanas (p: 17 s). La amplitud del movimiento promedio del codo fue de 76,4°, la extensión promedio fue de -32,8° y la flexión promedio, de 106,4°. La morbilidad promedio antes de la última cirugía fue de 4 años.

**Conclusiones:** El injerto óseo vascularizado pediculado del radio distal debe considerarse una alternativa frente a fracasos consecutivos de la cirugía convencional en pacientes multioperados. El deterioro no sólo abarca la ca-

lidad ósea, las partes blandas y las articulaciones vecinas, sino también a los pacientes habitualmente deprimidos. La correcta planificación preoperatoria, así como un conocimiento experto de la anatomía, es obligatoria para la ejecución del procedimiento quirúrgico. Los resultados favorables obtenidos en esta corta serie de pacientes son alentadores, pero no concluyentes.

**PALABRAS CLAVE: Recalcitrante, seudoartrosis. Húmero. Codo. Injerto óseo vascularizado pediculado.**

**RECALCITRANT DISTAL HUMERUS NONUNION: VASCULARIZED BONE GRAFT OF THE DISTAL RADIUS. NEW SURGICAL TECHNIQUE**

### ABSTRACT

**Background:** We present a new surgical technique, based on a distal radius vascularized bone graft for recalcitrant non-union of the distal humerus.

We retrospectively evaluated the results of this new procedure in 7 patients over 6 years.

**Methods:** Patients' average age was 51 years (r: 43-71). Before the last surgical procedure patients had had an average of 11 surgeries (r: 6-35). Two were female and 5 were male. Follow-up averaged 16 months (r: 9 - 21).

Six fractures were open and 1 was closed. Type of fracture: 3 distal, short, oblique; 2 supraintercondylar, and no information was available for the rest of the cases.

All cases had a history of infections, and in 4 patients the radial nerve was damaged. All cases were unstable non-unions.

**Results:** Average follow-up: 16 months (r: 9-21). After the last procedure one patient had radial paralysis which recovered before healing. Average healing time: 17 weeks (r: 15-21).

Average range of motion of the elbow was 76.4°, average extension -32.8°, and flexion 106.4°. Average morbidity before the last surgery was 4 years average.

Recibido el 11-09-2007. Aceptado luego de la evaluación el 28-3-2008.

Correspondencia:

Dr. CARLOS R. ZAIDENBERG  
czaidenberg@yahoo.com.ar  
czaidenberg@intramed.net

**Conclusions:** Distal radius vascularized bone graft should be considered an alternative for consecutive failure of conventional procedures. In these patients, damage involves not only bone quality, soft tissues, and adjacent joints, but depression as well. Careful preoperative planning and sound anatomical knowledge are mandatory to perform this procedure successfully. Favorable results of this small series are encouraging albeit not conclusive.

**KEY WORDS: Recalcitrant, non union. Humerus. Elbow. Vascularized pedicle bone graft**

La seudoartrosis recalcitrante se define aquí como aquella refractaria a los tratamientos convencionales, tales como la fijación interna o externa más injerto óseo, con cualquiera de sus variantes, en pacientes que han sido operados por lo menos tres veces, por un período de más de dos años.

El mejoramiento de los métodos de fijación y el uso de injertos autógenos o sustitutos han disminuido la incidencia de seudoartrosis, la cual ocurre entre un 2% al 10% de los casos.<sup>1,13</sup>

Sin embargo, un número significativo de ellas, en su resolución, son refractarias al tratamiento quirúrgico y provocan una seria morbilidad, con discapacidad prolongada.<sup>2,14</sup>

Las causas de la seudoartrosis recalcitrante se relacionan con las secuelas de fracturas abiertas, fijaciones defectuosas, infección e invasión sinovial, que crean una falsa articulación. La aparición de este tipo de seudoartrosis se incrementa cuando hay fragmentos óseos interpuestos.<sup>3</sup>

Estos pacientes pueden haber sido sometidos múltiples procedimientos quirúrgicos que derivaron en infecciones, defectos óseos o ambos.

Existen diferentes métodos de tratamiento para esta entidad clínica compleja, cada uno de ellos con sus respectivas complicaciones.

Los injertos de hueso corticales requieren inmovilizaciones externas prolongadas, los aloinjertos se incorporan en forma lenta y a veces parcialmente, con riesgos de infecciones, retardo de consolidación y fractura.

Los injertos óseos vascularizados libres (peroné, cresta ilíaca) aportan hueso "vivo" al defecto óseo segmentario; sin embargo, requieren experiencia en su ejecución, con una curva prolongada de aprendizaje, equipo médico especializado y una infraestructura sofisticada.<sup>7,8,10,11,14</sup> Las técnicas de alargamiento y de transporte óseo son complejas, de alto costo institucional y tienen una tasa elevada de complicaciones.

El uso de las placas puente con moldeo en onda, más injerto óseo esponjoso, inicialmente descrito para el tratamiento de la seudoartrosis de los huesos largos (fémur),

ha demostrado su eficacia, aunque su indicación está en referencia a los defectos diafisarios porque requiere una toma firme de los tornillos en los extremos de la placa.<sup>2,3</sup> Otra opción de tratamiento es la artroplastia total del codo,<sup>9</sup> elección que tiene una limitante significativa: los antecedentes de infección, común en los pacientes multiooperados. Entre los procedimientos de rescate se cuenta con la artrodesis y la artroplastia resectiva, con interposición o no, pero el procedimiento que tiene mayor aceptación es la fijación interna más injerto óseo.<sup>1,3,4,5,6,7,12,13,14</sup>

Otro aspecto esencial en la elección del procedimiento tiene que ver con la iniciación inmediata de la movilización del hombro y el codo, ya que este tipo de pacientes presentan un deterioro importante de la función en las articulaciones vecinas.

Se describe a continuación una técnica quirúrgica original, versátil, basada en la irrigación que brinda la arteria radial en la metafisis distal del radio transferido hacia proximal como injerto vascularizado del radio distal en isla hacia el húmero distal o antebrazo proximal. También se detallan las bases anatómicas de este procedimiento.

Esta técnica ha sido aplicada con éxito en 7 pacientes portadores de esta patología.

## Materiales y métodos

Entre los años 2000 y 2006 fueron tratados 7 pacientes (5 mujeres y 2 varones), con edades comprendidas entre 43 y 71 años (p: 51). El seguimiento varió entre 9 y 21 meses, con un promedio de 16 meses.

Los pacientes tuvieron 14 cirugías promedio (rango entre 6 y 35) antes de la cirugía con la técnica del injerto óseo vascularizado del radio distal, con una morbilidad promedio de 4,8 años. Se consideraron cirugías previas aquellas en las cuales el paciente recibió anestesia, ya sea para procedimientos como colocación, extracción del material de osteosíntesis o limpieza quirúrgica.

Todos los pacientes tuvieron antecedentes de infecciones en el foco de fractura; en el momento de nuestro procedimiento, los estudios y las evaluaciones fueron negativos.

Respecto del tipo de fractura inicial, 6 fueron abiertas (expuestas) y 1 cerrada. Dos fracturas fueron supracondíleas, 3 fueron metafisarias distales de trazo oblicuo corto y en los casos restantes no se pudo registrar el tipo de fractura inicial. Como medio de estabilización usamos, en 3 casos, placas de reconstrucción LCP de 3,5 mm en 2 casos, placas de reconstrucción de 3,5 mm DCP en 1 caso placa de 4,5 mm en Y y en un caso fijador externo; en todos los casos se agregó injerto esponjoso de cresta ilíaca.

La longitud del defecto óseo varió entre 0,60 y 5,2 cm, con un promedio de 1,6 cm. Cabe mencionar que a través de las múltiples cirugías que recibieron estos pacientes hubo un acortamiento humeral evidente, pero difícil de mensurar.

Los 7 pacientes presentaban una seudoartrosis inestable, caracterizada por la incapacidad de sostener el miembro superior afectado contra gravedad.

Cuatro de estos pacientes tenían antecedentes, en las cirugías previas, de lesión del nervio radial, la cual fue considerada neurapraxia y axonotmesis, acorde con el tiempo de recuperación.

En cuanto al período de morbilidad, desde el momento de la fractura inicial hasta la consolidación final de la pseudoartrosis, se registró un promedio de 47 meses (unos 4 años); una paciente sufrió la patología durante 12 años antes de la curación de la pseudoartrosis (Tabla 1).

## Anatomía

Luego de que la arteria humeral se divide en la arteria radial y cubital respectivamente distal al pliegue del codo, la arteria radial toma su curso por debajo del braquioradialis (supinador largo) y brinda ramas musculares y cutáneas hasta cerca de la mitad del antebrazo, para ubicarse medial al tendón del braquioradialis y lateral al tendón del flexor pollicis longus. En el tercio distal del antebrazo, la arteria radial se aproxima a la cara anterior del radio justo por encima del pronador cuadrado, y da entre 5 y 7 pequeñas ramas nutricias que irrigan el radio en su tercio distal.

Como la arteria radial irriga el radio por su cara palmar y lateral, su disección en esta área debe ser cuidadosa para evitar el daño a las pequeñas arterias que lo nutren (Fig. 1).

## Técnica quirúrgica

Se coloca al paciente en decúbito dorsal con el miembro superior en abducción de 90°. El primer paso de la técnica consiste en levantar el injerto vascularizado (Fig. 2).

Se coloca un torniquete con leve expresión del miembro; la incisión comienza a nivel del pliegue del codo por la cara anterior del antebrazo y levemente lateral tratando de seguir el trayecto de la arteria radial y termina en el pliegue proximal de la muñeca.

El músculo del braquioradialis se repara lateralmente hasta identificar la arteria radial que debe ser liberada de las ramas cutáneas y musculares en la mitad proximal del antebrazo, disección que no ofrece mayores dificultades.

Cuando la disección se aproxima al tercio distal, debe ser cuidadosa y separar la masa muscular del flexor del pollicis longus hasta exponer el pronador cuadrado.

El diseño del injerto vascularizado se realiza preservando la articulación radiocarpiana hasta 1 cm proximal a ella (Fig. 3), luego con una sierra oscilante se secciona el radio con dirección longitudinal entre 5 y 7 cm, acorde con la necesidad. Por último, se lo libera con un corte transversal a nivel proximal. Es conveniente preservar el periostio palmar con 1 mm de masa muscular del pronador cuadrado.

El área dadora se rellena con injerto tricortical de cresta ilíaca tomado a medida y se fija con dos tornillos de 3,5 mm.

Una vez levantado el injerto vascularizado se deja transitoriamente en su misma zona dadora, protegido con gasas húmedas tibias.

Finalmente, se libera el torniquete del brazo y se comprueba la vitalidad del injerto.

*El segundo paso consiste en preparar el foco pseudoartrósico del húmero.* Se realiza una incisión longitudinal posterior hasta observar el tríceps braquial, el cual se reclina hacia lateral. En este momento es conveniente identificar y preservar el nervio cubital y, si fuera necesario, trasponerlo, cuando no se lo realizó antes. El tendón del tríceps se reclina y se luxa subperióticamente o se osteotomiza el olécranon si fuera necesario, con un corte en V (tipo chevron). Esto permite una disección precisa y segura, muy cerca del extremo distal del húmero. Se retira, si hubiera, todo el material de osteosíntesis colocado previamente.

Dada la disposición del nervio radial en el extremo humeral casi nunca es necesaria su exposición; sin embargo, la identificación del nervio permite la ampliación del campo quirúrgico y facilita las maniobras.

**Tabla 1.** Tipo de implantes

Nombre	Edad	Trabajo	NCP	IP	PyT	FE	KW	APR	TTTo	TC-ioV	T.Fx	Ext.	Flex.
VJ	47	TM	12	Sí	Si-3	Si-1	Si-1	No	39 m	15 sem	A	-40°	110°
MF	47	AC	13	Sí	Si-3	No	No	Si	42 m	17 sem	C	-20°	105°
MT	43	AC	9	Sí	Si-2	Si-1	No	Si	27 m	21 sem	A	-20°	95°
VA	50	AC	6	Sí	Si-3	No	No	No	21 m	16 sem	A	-35°	115°
TE	71	AC	10	Sí	Si-2	No	No	Si	26 m	17 sem	A	-25°	100°
CM	49	TM	35	Sí	Si-3	Si-1	Si-1	Si	144 m	18 sem	A	-45°	105°
BJ	52	AC	16	Sí	Si-3	No	No	No	36 m	19 sem	A	-25°	115°

NCP: número de cirugías previas (anestiasias); IP: infección previa; PyT: placa y tornillos; FE: fijador externo; KW: alambres de Kirschner; APR: antecedentes de parálisis radial; TTTO: tiempo total de tratamiento; TCIOV: tiempo de consolidación con injerto óseo vascularizado; TFX: tipo de fractura: 1- trabajador manual; 2- ama de casa.

Se expone el húmero por su cara posterior en toda la mitad distal y se curetea el foco de seudoartrosis hasta observar sangrado de ambos extremos.

Luego se reduce y se fija con placas y tornillos de bloqueo o el sistema de fijación que esté disponible de la forma más conveniente.

*El tercer paso consiste en la colocación del injerto vascularizado del radio distal (Fig. 3), que es llevado del antebrazo al brazo en forma subcutánea, tunelizado y fijado con tornillos al húmero distal puenteando el foco de seudoartrosis. Además, se rellena con chips de injerto óseo esponjoso tomado de la cresta ilíaca. El procedimiento finaliza con el control por imágenes y el cierre por planos (Figs. 4 a 15).*

## Resultados

En todos los pacientes tratados con injerto óseo vascularizado del radio distal se consolidó la seudoartrosis recalcitrante del húmero distal en un promedio de 17 semanas (r entre 15 y 21).

El seguimiento promedio de los pacientes fue de 16 meses (r 6-21).

La morbilidad antes de la última cirugía fue de 47,5 meses (3,9 años) con rangos entre 21 y 144 meses.

La amplitud de movimiento promedio que se obtuvo fue de 76,4°; la extensión promedio fue de -32,8° y la flexión promedio, de 106,4°.

La pronosupinación no fue afectada en forma significativa en nuestros casos. En 5 pacientes se revisó la transposición previa por síntomas sensitivos; uno de ellos quedó con dolor moderado.

Un paciente sufrió una paresia radial, de la que se recuperó al cuarto mes, antes de su consolidación ósea.

Se efectuaron controles radiológicos a partir del segundo mes, en forma semanal. Un paciente necesitó controles tomográficos para verificar la incorporación ósea.

No hubo complicaciones significativas en la zona dadora.

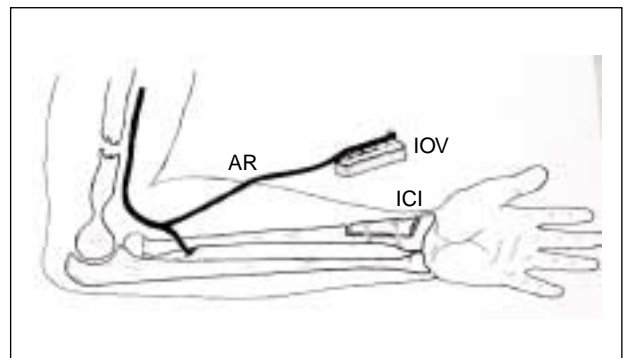
En el transcurso del tratamiento, una paciente fue sometida a dos sesiones de quimioterapia por una leucemia mieloide crónica; paradójicamente, no produjo retardo de la consolidación ósea.

## Discusión

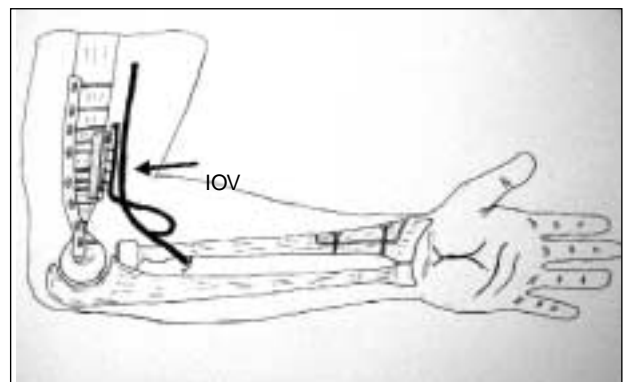
Las fallas en la unión de las fracturas han sido relacionadas con factores locales, como osteosíntesis inadecuada, insuficiente tiempo de inmovilización, segmentos óseos con mala vascularización, interposición fragmentaria, afectación de los tejidos blandos alrededor del foco fracturario, infección e irradiación. Entre los factores sistémicos asociados con la seudoartrosis están las enfermedades crónicas, la desnutrición y, particularmente, la quimioterapia.



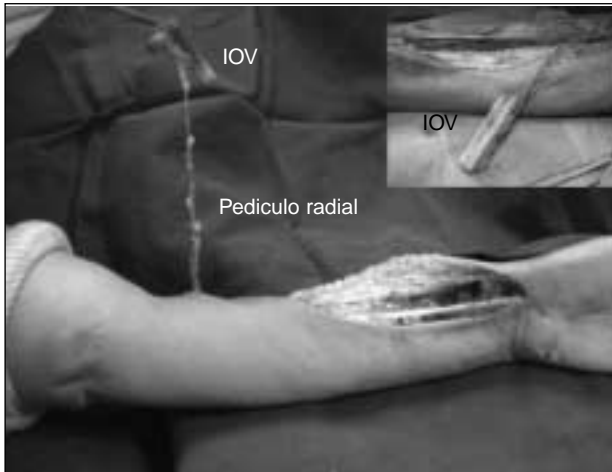
**Figura 1.** Preparado cadavérico inyectado con látex coloreado, que muestra pequeñas arterias que irrigan el radio distal que se desprenden de la arteria radial.



**Figura 2.** Esquema del primer paso de la técnica quirúrgica del injerto óseo vascularizado del radio distal, levantando el IOV y colocado el injerto tricortical de cresta y fijado en la zona dadora (AR: arteria radial, IOV: injerto óseo vascularizado, ICI: injerto de cresta ilíaca).



**Figura 3.** Esquema del tercer paso de la técnica quirúrgica del injerto óseo vascularizado del radio distal, que muestra el IOV puenteando en el foco de seudoartrosis del húmero distal y fijado con tornillos (IOV: injerto óseo vascularizado).



**Figura 4.** Injerto óseo vascularizado del radio distal, levantado. Obsérvese la longitud del pedículo radial, que puede ser llevado tanto al antebrazo proximal como a la diáfisis humeral.

Una pregunta pertinente en el caso de una pseudoartrosis recalcitrante de 4 años de evolución y con muchos intentos quirúrgicos de reconstrucción e infección, que ha resultado en falla, es si la célula ósea conserva la capacidad de regeneración y remodelación necesaria para la formación del callo.

El desarrollo de nuevos implantes limita la devascularización que suele provocarse en las fijaciones de las fracturas, evitando el daño vascular más allá de lo necesario. Esto constituye una ventaja superlativa en la consolidación ósea. En este sentido el uso de injertos óseos autólogos, cuando se requieren, aumenta la tasa de consolidación.<sup>8</sup>



**Figuras 5 y 6.** Radiografías de la fractura del húmero distal y la osteosíntesis inicial.

Por otro lado, los sustitutos óseos son prometedores, aunque todavía no se cuenta con estudios clínicos de relevancia.

Por fortuna, las pseudoartrosis humerales bajas son infrecuentes; en los informes publicados aparece en un 2% al 10% de los casos.<sup>1,2,6,10</sup>

Observaciones clínicas muestran pseudoartrosis atróficas, con gran fibrosis y áreas hipovasculares.

Mientras que las pseudoartrosis atróficas o infectadas no se comprenden por completo, es más apropiado atribuir a la insuficiente fijación el fracaso de la consolidación y concebir el fracaso como la interrupción o el defecto en la cascada biológica de curación.



**Figuras 7 y 8.** Aflojamiento de la fijación y retiro parcial de la osteosíntesis.



**Figuras 9 y 10.** Fijación con placas de reconstrucción con injerto estructural de cresta y la rotura de la placa. Ausencia de fusión ósea en ambos extremos del injerto.

Más aún, teniendo en cuenta una de las peores complicaciones de la seudoartrosis, que es la inestabilidad del foco, que provoca la incapacidad de sostener el miembro contra gravedad, la inestabilidad suele ser el resultado de la pérdida de masa ósea o la proliferación extrema de la sinovial en el foco seudoartrosico.

Este escenario es resistente a las terapias convencionales, como los dispositivos de fijación, los injertos óseos autólogos o de banco, o el uso de proteína morfogenética.

La resección amplia de las áreas atróficas, avasculares o infectadas deja una brecha entre los fragmentos sanos; el uso de los injertos vascularizados con el cual se cruza en áreas de seudoartrosis, con hueso “vivo”, es el procedimiento de elección en el tratamiento de las seudoartrosis resistentes o recalcitrantes.<sup>3,7,12,14</sup>

Lamentablemente, el uso de injertos óseos vascularizados libres o microquirúrgicos acarrea diferentes desventajas.

La técnica microquirúrgica de transferencias libres de injerto óseo vascularizado insume un tiempo significativo, es técnicamente demandante, y la zona dadora se limita al peroné y menos a menudo, a la cresta ilíaca. Por otro lado, la sutura microquirúrgica queda comprometida debido a las cicatrices previas de la zona receptora con una inadecuada geometría para una rafia vascular; de ahí que las trombectomías y la reanastomosis en este tipo de técnica no son infrecuentes.<sup>12,14</sup>

Los injertos óseos vascularizados en isla axiales o inversos no tienen en su técnica sutura vascular porque son movilizados con el pedículo vascular de proximal a distal o viceversa, garantizando la entrega de sangre al hueso.

Este tipo de injertos son técnicamente mucho más simples, insumen menos tiempo y, por lo tanto, son más reproducibles.



**Figura 11.** Osteosíntesis con fijador externo a 4 meses de colocado. Consolidación del injerto en el extremo proximal y persistencia de la seudoartrosis en el extremo distal (flecha).

En estos casos priorizamos la consolidación ósea, de modo que dejamos la artrólisis para un segundo tiempo quirúrgico. Sin embargo, la movilidad remanente obtenida en el codo nunca fue, hasta el momento, motivo de consulta o de incomodidad para estos pacientes. A pesar de que se les propuso, ninguno de los pacientes quiso someterse a una nueva cirugía para ganar mayor movilidad.



**Figuras 12 y 13.** Fijación con placa y tornillos, 3 meses después de haber sido colocada. Aflojamiento (flecha continua) y persistencia de la seudoartrosis (flecha de puntos).



**Figuras 14 y 15.** Consolidación final de la seudoartrosis con el injerto óseo vascularizado y la incorporación del injerto convencional en la zona dadora.

La artroplastia total de codo, en nuestros casos, no fue motivo de consideración porque todos tenían antecedentes de infección y el foco pseudoartrósico era extraarticular, relativamente lejos de la articulación. Sólo en 2 casos de los tratados se consideró que la osteosíntesis inicial

fue adecuada; en los demás encontramos que los métodos de fijación eran inapropiados o insuficientes.

Como es una serie corta de pacientes, no es posible sacar conclusiones estadísticas; además, si bien los resultados son alentadores, no son concluyentes.

## Bibliografía

1. **Ackerman G, Jupiter JB.** Non-union of fractures of the distal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(1):75-83.
2. **Allende C, Allende B.** Pseudoartrosis del extremo distal del húmero. *Rev. Asoc. Arg Ortop Traumatol* 2007;72(1).
3. **Beredjiklian PK, Hotchkiss RN, Athanasian EA, Ramsey ML, Katz MA.** Recalcitrant nonunion of the distal humerus: treatment with free vascularized bone grafting. *Clin Orthop Relat Res.* 2005(435):134-9.
4. **Blatter G, Weber BG.** Wave plate osteosynthesis as a salvage procedure. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1990;109(6):330-3.
5. **Castellanos G CE, Ricaurte JC, Quinteros Laverde J.** Pseudoartrosis atrófica con defecto óseo en secuelas de fracturas de la diafisis humeral. *Rev. Colombiana de Ort. y Trau.* 15(3).
6. **Helfet DL, Kloen P, Anand N, Rosen HS.** Open reduction and internal fixation of delayed unions and nonunions of fractures of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A(1):33-40.
7. **Jupiter JB.** Complex non-union of the humeral diaphysis. Treatment with a medial approach, an anterior plate, and a vascularized fibular graft. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72(5):701-7.
8. **Morrey B.** *Traumatología del codo.* Marban; 2000.
9. **Morrey BF, Adams RA.** Semiconstrained elbow replacement for distal humeral nonunion. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77(1):67-72.
10. **Ring D, Barrick W, Júpiter J.** Recalcitrant nonunion. *Clin Orthop Relat Research.* 1997; 340:181-9.
11. **Ring D, Gulotta L, Jupiter J.** Unstable nonunions of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg.* 2003;6(85-A):1040-46.
12. **Muramatzu K, Doi K, Ihara K, Shigetomi M, Kawai S.** Recalcitrant posttraumatic nonunion of the humerus- 23 patients reconstructed with vascularized bone graft. *J Bone Joint Surg.* 1995(77B): 67-72.
13. **Wilson PD.** Fractures and dislocations in the region of the elbow. *Surg. Gynecol. Obstet.* 1933;56:335.
14. **Yajima H, Tamai S, Ono H, Kizaki K.** Vascularized bone grafts to the upper extremities. *Plast Reconstr Surg.* 1998;101(3):727-35; discussion 736-7.