

# No consolidaciones postraumáticas en los huesos largos del miembro superior

## Actividad biológica en el foco y resultados funcionales prospectivos

CHRISTIAN ALLENDE

*Departamento de Miembro Superior y Cirugía Reconstructiva de los Miembros  
Hospital Nacional de Clínicas, Universidad Nacional de Córdoba  
Hospital de Niños de la Santísima Trinidad  
Sanatorio Allende, Córdoba, Argentina*

### RESUMEN

**Introducción:** Se conoce poco sobre la actividad biológica a nivel del foco en las no consolidaciones del miembro superior y no hay información precisa sobre la incapacidad real que producen. El objetivo de este trabajo fue evaluar la correlación entre radiología, histología e inmunohistoquímica y, los resultados objetivos y subjetivos en las no consolidaciones del miembro superior.

**Materiales y métodos:** Se evaluaron prospectivamente 41 pacientes con no consolidaciones postraumáticas de los huesos largos del miembro superior, tratados entre 2004 y 2007. La edad promedió 41,6 años. El tiempo entre el traumatismo inicial y la operación definitiva promedió 12,45 meses. Treinta y cinco pacientes habían tenido tratamiento quirúrgico previo.

**Resultados:** El seguimiento promedió 16,8 meses y el tiempo hasta la consolidación, 4,63 meses. En el último control el puntaje de Constant promedió 84,96 puntos y el de DASH, 12,79 puntos. No se observó concordancia entre radiología e inmunohistoquímica ni entre radiología e histología ni entre inmunohistoquímica e histología. Los puntajes de DASH y de Constant, y la escala analógica del dolor mejoraron en forma significativa. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las no consolidaciones no vitales y las vitales ni entre los pacientes fumadores y no fumadores. Los pacientes con cirugía previa presentaron una evaluación subjetiva preoperatoria significativamente inferior a la de los pacientes sin cirugía previa. Los pacientes menores de 50 años

obtuvieron un puntaje de Constant significativamente superior al de los pacientes de mayor edad.

**Conclusiones:** Esta serie mostró falta de concordancia entre las evaluaciones radiográfica, histológica e inmunohistoquímica. En general, se detectó buen porcentaje de vasos sanguíneos en los diferentes tipos de no consolidaciones, pero escaso factor de crecimiento del endotelio vascular. Cuarenta casos consolidaron y se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa, tanto en los datos objetivos como en la evaluación subjetiva de todos los pacientes.

**PALABRAS CLAVE:** No consolidación. Pseudoartrosis. Retraso de consolidación. Miembro superior. Histología. Inmunohistoquímica. Factor de crecimiento del endotelio vascular (VEGF).

**POSTTRAUMATIC NONUNION IN LONG BONES OF THE UPPER EXTREMITY. BIOLOGICAL ACTIVITY AT THE GAP AND PROSPECTIVE FUNCTIONAL RESULTS.**

### ABSTRACT

**Background:** Little is known about the biological activity present at the gap in non-unions of the upper extremity, and no precise information exists concerning the real impairment that results from them. The goal was to evaluate the correlation between radiology, histology and immunohistochemistry; and prospectively evaluate the results achieved in nonunions of the upper extremity treated surgically.

**Methods:** Forty-one patients with post-traumatic nonunions affecting the long bones of the upper extremity and treated surgically between 2004 and 2007 were prospectively evaluated. Patient's age averaged 41.6 years. Time between initial trauma and definitive surgery averaged 12.45 months. Thirty-five patients had had previous surgical treatment.

Recibido el 25-9-2009. Aceptado luego de la evaluación el 6-2-2010.

Correspondencia:

Dr. CHRISTIAN ALLENDE  
christian\_allende@hotmail.com

**Results:** Follow-up averaged 16.8 months. Time until bony union averaged 4.63 months. Constants score averaged 84.96 points; DASH score averaged 12.79 points. There was no concordance between radiology and IHQ, neither between radiology and histology, or between IHQ and histology. DASH score, Constant's score and the analog scale of pain showed significant improvement. There were no statistically significant differences between vital and non-vital nonunions, and between smokers and non smokers. Patients with previous surgeries presented a preoperative subjective evaluation significantly worse than patients without previous interventions. Patients younger than 50 years achieved a Constant score significantly higher than older patients.

**Conclusions:** This series of patients showed lack of concordance between radiographic, histological and IHQ evaluations. In general, good percentage of blood vessels was detected in all types of nonunions, but vascular endothelial growth factor was scarce. Union was obtained in forty cases. Statistically significant subjective and objective improvement was achieved in all cases.

**KEY WORDS: Nonunion. Upper extremity. Histology. Immunohistochemistry, vascular endothelial growth factor.**

---

Las no consolidaciones representan una complicación en la evolución de las fracturas, hayan sido estas tratadas en forma quirúrgica u ortopédica. Su fisiopatología ha sido motivo de múltiples investigaciones.<sup>16</sup> No hay información precisa sobre la incapacidad real producida por una no consolidación en el miembro superior, ya que los informes publicados son, en su mayoría, evaluaciones retrospectivas. Algunos estudios retrospectivos refieren mejores resultados en las no consolidaciones hipertróficas que en las atróficas,<sup>13,22</sup> pero al no haber evaluación de la incapacidad preoperatoria no puede determinarse si en los pacientes con no consolidación hipertrófica era igual, menor o mayor que en los pacientes con no consolidación atrófica.

Se conoce poco sobre la actividad biológica a nivel del foco en las no consolidaciones del miembro superior. La determinación del nivel de actividad biológica en las no consolidaciones suele basarse en su apariencia radiográfica. A su vez, los modelos en animales no parecen representar acertadamente esos procesos en los seres humanos.<sup>9</sup> Los estudios en el hombre se han efectuado sobre la base de no consolidaciones localizadas en los miembros inferiores,<sup>2,3,5,9,19</sup> mientras están bien establecidas las diferencias entre las que afectan el miembro superior y aquellas que se desarrollan en los miembros inferiores.<sup>22</sup> Existe el preconcepto de que las no consolidaciones hipertróficas son biológicamente activas y bien vasculari-

zadas, en tanto las atróficas se consideran poco vascularizadas o avasculares y acelulares.<sup>4,12,23</sup> Por otra parte, se considera que el tratamiento quirúrgico de las no consolidaciones debe variar de acuerdo con la irrigación de los extremos óseos.<sup>23</sup> Algunos estudios sugieren que estos principios, mantenidos por prolongados períodos, no son sustentables.<sup>2,9,14,16,18</sup>

Los objetivos de este trabajo fueron correlacionar los hallazgos radiográficos con los histológicos e inmunohistoquímicos (IHQ) en las no consolidaciones de los huesos largos del miembro superior, y evaluar prospectivamente los resultados objetivos y subjetivos obtenidos luego del tratamiento quirúrgico.

## Materiales y métodos

Se evaluaron prospectivamente 41 pacientes que presentaron 44 no consolidaciones postraumáticas que afectaban los huesos largos del miembro superior, tratados entre enero de 2004 y enero de 2007 (Tabla 1). La edad de los pacientes promedió 41,6 años (rango 17 a 80). Treinta eran varones y 11, mujeres. El miembro afectado fue el izquierdo en 22 casos y el derecho en 19 casos. Diecisiete no consolidaciones fueron secundarias a accidentes de trabajo. El tiempo entre el traumatismo inicial y la operación definitiva promedió 12,45 meses (rango 4 a 144). Su localización fue: tercio medio de la clavícula en 1 caso, tercio lateral de la clavícula en 1 caso, metáfisis humeral proximal en 3 casos, diáfisis humeral en 12 casos, metáfisis humeral distal en 5 casos, húmero distal en 6 casos, diáfisis del radio en 5 casos, diáfisis cubital en 5 casos, radio distal en 2 casos y metacarpianos en 4 casos. Fueron excluidos los pacientes con no consolidaciones de origen no traumático (congénita, tumoral, etc.) o localizadas en las falanges y los huesos del carpo; los pacientes sin un seguimiento mayor de 6 meses; y los que no necesitaron tratamiento quirúrgico.

Treinta y cinco pacientes, 37 no consolidaciones, habían tenido tratamiento quirúrgico previo; 7 pacientes habían tenido dos cirugías previas y 5 habían tenido tres o más procedimientos quirúrgicos previos. Las osteosíntesis previas habían sido con placas y tornillos en 28 casos, tutor externo en 5 casos, enclavado endomedular en 6 casos, clavijas en 3 casos y alambre de cerclaje en un caso. Nueve pacientes presentaban infección activa y 5 refirieron antecedente de infección. Cinco pacientes presentaban neurapraxia radial, 3 referían antecedente de neurapraxia radial, 2 presentaban neurapraxia cubital, 1 síndrome del túnel carpiano, 1 parálisis del nervio interóseo posterior y 1 laceración parcial del nervio mediano (secundaria a herida de bala). Trece pacientes eran fumadores (5 fumaban una etiqueta por día, 5 fumaban dos etiquetas por día y 3 fumaban tres o más etiquetas por día); 5 pacientes bebían uno o más litros de vino por día; 3 presentaban distrofia simpática refleja; 2 eran diabéticos; 2 presentaban luxación de la articulación radiocubital distal y 3 presentaban lesión del tendón del supraspinoso (una rotura completa y dos roturas parciales).

Veintidós pacientes presentaban alguna limitación funcional preoperatoria en el codo; en este grupo la limitación en extensión promedió 30,6° (rango 15 a 55) y la limitación en flexión, 28,8° (rango 15 a 55); 3 pacientes presentaban rigidez de codo.

TABLA 1. Generalidades

Nro	Cirugía definitiva	Seg.	Edad	Sexo	Tiempo desde trauma a cirugía	Miembro	Acc. Tjo	Infección	Hueso afectado	Cirugías previas
1	1 neurólisis radial, LCP bloqueada 10 orif, inj óseo autoinjerto c/vancomicina	21	33	M	4	Izquierdo	Sí	Sí	Húmero diafisaria	1 placa DCP
	2 decorticación + injerto autólogo c/vancomicina				6					
2	LCP híbrida 10 orif, injerto autólogo	24	44	M	8	Izquierdo	Sí	No	Húmero diafisaria	1 tutor externo
3	Decorticación + injerto óseo autólogo	16	40	M	8	Derecho	Sí	No	Húmero diafisaria	1 placa DCP
4	Cambio de tornillos + decorticación + aloinjerto c/vancomicina	18	62	F	6	Derecho	No	No	Húmero diafisaria	1 placa LCP
5	LCP híbrida + decorticación + injerto óseo autólogo	19	40	M	12	Derecho	No	No	Húmero diafisaria	No
6	Banda de tensión	10	41	M	5	Izquierdo	Sí	No	Metacarpiano	1 clavija
7	LCP híbrida + decorticación + injerto óseo autólogo c/vancomicina	19	53	M	6	Izquierdo	Sí	No	Húmero diafisaria	1 CEM trabado
8	LCP híbrida + decorticación + injerto óseo autólogo	12	26	M	36	Izquierdo	No	No	Húmero diafisometafisaria distal	2 placas DCP
9	DCP en cúbito y radio + decorticación + injerto óseo autólogo	16	35	M	7	Izquierdo	Sí	No	Cúbito y radio	1 placa DCP en radio
10	LCP + autoinjerto	12	23	M	4	Derecho	No	No	Radio Galeazzi	1 placa LC-DCP
11	Decorticación + injerto óseo autólogo	15	24	M	4	Derecho	Sí	No	Cúbito y radio	1 placa DCP x 2
12	1 placa microfragmento + 2 clavijas + decorticación	8	30	M	5	Derecho	Sí	No	Metacarpiano	1 clavija
13	Placa DCP	18	21	M	4	Derecho	Sí	No	Clavícula	No
14	LC-DCP + decorticación + injerto óseo autólogo	30	20	M	17	Izquierdo	No	No	Cúbito	1 placa recon HP
15	LCP bloqueada + decorticación + injerto óseo c/vancomicina	18	57	M	24	Izquierdo	Sí	No	Húmero diafisaria	1 placa LC-DCP
16	LC-DCP + decorticación + injerto óseo autólogo	27	49	M	4	Izquierdo	No	No	Húmero diafisaria	1 CEM bloqueado
17	LCP híbrida + injerto óseo autólogo	11	27	M	4	Izquierdo	Sí	No	Húmero diafisaria	1 limpieza quirúrgica
18	LCP x 2 + decorticación + injerto autólogo c/vancomicina	18	27	M	18	Izquierdo	No	Sí	Cúbito y radio	2 placas x 1+ TE x 1
19	1 limpieza quirúrgica + cemento con ATB + TE	23	59	F	4	Derecho	No	Sí	Radio distal	2 clavijas + emo
	2 placas bloqueadas radio distal + autoinjerto con vancomicina							Sí		

20	1 limpieza quirúrgica + cemento con ATB	28	17	M	6	Derecho	No	Sí	Húmero diafisometafisaria distal	3 placas + Emo + LQ
	2 placas LC-DCP + injerto autólogo c/vancomicina									
21	Clavija + autoinjerto c/vancomicina	25	26	M	9	Izquierdo	Sí	Sí	Metacarpiano	3 piezas quirúrgicas
22	LCP híbrida + injerto óseo autólogo c/vancomicina	17	38	M	6	Derecho	No	Antec	Húmero diafisis segmentaria	2 TE + limp. quirúrg.
23	Clavija + autoinjerto c/vancomicina	9	26	M	10	Derecho	No	No	Metacarpiano	Limpieza quirúrgica
24	1 placa recon HP + autoinjerto óseo	8	57	F	4	Izquierdo	No	No	Cúbito	1 placa 1/3 tubo
25	LCBP + aloinjerto c/vancomicina	17	78	F	21	Izquierdo	No	No	Húmero diafisometafisaria proximal	3 placas x 2 + emo
26	LCBP + decorticación + autoinjerto óseo	9	24	M	25	Izquierdo	Sí	Antec	Húmero diafisaria	2 placas + emo
27	LCBP	20	80	F	4	Izquierdo	No	No	Húmero diafisometafisaria proximal	No
28	2 BT	11	50	F	7	Izquierdo	No	No	Húmero distal	1 placa RHP + 1 BT
29	LCP + decorticación + aloinjerto c/vancomicina	17	74	F	18	Izquierdo	No	No	Húmero diafisaria	2 placas DCP
30	EMO	14	35	M	5	Izquierdo	Sí	Sí	Clavícula	1 placa 1/3 T + cerclaje
31	Placa reconst + autoinjerto	12	20	F	4	Derecho	No	No	Húmero distal	1 LCP
32	Banda de tensión x 2	15	77	F	10	Izquierdo	No	No	Húmero distal	No
33	1 placa LC-DCP 1 placa recon HP + autoinjerto c/vancomicina	16	32	M	4	Derecho	Sí	Sí	Húmero distal	1 placa recon HP x 2
34	1 placa bloqueada radio distal + autoinjerto	10	45	M	8	Derecho	Sí	No	Radio distal	1 TE
35	2 placas de reconstrucción + clavija + injerto autólogo c/vancomicina	11	40	M	6	Derecho	Sí	Antec	Húmero distal	1 CEM no trabado
36	1 EMO + cemento con ATB	12	68	F	16	Izquierdo	No	Sí	Húmero diafisometafisaria proximal	3 placas x 1 CEM x 2
	2- LCBP + aloinjerto c/vancomicina						No	No		
37	DCP	23	46	M	4	Izquierdo	No	No	Radio	No
38	LC-DCP	26	20	M	4	Derecho	No	No	Húmero diafisometafisaria distal	No
39	1 placa 3,5 mm + 1 placa RHP + injerto óseo autólogo c/vancomicina	15	52	M	12	Derecho	No	Sí	Húmero distal	1 placa recon HP x 2
40	1 placa LCP + 1 placa RHP + autoinjerto c/vancomicina	11	50	M	144	Derecho	No	Antec	Húmero diafisometafisaria distal	3 TE + clavos EM x2
41	LCP híbrida + decorticación + injerto óseo autólogo c/vancomicina	29	42	F	10	Derecho	No	Antec	Húmero diafisometafisaria distal	2 placas + emo

Nueve pacientes presentaban alguna limitación funcional en pronosupinación; en este grupo la limitación en pronación promedió  $48,7^\circ$  (rango 20 a 80) y la limitación en supinación,  $34,4^\circ$  (rango 10 a 80). Siete pacientes presentaban limitación funcional en la muñeca; en este grupo la limitación en flexión promedió  $47,8^\circ$  (rango 20 a 80) y la limitación en extensión,  $62,8^\circ$  (rango 45 a 80).

Las reconstrucciones se llevaron a cabo en un tiempo quirúrgico en 38 pacientes (41 no consolidaciones) y en dos tiempos quirúrgicos en 3 casos (Fig. 1). La estabilización definitiva se realizó con placa bloqueada de compresión en 15 casos (14 pacientes) (Fig. 2), clavo-placa bloqueado en 4 pacientes, placa de compresión dinámica (DCP o LC-DCP) en 9 casos (7 pacientes), placa en T bloqueada para radio distal en 2 pacientes, placa de reconstrucción de huesos planos en 6 pacientes, banda de tensión en 3 pacientes, con clavijas en 3 pacientes y placa de microfragmentos en 1 paciente. En un solo caso se extrajo el material de osteosíntesis y en 2 casos se dejaron los implantes previos (en un caso cambiando los tornillos bloqueados por tornillos de 6,5 mm, colocados divergentes y en compresión). En 4 casos se realizó la estabilización utilizando dos placas, en 2 casos se utilizaron dos bandas de tensión y en 2 casos se combinaron placas y clavijas de Kirschner. Los 3 casos en los cuales se realizó la reconstrucción en dos etapas fueron no consolidaciones con infección activa y marcada pérdida ósea: 2 casos afectaban el húmero y 1 el radio distal; en los 3 casos se asoció al desbridamiento inicial la colocación de un espaciador de cemento con antibiótico por 6 a 12 semanas, momento en el cual se llevó a cabo la cirugía definitiva. Se realizó decorticación como lo describió Judet en 17 casos. En 28 casos se asoció injerto óseo autólogo de cresta ilíaca, en 14

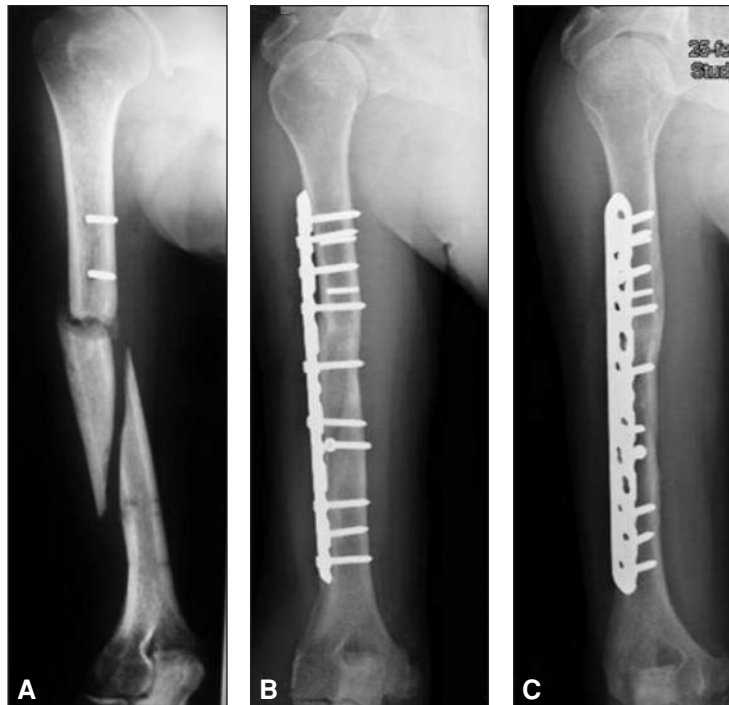
casos mezclado con 2 gramos de vancomicina en polvo y en 4 casos se utilizó aloinjerto molido de banco mezclado con 2 gramos de vancomicina. En 9 pacientes adultos con osteoporosis o marcada atrofia ósea se indicaron alendronatos orales hasta la consolidación.

En las no consolidaciones que afectaban la clavícula y el húmero se evaluó la función del hombro con el puntaje de Constant;<sup>7</sup> el cual promedió, en el preoperatorio, 32,3 puntos (rango 0 a 76). La evaluación subjetiva se llevó a cabo utilizando el DASH17 (*Disabilities of the Arm and Shoulder*), el cual en el preoperatorio promedió 62,18 puntos (rango 8,3 a 91,6); la parte opcional del puntaje del DASH fue completada por 29 pacientes para trabajo y promedió 77,4 puntos (rango 0 a 100), y la parte opcional para música y deportes fue completada por 23 pacientes y promedió 86,4 puntos (rango 25 a 100). Para evaluar el dolor se utilizó una escala analógica (de 0 a 10, donde 0 representó ausencia de dolor y 10, dolor intenso), que en el preoperatorio promedió 7,36 puntos (rango 0 a 10). Es difícil marcar un tiempo preciso en el cual una no consolidación se ha unido; en esta serie de pacientes se consideró consolidación la ausencia de movimiento y dolor al aplicar estrés a nivel del foco de no consolidación y la evidencia radiográfica de callo óseo puenteando la lesión, dado este por el pasaje de trabéculas óseas del injerto al hueso o uniendo los extremos óseos.

Las muestras para la evaluación histológica e IHQ se obtuvieron del foco de no consolidación, tomadas con sacabocados, escoplos o curetas (en los casos en los que sólo se realizó un abordaje limitado, se utilizó intensificador de imágenes para asegurar la toma de biopsias en el sitio previsto). Para la evaluación histológica se preservaron las biopsias en formol y se descalcificaron en ácido fórmico al 85% diluido en formol; luego se



**Figura 1.** Paciente mujer de 59 años, con dos cirugías previas. **A.** Radiografía preoperatoria que muestra el colapso del radio distal con pérdida ósea. **B.** Colocación de un espaciador de cemento con antibiótico y tutor externo tubular transarticular. **C.** Consolidación posterior a la estabilización con una placa bloqueada para radio distal e injerto óseo autólogo con 2 g de vancomicina en polvo.



**Figura 2.** Paciente varón de 38 años. **A.** No consolidación segmentaria, remanente de una osteosíntesis previa con tutor externo. **B-C.** Consolidación luego de desbridamiento, decorticación, estabilización con una placa LCP larga y un tornillo de compresión interfragmentario, y colocación de autoinjerto con 2 g de vancomicina en polvo.

procesaron y embebieron en parafina usando las técnicas habituales, se realizaron cortes de 5 micrómetros y se tiñeron con hematoxilina-eosina. Se evaluaron 216 preparados histológicos de muestras tomadas de 48 focos de no consolidación (en las tres que afectaban simultáneamente el cúbito y el radio se tomó muestra de ambos huesos, en las tres reconstruidas en dos tiempos quirúrgicos se tomó muestra tanto en el primero como en el segundo tiempo quirúrgico y en una que necesitó reintervención para lograr la consolidación se tomó biopsia en ambas cirugías).

Para la evaluación por IHQ las secciones en parafina se cortaron con un espesor de 5 µm y se montaron en portaobjetos previamente tratados con poly l-lisien secados a 60 °C. Posteriormente fueron desparafinados, rehidratados y tratados con peróxido de hidrógeno al 3% durante 10 minutos para bloquear la actividad de la peroxidasa endógena. Todos los cortes fueron sometidos a recuperación antigénica con solución en base a citratos ciclados con horno de microondas. Luego se lavaron en PBS durante 10 minutos y se incubaron con VEGF por un lapso de dos horas. Se utilizó el sistema de detección estreptavidina-biotina-peroxidasa, revelado con DAB (D-aminobis(3-dimetilamino)benzidina), contrateñido con hematoxilina de Harris.

Las lesiones fueron clasificadas radiográficamente siguiendo la calificación de Weber para las no consolidaciones<sup>24</sup> (Fig. 3) que las divide en dos grandes grupos: a) las vitales/viables (hipertrófica, ligeramente hipertrófica, y oligotrófica o normotrófica) y b) las no vitales /no viables (distrófica, necrótica, por defecto, atrófica).

Histológicamente las no consolidaciones fueron clasificadas según el tipo de tejido presente en campos de diferente aumento

(hueso, cartílago, fibrocartílago, fibroso, sinovial, inflamatorio y de osificación) y el número de vasos identificados en las muestras; se las clasificó en viables o no viables de acuerdo con el predominio de uno u otro tejido y el número de vasos presentes.

La clasificación IHQ se realizó evaluando la intensidad de expresión del VEGF en el área que mostró mayor intensidad de marcación en el citoplasma de las células. Esta medición se graduó en cuatro categorías de acuerdo con la intensidad de marcación positiva como se muestra en la Tabla 2.

Para la evaluación estadística los datos se analizaron utilizando el programa Instat. Para la comparación entre las metodologías se utilizó el índice de concordancia kappa acompañado del intervalo de confianza del 95%; se consideró concordancia perfecta un valor de kappa = 1. La única variable con distribución gaussiana fue el puntaje de Constant. Las otras variables analizadas tuvieron una distribución sesgada que no se corrigió con la transformación logarítmica de los datos. Para la comparación

**Tabla 2**

0	Negativo	Atróficas (no vitales o no viables)
+	≤ 25%	
++	26-50%	Hipertróficas (vitales o viables)
+++	51-100%	

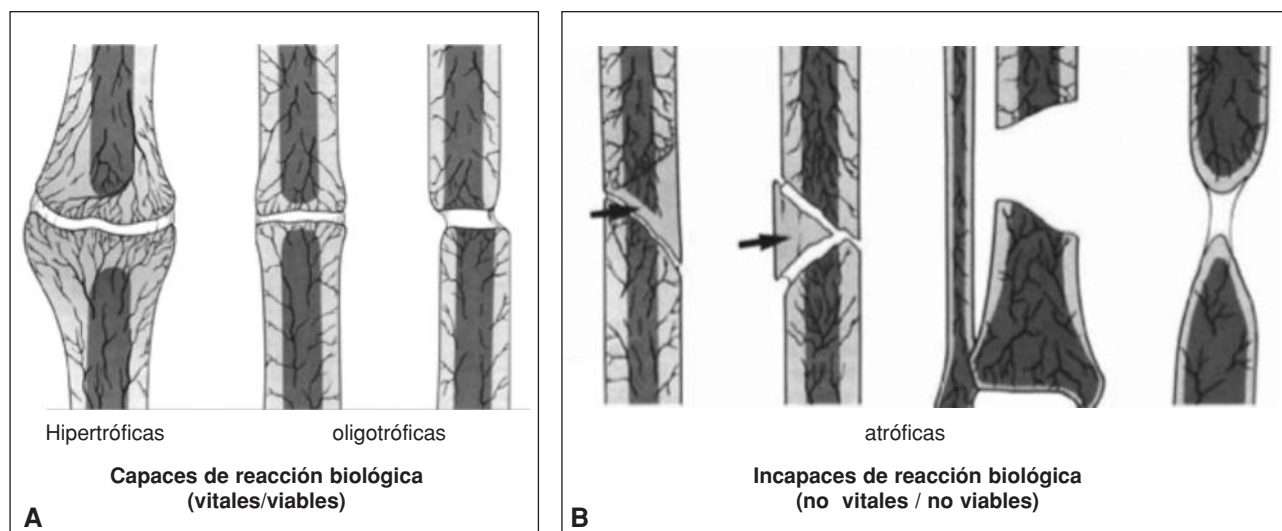


Figura 3. Clasificación de Weber.

intragrupo entre las variables preoperatorio y último control se utilizó la prueba de Student para datos apareados o la de Wilcoxon según correspondiera. Para la comparación de las variables entre los grupos se utilizó la prueba de Student para variables independientes o la de Mann-Whitney según correspondiera. Para la variable con distribución gaussiana se utilizó la prueba de Welch si no se comprobaba homogeneidad de varianzas. Los datos se expresaron como la media  $\pm$  1 desviación estándar para datos distribuidos normalmente y como la mediana (mínimo-máximo) para las variables sesgadas. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa cuando  $p < 0,05$ .

## Resultados

El seguimiento promedió 16,8 meses (rango 6 a 29). El tiempo hasta la consolidación promedió 4,63 meses (rango 3 a 9). En el último control el puntaje de Constant promedió 84,96 puntos (rango 48 a 100) y el DASH, 12,79 puntos (rango 0 a 47,5). La parte opcional del puntaje de DASH fue completada por 29 pacientes para trabajo y promedió 7,3 puntos (rango 0 a 50); la parte opcional para música y deportes fue completada por 21 pacientes y promedió 13,98 puntos (rango 0 a 50). La escala analógica del dolor promedió 0,9 puntos (rango 0 a 4). Doce pacientes presentaron limitación funcional en el codo; 6, limitación en flexión (promedio 14,2°); 8, limitación en extensión (promedio 15,6°) y de los tres codos rígidos, uno se recuperó por completo y dos permanecen con una marcada limitación (uno -50° en extensión y -20° en flexión, el segundo -50° en extensión y -40° en flexión); 7 pacientes presentaron alguna limitación en pronosupinación; 6, limitación en pronación (promedio 22,5°) y 4, limitación en supinación (promedio 13,7°); 7 pacientes presentaron limitación en la flexión-extensión de la muñeca; 5, en fle-

xión (promedio 23°) y 7, en extensión (promedio 25°).

Las biopsias mostraron una apariencia histológica similar en los diferentes tipos de no consolidaciones (atróficas, hipertróficas y oligotróficas), con predominio del tejido fibroso y buena vascularización. En las hipertróficas fue frecuente encontrar áreas de osificación, en tanto estas estuvieron ausentes en las atróficas. Dieciséis no consolidaciones evidenciaron presencia de tejido sinovial en la evaluación histológica (Tabla 3); se clasificaron como sinoviales sólo cuatro no consolidaciones en la evaluación radiográfica y, a su vez, en dos de estos últimos casos no se evidenció tejido sinovial en la evaluación histológica. La evaluación de las muestras posterior a la realización de la IHQ mostró un bajo índice de captación (sólo en 12 casos hubo una intensidad de captación en el citoplasma de las células  $> 25\%$ ).

Las lesiones fueron clasificadas histológicamente como no vitales/no viables en 15 casos y vitales/viables en 30 casos; según la evaluación IHQ fueron clasificadas como no vitales/no viables en 33 casos y vitales/viables en 12 casos; y radiográficamente fueron clasificadas como no vitales/no viables en 19 casos y vitales/viables en 26 casos (Tabla 3).

Se realizó la comparación entre las tres metodologías estudiadas: IHQ, histología y radiología. Para establecer la concordancia entre los distintos métodos se utilizó el coeficiente de concordancia kappa: no se observó concordancia entre radiología e IHQ ni entre radiología e histología ni entre IHQ e histología. Todos los coeficientes kappa obtenidos se consideraron malos (Tablas 4, 5 y 6).

Se compararon los valores medios preoperatorios del DASH, Constant y dolor con los obtenidos en el último control. Se observó una diferencia estadísticamente significativa en todas las variables analizadas en los valores preoperatorios con respecto al último control. Las varia-

bles DASH, opción trabajo, opción música/deporte y dolor disminuyeron significativamente, mientras que en la variable Constant se observó un aumento estadísticamente significativo. Los datos se muestran en la Tabla 7.

En las lesiones hipertróficas se realizó la comparación entre los valores preoperatorios y del último control de las variables DASH, Constant y dolor. Asimismo, se efectuó esa comparación en las lesiones atróficas. Se obser-

**Tabla 3. Resultados**

Preoperatorio						Último control					Tpo cons.	IHQ*	Histología*	Radio-logía*
Nro	Constant	DASH	Opc tjo	Opc mus/dtes	Dolor	Constant	DASH	Opc tjo	Opc mus/dep	Dolor				
1	37	76.7	100	100	8	94	5.8	0		0		1	0	1
										5	1	0	1	
2	26	61.6		75	8	93	32.5	6.25	37.5	0	4	1	0	0
3	46	82	100		9	84	45	37.5		2	6	1	0	0
4	30	80			10	72	18.3			4	7	1	1	0
5	70	23	19	75	3	96	6.6			0	5	1	0	0
6		71.7	75		8		0			0	3	1	0	0
7	25	71.5	100		9	96	4.1	0	0	1	5	1	0	0
8	58	49.1	37.5	87	7	98	20.8	18	12.5	1	6	1	1	0
9		83.3	100	81.25	7		12.93			0	4	0	0	0
10		75.8	100	100	10		6.7	0	43.75	0	3	1	1	0
11		44.2	12.5	100	8		18.3	6.25	50	0	5	0	1	0
12		16.6			5		0.8	0	0	1	6	1	0	0
13	76	8.3	12.5	25	2	100	2.5	0	0	0	3	1	1	1
14		12.5	0		3		3.3	0	0	0	4	1	0	0
15	36	74			8	70	15			3	7	0	0	0
16	15	48	37.5	100	7	92	7	0	25	0	5	1	0	1
17	20	62.5	43.75	31.25	4	88	0.8	6.25	0	0	6	1	1	0
18		85.8	100	100	10		6.6	6.25	0	0	5	1	1	1
19		83.3	87.5	100	10		13.3	0	25	0.5		1	0	1
										4	1	0	1	
20	0	62.5		100	10	90	5			1		0	0	1
										4	1	0	0	
21		55	100	100	9		0.83	0	0	0	5	1	1	1
22	14	79.2	81.2		9	86	25	12.5		0	6	1	0	0
23		72.4			7		7.5			2	6	1	0	1
24		81.6			5		47.5	0		3	5	1	0	1
25	12	36.6	100		0	74	9.1	25		0	9	1	0	1
26	27	64.1	100	100	8	88	12.5	18.75	25	1	4	1	0	0
27	14	66.9	87.5	100	4	80	14.2	0		0	5	0	1	0
28	46	52			7	90	18.3			3	5	1	1	1
29	17	70			7	70	14.3	18.75		3	4	1	1	1
30	39	18.3	100	31.5	4	94	0	0	0	0	7	1	0	1
31	22	91.6			9	64	24.5			2	3	1	1	0
32	68	37.5			7	80	0	0		0		1	0	0
33	46	88.3	100	100	10	96	0	0	0	0	3	0	0	0
34		74.1	68.75		10		12.5			2	4	1	0	0
35	23	73.3	87.5	81.25	10	68	26.1	50	50	3	5	1	1	1
36	30	86	100	100	9	84	5.8	6.25	0	0		0	1	1
										5	0	0	1	
37		62	100	100	8		9.2			0	3	0	1	0
38	28	40			8	100	7	0	25	1	3	0	0	0
39	50	73.3	100		9	98	0.8	0	0	1	4	0	0	0
40	12	75	100	100	6	48	34.1			0	4	0	0	1
41	18	80	93.75	100	10	86	30	0	0	3	3	1	0	0

\* 0: vitales / viables, 1: no vitales / no viables.



varon diferencias estadísticamente significativas en todas las variables analizadas en los valores preoperatorios con respecto a los del último control. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 8.

Se compararon las lesiones hipertróficas con las atróficas en las tres variables estudiadas. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de lesiones en los valores preoperatorios de las variables analizadas. Tampoco se observaron diferencias significativas en los valores del último control en ninguna de las variables analizadas, incluido el tiempo de consolidación. Los datos obtenidos se muestran en las Tablas 9 y 10. Se dividió a los pacientes en fumadores y no fumadores y se realizó la comparación entre los valores preoperatorios y del último control de las variables DASH, Constant y dolor en cada grupo y entre los grupos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las variables analizadas en los valores preoperatorios con respecto a los del último control.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre fumadores y no fumadores en los valores preoperatorios ni entre fumadores y no fumadores en los valores del último control en ninguna de las variables analizadas, incluido el tiempo de consolidación. Los

datos obtenidos se muestran en las Tablas 11 a 13.

Se dividió a los pacientes con cirugía previa y sin cirugía previa y se realizó la comparación entre los valores preoperatorios y del último control de las variables DASH, Constant y dolor en cada grupo y entre los grupos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las variables analizadas en los valores preoperatorios con respecto a los del último control. Comparando los valores preoperatorios entre ambos grupos se observaron diferencias estadísticamente significativas en las variables DASH y dolor siendo no significativa la diferencia en el puntaje de Constant. No se observaron diferencias significativas entre los pacientes con cirugía previa y sin cirugía previa en los valores del último control en ninguna de las variables analizadas, incluido el tiempo de consolidación. Los datos obtenidos se muestran en las Tablas 14 a 16.

Se dividió a los pacientes en menores de 50 años y mayores de 50 años y se realizó la comparación entre los valores preoperatorios y del último control de las variables DASH, Constant y dolor en cada grupo y entre los grupos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las variables analizadas en los valores preoperatorios con respecto a los del último control. No

Tabla 4

		Radiología	
		Atróficas	Hipertróficas
IHQ	Atróficas	15	18
	Hipertróficas	4	8

Kappa: 0,09 (IC - 0,18 a 0,36)

Tabla 5

		Radiología	
		Atróficas	Hipertróficas
Histología	Atróficas	7	8
	Hipertróficas	12	18

Kappa: 0,06 (IC -0,24 a 0,37)

Tabla 6

		IHQ	
		Atróficas	Hipertróficas
Histología	Atróficas	11	4
	Hipertróficas	22	8

Kappa: 0,001 (IC - 0,25 a 0,25)

Tabla 7

Variable	n	Preoperatorio	Último control	p
DASH	41	72 (8-92)	9 (0-48)	< 0,0001
Constant	28	32 ± 19	85 ± 13	< 0,0001
Op. trabajo	23	100 (0-100)	0 (0-50)	< 0,0001
Op. música/deporte	16	100 (25-100)	6 (0-50)	< 0,0001
Dolor	41	8 (0-10)	0 (0-4)	< 0,0001

Media ± DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 8

	n	Preoperatorio	Último control	p
Hipertróficas				
DASH	25	72 (13-92)	13 (3-45)	< 0,0001
Constant	17	35 ± 18	87 ± 11	< 0,0001
Dolor	25	8 (3-10)	0 (0-4)	< 0,0001
Atróficas				
DASH	15	70 (8-86)	8 (0-48)	< 0,0001
Constant	11	28 ± 15	82 ± 15	< 0,0001
Dolor	15	7 (0-10)	0 (0-3)	< 0,0001

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 9

Variable	Preoperatorio Hipertróficas	Preoperatorio Atróficas	<i>p</i>
DASH	72 (13-92)	70 (8-86)	0,722
Constant	35 ± 18	28 ± 15	0,269
Dolor	8 (3-10)	7 (0-10)	0,275

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

se observaron diferencias estadísticamente significativas entre menores y mayores de 50 años en los valores preoperatorios de las variables analizadas. Comparando los valores del último control entre ambos grupos se observaron diferencias estadísticamente significativas en la variable Constant siendo no significativa la diferencia en DASH, dolor y tiempo de consolidación. Los datos obtenidos se muestran en las Tablas 17 a 19.

Se dividió a los pacientes en aquellos con no consolidaciones diafisarias y con no consolidaciones metafisarias. Se compararon los valores preoperatorios y del último control de las variables DASH, Constant y dolor en cada grupo y entre los grupos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las variables analizadas en los valores preoperatorios con respecto a los del último control. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las no consolidaciones diafisarias y metafisarias en los valores preoperatorios de las variables analizadas. Comparando los valores del último control entre ambos grupos no se observaron diferencias estadísticamente significativas en las variables analizadas. Los datos obtenidos se muestran en las Tablas 20 a 22.

Las complicaciones fueron:

Una fractura proximal a la placa en un paciente tratado con una placa LCP por una no consolidación diafisaria de radio, la cual había consolidado, y ante un nuevo traumatismo requirió la colocación de otra placa ubicada lateralmente, preservando la osteosíntesis previa.

Un paciente con una no consolidación infectada diafisaria de húmero tratada con placa LCP que requirió una segunda intervención para obtener la consolidación. Se le realizó, a los 3 meses, decorticación e injerto óseo autólogo sin retirar ni cambiar el implante.

Tres pacientes presentaron neurapraxia cubital; en 2 de ellos fue necesaria una transposición anterior subcutánea. Todos se recuperaron por completo.

Seis pacientes presentaron neurapraxia radial, 3 se recuperaron en forma espontánea. Se realizó neurólisis a los 4 meses de la cirugía en un caso, que se recuperó completamente; en un caso con laceración del nervio radial en el traumatismo inicial se realizó una transferencia tendinosa cuando se obtuvo el equilibrio tisular; y una paciente con recuperación parcial del nervio radial no aceptó la neurólisis.

Tabla 10

Variable	Último control Hipertróficas	Último control Atróficas	<i>p</i>
DASH	13 (3-45)	8 (0-48)	0,939
Constant	87 ± 11	82 ± 15	0,363
Dolor	0 (0-4)	0 (0-3)	0,877
Tpo de consolidación	5,0 ± 1	5 ± 2	0,207

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 11

	<i>n</i>	Preoperatorio	Último control	<i>p</i>
<b>Fumadores</b>				
DASH	13	73 (13-88)	7 (0-34)	< 0,0001
Constant	8	32 ± 19	82 ± 17	< 0,0001
Dolor	13	8 (0-10)	0 (0-3)	< 0,0001
<b>No fumadores</b>				
DASH	28	69 (8-92)	13 (0-48)	< 0,0001
Constant	20	32 ± 19	86 ± 11	< 0,0001
Dolor	28	8 (2-10)	1 (0-4)	< 0,0001

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 12

Variable	Preoperatorio Fumadores	Preoperatorio No fumadores	<i>p</i>
DASH	73 (13-88)	69 (8-92)	0,584
Constant	32 ± 19	32 ± 19	0,993
Dolor	8 (0-10)	8 (2-10)	0,303

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 13

Variable	Último control Fumadores	Último control No fumadores	<i>p</i>
DASH	7 (0-34)	13 (0-48)	0,108
Constant	82 ± 17	86 ± 11	0,579
Dolor	0 (0-3)	1 (0-4)	0,068
Tpo de consolidación	4,8 ± 1,8	4,7 ± 1,2	0,805

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 14

	n	Preoperatorio	Último control	p
<b>Con cirugía previa</b>				
DASH	35	73 (13-92)	13 (0- 48)	< 0,0001
Constant	23	28 ± 15	84 ± 13	< 0,0001
Dolor	35	8 (0-10)	1 (0-4)	< 0,0001
<b>Sin cirugía previa</b>				
DASH	6	39 (8-67)	7 (0-14)	< 0,007
Constant	5	51 ± 28	91 ± 10	< 0,03
Dolor	6	6 (2-8)	0 (0-1)	< 0,004

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 15

Variable	Preoperatorio Con cirugía previa	Preoperatorio Sin cirugía previa	p
DASH	73 (13-92)	39 (8-67)	< 0,007
Constant	28 ± 15	51 ± 28	0,099
Dolor	8 (0-10)	6 (2-8)	< 0,03

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 16

Variable	Último control Con cirugía previa	Último control Sin cirugía previa	p
DASH	13 (0-48)	7 (0-14)	0,253
Constant	84 ± 13	91 ± 10	0,234
Dolor	1 (0-4)	0 (0-1)	0,128
Tiempo de consolidación	4,9 ± 1,4	3,8 ± 1,1	0,098

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 17

	n	Preoperatorio	Último control	p
<b>Menores de 50 años</b>				
DASH	29	63 (8-92)	7 (0-45)	< 0,0001
Constant	18	34 ± 20	89 ± 10	< 0,0001
Dolor	29	8 (2-10)	0 (0-3)	< 0,0001
<b>Mayores de 50 años</b>				
DASH	12	74 (37-86)	14 (0-48)	< 0,0001
Constant	10	30 ± 18	77 ± 14	< 0,0001
Dolor	12	8 (0-10)	1 (0-4)	< 0,0001

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Un paciente presentó neurapraxia del nervio interóseo posterior y se recuperó completamente a los 45 días.

Una no consolidación del extremo distal del húmero en una paciente de 77 años tratada con dos bandas de tensión no muestra signos radiográficos de consolidación a los 15 meses de seguimiento, pero la función objetiva y subjetiva es muy buena, sin limitaciones, y no presenta dolor, por lo que se le indicó efectuar sus tareas habituales y controles periódicos.

En una paciente con fractura metafisodiafisaria distal de húmero fue necesario realizar la extracción del material de osteosíntesis por presentar irritación del nervio radial sobre la cabeza de uno de los tornillos durante los movimientos de flexión-extensión del codo.

## Discusión

Los mecanismos de reparación de las fracturas están bien determinados y han sido estudiados en profundidad;<sup>1</sup> pero aún no hay información suficiente sobre la secuencia de eventos que llevan a una falla en este proceso y al desarrollo de una no consolidación. Este trabajo no mostró una diferencia estadísticamente significativa en la densidad vascular encontrada en los diferentes tipos de no consolidaciones; esto confirma que las no consolidaciones atróficas no son avasculares, lo que concuerda con lo postulado por Reed y cols.<sup>14</sup>; también descarta que la falta de aporte sanguíneo sea la causa principal de aparición de las no consolidaciones atróficas. En nuestra serie de pacientes, en 4 casos de no consolidaciones no viables con marcada pérdida ósea se utilizó aloinjerto crioconservado molido, lo cual se considera inadecuado por existir el preconcepto de que en estas lesiones radiográficamente atróficas no hay buena irrigación; sin embargo, los cuatro casos consolidaron con buena incorporación y remodelación del aloinjerto; este hecho, junto con los resultados histológicos obtenidos, confirma que la irrigación en el sitio de lesión no es deficiente en las no consolidaciones atróficas y que para obtener la consolidación es necesario estimular los procesos que permiten recomenzar con la osteoinducción y la osteogénesis.

La evaluación de la serie de pacientes incluidos en este estudio mostró una falta de concordancia entre las evaluaciones radiográfica, histológica e inmunohistoquímica. En general se detectó buen porcentaje de vasos sanguíneos, pero escaso factor de crecimiento del endotelio vascular; y la activación de los factores de crecimiento es uno de los eslabones fundamentales para obtener la consolidación. La habilidad de entender y controlar los mecanismos moleculares que participan en la consolidación de las fracturas podrá llevarnos a crear nuevas tecnologías que desempeñarán un importante papel en el futuro. Probablemente sea la combinación de diferentes factores de crecimiento y proteínas la que nos permita

Tabla 18

Variable	Preoperatorio Menores de 50 años	Preoperatorio Mayores de 50 años	p
DASH	63 (8-92)	74 (37- 86)	0,175
Constant	34 ± 20	30 ± 18	0,559
Dolor	8 (2-10)	8 (0-10)	0,556

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

mejorar la capacidad osteogénica y el tiempo de consolidación, tanto en las fracturas como en las no consolidaciones. En los pacientes no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los resultados funcionales objetivos ni subjetivos obtenidos en las no consolidaciones vitales y no vitales, lo que no se condice con otras series publicadas,<sup>3</sup> pero sí con el hecho de haber encontrado tejidos similares y VEGF en iguales proporciones en el examen histológico e inmunohistoquímico de los diferentes tipos de no consolidaciones (vitales y no vitales).

Si bien es un procedimiento demandante, el tratamiento quirúrgico de las no consolidaciones del miembro superior permitió obtener un elevado índice de consolidación y buenos resultados funcionales en esta serie de pacientes. Los escasos resultados suelen obedecer a una mala planificación, con fallas en la corrección de errores biológicos o mecánicos. En 1974, Celoria<sup>6</sup> comentó que las no consolidaciones habían experimentado un considerable incremento debido a la utilización indiscriminada de procedimientos de reducción quirúrgica y de osteosíntesis de las fracturas por quienes no estaban capacitados o no poseían elementos necesarios y actuaban en ambientes quirúrgicos inadecuados. En nuestra serie, 35 pacientes habían tenido tratamiento quirúrgico previo, 29 de los cuales eran técnicamente inapropiados.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en los resultados objetivos ni subjetivos en nuestra serie de pacientes en los diferentes tipos de no consolidaciones. El escaso tamaño de la muestra en algunos grupos estudiados, como en aquellos sin cirugía previa, fumadores y mayores de 50 años, puede ser la causa de la falta de diferencias significativas en las comparaciones. En esta serie de pacientes, 40 casos consolidaron y se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa tanto en los datos objetivos, como en la evaluación subjetiva de todos ellos.

El mecanismo por el cual se producen las no consolidaciones es probablemente la degeneración fibrinoide del tejido conectivo localizado en el interior del callo.<sup>2</sup> En nuestra serie de pacientes la presencia de tejido sinovial fue elevada (13 casos), si se considera que sólo 4 de las no consolidaciones fueron radiográficamente clasificadas como sinoviales o con una neoarticulación. Este tejido sinovial no sólo se observó en lesiones de larga data sino

Tabla 19

Variable	Último control Menores de 50 años	Último control Mayores de 50 años	p
DASH	7 (0-45)	14 (0-48)	0,523
Constant	89 ± 10	77 ± 14	< 0,015
Dolor	0 (0-3)	1 (0-4)	0,307
Tpo de consolidación	4,5 ± 1,2	5,4 ± 1,6	0,081

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 20

	N	Preoperatorio	Último control	p
<b>Diafisarias</b>				
DASH	19	72 (8-86)	13 (1-48)	< 0,0001
Constant	13	34 ± 20	87 ± 10	< 0,0001
Dolor	19	8 (2-10)	0 (0-4)	< 0,0001
<b>Metafisarias</b>				
DASH	17	73 (18-92)	13 (0-34)	< 0,0001
Constant	15	31 ± 19	83 ± 15	< 0,0001
Dolor	17	9 (0-10)	1 (0-3)	< 0,0001

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 21

Variable	Preoperatorio Diafisarias	Preoperatorio Metafisarias	p
DASH	72 (8-86)	73 (18-92)	0,895
Constant	34 ± 20	31 ± 19	0,718
Dolor	8 (2-10)	9 (0-10)	0,747

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

Tabla 22

Variable	Último control Diafisarias	Último control Metafisarias	p
DASH	13 (1-48)	13 (0-34)	0,587
Constant	87 ± 10	83 ± 15	0,478
Dolor	0 (0-4)	1 (0-3)	0,472
Tpo de consolidación	4,8 ± 1,2	4,6 ± 1,6	0,654

Media ± 1 DE mediana (mínimo-máximo)

también en no consolidaciones con menos de un año de evolución. El tejido fibrinoide y el sinovial no representan una barrera para la consolidación, sino que indican la formación de un callo defectuoso. Si el movimiento y la fricción no se controlan, esta degeneración fibrinoide continúa en forma indefinida, mientras que la inmovilización actúa limitando la formación de tejido fibrinoide y, asociada con algún inductor de la osteogénesis (injerto autólogo, decorticación, osteotomía parafocal, proteínas morfogenéticas, etc.), estimulará una reacción proliferativa de los extremos óseos y, con ello, la consolidación. El aspecto esclerótico de las radiografías en las no consolidaciones no corresponde a una necrosis histológica sino que, al contrario, representa la expresión de una hiperplasia ósea con hipervascularización. Esto explica por qué algunas no consolidaciones pueden unirse mediante compresión simple y, por otra parte, establece que la no consolidación no es un estado definitivo, ya que las extremidades óseas conservan su capacidad de regeneración si se aportan las condiciones adecuadas.<sup>11</sup>

Los estudios en animales para evaluar el efecto de la nicotina sobre la incorporación de injertos demostraron la importancia de una buena irrigación para la consolidación de las fracturas.<sup>8,15,20</sup> Adams y cols.<sup>1</sup>, evaluaron a pacientes que presentaban fracturas expuestas de tibia y compararon fumadores con no fumadores; llegaron a la conclusión de que fumar está asociado con un mayor número de complicaciones, mayor índice de falla de los injertos de piel, retardos de consolidación y alta incidencia de no consolidaciones. En nuestra serie, un elevado porcentaje de pacientes que desarrollaron una no consolidación eran fumadores (13 casos), lo que justifica relacionar esta patología con la nicotina; pero, después del tratamiento quirúrgico, los resultados finales obtenidos fueron similares en fumadores y no fumadores. Al igual que Furlong y cols.,<sup>10</sup> consideramos que cuando se compromete al paciente a abolir o disminuir en forma significativa el consumo de nicotina y se realiza el tratamiento quirúrgico adecuado, en pacientes fumadores y no fumadores pueden obtenerse resultados similares.

Hay factores biológicos y mecánicos que participan en la obtención de la unión ósea, tanto en las fracturas como en las no consolidaciones, pero estos se diferencian en que en las fracturas es el traumatismo el que los activa o desencadena, mientras que en las no consolidaciones es el cirujano el que debe estimularlos (ya sea mediante la estabilización, la decorticación del foco de pseudoartrosis, la adición de injerto óseo, sustitutos óseos o proteínas morfogenéticas, o mediante métodos combinados). La restitución del equilibrio entre los factores biológicos y mecánicos que promueven la consolidación puede llevarse a cabo con éxito utilizando diferentes técnicas quirúrgicas, prueba de que es tan importante restaurar este equilibrio como la técnica seleccionada. El tipo de injerto óseo y el método de estabilización deben seleccionarse de acuerdo con las condiciones biológicas y biomecánicas del medio donde se aplicará el injerto. Un requisito fundamental para obtener la consolidación de las fracturas es tener una adecuada irrigación, para aportar la energía, la nutrición y las células requeridas. Probablemente sea la combinación de diferentes factores de crecimiento y proteínas la que nos permitirá mejorar la capacidad osteogénica y el tiempo de consolidación, tanto en las fracturas como en las no consolidaciones. La habilidad de entender y controlar los mecanismos moleculares que participan en la consolidación de las fracturas podrá llevarnos a crear nuevas tecnologías que cumplirán una importante función en el futuro.

Se debe reconocer y tratar precozmente todo proceso que interfiera en la consolidación de una fractura, para evitar llegar a una no consolidación, ya que el tratamiento precoz disminuye la incidencia de rigidez articular y atrofia ósea, propia de las no consolidaciones de larga evolución. Las que afectan los huesos largos del miembro superior presentan características diversas, por lo que su tratamiento quirúrgico debe ser individualizado para cada paciente. Las bases del tratamiento quirúrgico son preservar y aportar biología, proveer estabilidad mejorando el contacto óseo y estimular en forma precoz y controlada la función.

## Bibliografía

1. Adams CI, Keating JF, Court-Brown CM. Cigarette smoking and open tibial fractures. *Injury* 2001;32:61-65.
2. Andrew JG, Marsch DR, Sugden AP, Freemont AJ. An investigation of the relationship between histological and radiological features of human nonunions. *J Bone J Surg* 1995;77-B: S92.
3. Arany L, Baranyai T, Mandi A, Kunkli F. Arteriographic studies in delayed-union and non-union of fractures. *Radiol Diagn* 1980;21:673-81.
4. Bohler J. An approach to nonunion of fractures. *Surg Annu* 1982;14:299-315.
5. Brinker MR, Bailey DE. Fracture healing in tibia fractures with an associated vascular injury. *J Trauma* 1997;42:11-9.
6. Celoria F. Pseudoartrosis. *Bol Trab Soc Argent Ortop Traumatol*. 1974;39:252-8.
7. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*. 1987;214: 160-4.

8. **Daftari TK, Whitesides Jr TE, Heller JG, Goodrich AC, McCarey BE, Hutton WC.** Nicotine on the revascularization of bone graft : an experimental study in rabbits. *Spine* 1994;19:904-11.
9. **El-Shazly M, Saleh M, Coulton L, Andrew G, Beneton M, Hannon R, Eastell R.** Biological activity in nonunions. *J Orthop Trauma* 1999;13: 313.
10. **Furlong AJ, Giannoudis PV, DeBoer P.** Exchange nailing for femoral shaft aseptic non-union. *Injury* 1999;30:245-9.
11. **Judet R, Judet J, Roy-camille R.** La vascularisation des pseudarthroses des os longs d'après une étude clinique et expérimentale. *Rev Chir Orthop* 1958;44:381-401.
12. **Probst A, Spiegel HU.** Cellular mechanisms of bone repair. *J Invest Surg* 1997; 10: 77-86.
13. **Quintero Laverde J, Silva Martinez RA, Lizcano V.** Seudoartrosis de huesos largos resultado del manejo quirúrgico en 94 casos. *Rev Colomb Ortop Traumatol.* 1994;8:71-9.
14. **Reed AAC, Joyner CJ, Brownlow HC, Simpson AHRW.** Human atrophic fracture non-unions are not avascular. *J Orthop Res* 2002;20:593-9.
15. **Riebel GD, Boden SD, Whitesides TE, Hutton WC.** The effect of nicotine on incorporation of cancellous bone graft in an animal model. *Spine* 1995;20:2198-202.
16. **Rodriguez-Merchan EC, Forriol F.** Nonunion: General Principles and Experimental Data. *Clin Orthop.* 2004;419:4-12.
17. **Rosales RS, Delgado EB, Deiz de la Lastra-Bosch I.** Evaluation of the spanish version of the DASH and carpal tunnel syndrome health related quality-of-life instruments: cross cultural adaptation process and reliability. *J Hand Surg (Am)* 2002;27: 334-43.
18. **Santavirta S, Konttinen YT, Nordstrom D, Makela A, Sorsa T, Hukkanen M, Rokkanen P.** Immunologic studies of nonunited fractures. *Acta Orthop Scand* 1992;63:579-86.
19. **Trueta J.** Blood supply and the rate of healing of tibial fractures. *Clin Orthop* 1974;105:11-26.
20. **Ueng SW, Lee MY, Li AF, Lin SS, Tai CL, Shih CH.** Effect of intermittent cigarette smoke inhalation on tibial lengthening: experimental study on rabbits. *J Trauma* 1997;42:231-8.
21. **Urist MR, Mazet RJr, Mclean FC.** The pathogenesis and treatment of delayed union and non-union: A survey of eighty-five ununited fractures of the shaft of the tibia and one hundred control cases with similar injuries. *J Bone Joint Surg* 1954;36-A:931-80.
22. **Vasquez Ferro GL, Sancineto CF, Solari GR.** Tratamiento de las seudoartrosis diafisarias mediante fresado intramedular y clavo de Kuntscher. *Rev Asoc Arg Ortop y Traumatol* 1989;54:375-98.
23. **Weber BG, Brunner C.** The treatment of nonunions without electrical stimulation. *Clin Orthop* 1981; 161: 24-32.
24. **Weber BG, Cech O.** *Pseudarthrosis. Pathophysiology, biomechanics, therapy, results.* Hans Huber; 1976.