

# Factores predictivos de la pseudoartrosis de húmero en fracturas cerradas diafisarias

A. A. Martínez Martín<sup>a</sup>, A. Herrera Rodríguez<sup>a</sup>, J. Cuenca Espírez<sup>a</sup>, J. M. Pérez García<sup>a</sup>, L. Herrero Barcos<sup>a</sup> y J. García Esteve<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

<sup>b</sup>Departamento de Física Teórica. Universidad de Zaragoza.

**Objetivo.** Analizar los factores que pueden influir en la aparición de pseudoartrosis en las fracturas de húmero.

**Diseño.** Estudio prospectivo siguiendo los pacientes hasta su consolidación o pseudoartrosis.

**Material y método.** Ciento sesenta y un pacientes con fractura diafisaria cerrada no patológica de húmero. Se ha estudiado la relación de la edad, el sexo, la localización, el tipo de fractura, el tratamiento y los parámetros radiológicos (angulación, acortamiento, diastasis, distancia interfragmentaria y contacto) con la aparición de pseudoartrosis.

**Resultados.** No hubo una relación significativa entre la edad, el sexo, la localización, el tipo de fractura, el tratamiento quirúrgico u ortopédico, el acortamiento, y la aparición de pseudoartrosis. Sí la hubo entre la evolución hacia una pseudoartrosis y la presencia de una angulación mayor de 10° ( $p < 0,0001$ ), la existencia de diastasis entre 5 y 10 mm ( $p < 0,0001$ ), una diastasis mayor de 10 mm ( $p < 0,0001$ ), una distancia interfragmentaria mayor de 10 mm ( $p < 0,0001$ ), y un contacto del 0%-25% ( $p < 0,0001$ ). Realizada una regresión logística, los parámetros que conjuntamente obtuvieron un mayor porcentaje de aciertos (96,7%) fueron la angulación, la diastasis, la edad y el sexo.

**Conclusiones.** La presencia de una angulación mayor de 10°, una diastasis mayor de 5 mm, una distancia interfragmentaria mayor de 10 mm y una ausencia de contacto entre los fragmentos, son factores de mal pronóstico en cuanto a la consolidación de las fracturas de húmero.

**Palabras clave:** fractura, húmero, pseudoartrosis, factores predictivos.

#### Correspondencia:

A. A. Martínez Martín.  
C/Princesa, 11-13, 1º C  
50005 Zaragoza.  
Correo electrónico: anmarti@wanadoo.es

Recibido: noviembre de 2001.

Aceptado: julio de 2002.

## Factors predictive of humeral nonunion in closed shaft fractures

**Objective.** To analyze the factors that can influence the appearance of nonunion in fractures of the humerus.

**Design.** Prospective study with follow-up of patients until consolidation or nonunion.

**Materials and methods.** One hundred sixty-one patients with non-pathological, closed, humeral shaft fractures were studied. The relation of age, sex, fracture location, fracture type, treatment, and radiological parameters (angling, shortening, interfragment gap, interfragment distance, and contact) and the appearance of nonunion was studied.

**Results.** There was no significant relation between age, sex, location, fracture type, surgical or nonoperative treatment, shortening, and nonunion. There was a relation between nonunion and the presence of more than a 10° angle ( $p < 0,0001$ ), interfragment gap of 5 to 10 mm ( $p < 0,0001$ ), interfragment gap over 10 mm ( $p < 0,0001$ ), and 0 to 25% contact ( $p < 0,0001$ ). Logistic regression analysis showed that the most predictive parameters (96,7%) were angling, interfragment gap, age, and sex.

**Conclusions.** Presence of an angle of more than 10°, interfragment gap of more than 5 mm, an interfragment distance of more than 10 mm, and the absence of contact between fragments are factors of poor prognosis for the consolidation of humeral fractures.

**Key words:** fracture, humerus, nonunion, predictive factors.

Existen varias opciones dentro del tratamiento de las fracturas de la diáfisis humeral, que podemos agrupar en dos grandes tipos: el tratamiento incruento y el tratamiento cruento. Muchas de las fracturas pueden tratarse ortopédicamente, siendo la tasa de consolidaciones del 90%<sup>1-4</sup>. Las posibles indicaciones de tratamiento cruento son las siguientes<sup>5,6</sup>: pacientes politraumatizados (para facilitar su

movilización y rehabilitación), fracturas bilaterales (para favorecer la rehabilitación del paciente), fractura homolateral del húmero y el radio y/o cúbito proximal (que produce un codo inestable denominado «codo flotante»), fractura abierta (en la que procede su limpieza quirúrgica y estabilización), fractura segmentaria (en la que el control mediante el tratamiento ortopédico es difícil), fractura patológica, fractura con lesión vascular acompañante, lesión del nervio radial tras la manipulación de la fractura (en particular en fracturas espiroideas del tercio inferior del húmero), obesidad importante (que hace el tratamiento ortopédico y la reducción de la fractura muy difícil), y alineación inaceptable (según los criterios de Klenerman<sup>7</sup> es aceptable hasta 3 cm de acortamiento, 20° de angulación anterior o posterior, y 30° de angulación en varo). Cuando estos criterios no se cumplen está indicado el tratamiento quirúrgico.

Además de estas indicaciones, en las que la opción del tratamiento cruento es aconsejable, existen casos en que no está claro qué opción es la más adecuada, y en los que es dudoso que el tratamiento cerrado produzca una consolidación. También existen casos tratados quirúrgicamente en los que puede dudarse que se produzca la consolidación. En este trabajo se ha intentado analizar los factores que pueden influir en el logro de la consolidación, para de esta manera predecir cuándo se va a conseguir ésta o no. Para ello se ha valorado por separado y conjuntamente una serie de parámetros, con los que se ha llegado a predecir cuándo una fractura de húmero va a consolidar o no.

## MATERIAL Y MÉTODO

Durante un período de 3 años se registraron 161 fracturas cerradas de la diáfisis humeral, excluyendo las patológicas, siguiéndolas clínicamente durante 8 meses, período en el que se observó si la fractura había consolidado o existía una pseudoartrosis establecida.

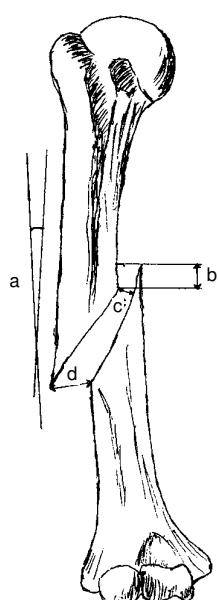
En todas ellas se consideraron una serie de parámetros, que fueron: la edad, el sexo, la localización de la fractura (tercio superior, medio o inferior), el tipo de fractura según la clasificación de AO, y el tipo de tratamiento realizado (cruento o incruento). El tratamiento incruento utilizado fue el yeso colgante con un cabestrillo añadido durante 2-3 semanas, seguido de una férula en «U» rodeando el brazo, tanto por la parte externa como por la interna, y un cabestrillo. El tratamiento cruento consistió en la mayoría de los casos en el enclavado percutáneo con agujas (92 casos), en enclavado tipo Marchetti en 12 casos, y la placa en 7 casos.

También se consideraron los parámetros radiológicos, medidos en la radiología anteroposterior de húmero realizada después de aplicado el tratamiento, que se consideró como definitivo para la fractura, ya sea cruento o incruento.

Las radiografías fueron hechas siempre con el mismo tamaño de cliché radiográfico, en estricta proyección anteroposterior que incluía el húmero completo, y los parámetros radiológicos fueron medidos siempre por el mismo observador. Hemos elegido la radiografía anteroposterior porque es la que habitualmente se realiza de forma más reglada y estandarizada.

Estas medidas fueron las siguientes (fig. 1): angulación (medida en grados), acortamiento (medido en mm), diastasis (medida en mm, considerando la distancia mínima entre las dos zonas más próximas de los fragmentos proximal y distal de la fractura), distancia interfragmentaria (medida en mm, considerando la distancia máxima entre las dos zonas más distantes de los fragmentos proximal y distal de la fractura), y contacto (medido en porcentaje, siendo la zona de contacto entre los fragmentos proximal y distal de la fractura. Se consideró que no existía contacto cuando había una diastasis mínima de 2 mm. Cuando la fractura tenía un fragmento intermedio, las mediciones del acortamiento, de la diastasis, la distancia interfragmentaria y el contacto, se realizaron desde la zona del fragmento intermedio que más distaba de los focos principales de fractura, ya fuera del foco proximal o del distal, considerando la otra zona del fragmento intermedio como anexa al fragmento principal más próximo.

Se realizó un estudio estadístico descriptivo y un estudio estadístico analítico. Se ha medido si existía una relación significativa entre los diversos parámetros y la existencia o no de pseudoartrosis, utilizando la prueba de  $\chi^2$ . Se ha considerado significativo una  $p < 0,05$ . La edad y los parámetros radiológicos se han dividido en intervalos para realizar este análisis: la edad de 14 a 45 años, de 46 a 65, y de



**Figura 1.** Esquema de las mediciones radiológicas realizadas. a: angulación; b: acortamiento; c: diastasis; d: distancia interfragmentaria.

66 en adelante; la angulación de 0 a 10° y de 11 a 20; el contacto del 0 al 25%, del 26 al 33%, del 34 al 50%, del 51 al 66%, del 67 al 75%, y del 76 al 100%; el acortamiento, la diastasis y la distancia de 0 a 4 mm, de 5 a 10, y de 11 en adelante. Se ha comparado la edad media del grupo consolidado con la del grupo con pseudoartrosis mediante la prueba de la «t» de Student.

Posteriormente se ha realizado una regresión logística binaria, que es un tipo de análisis estadístico que averigua la probabilidad de que en una variable dependiente con únicamente dos categorías y opciones, ocurra una u otra a partir de una serie de informaciones obtenidas de varias variables que denominamos independientes. A partir de los coeficientes estimados para cada una de esas variables independientes y fruto de la probabilidad de los individuos en la variable dependiente, permite asignar a los mismos una u otra opción de la respuesta. Se trata de averiguar cuáles de las variables que denominamos independientes son las que inciden y en qué grado, para que los individuos tengan más probabilidades de decantarse por una u otra categoría de la variable dependiente.

El sistema recodifica los valores originales de la variable dependiente, asignando 0 a «consolidación» y 1 a «pseudoartrosis», y calcula a partir de los datos de cada sujeto en las variables independientes una probabilidad para cada uno de ellos. Como tal probabilidad sus valores oscilarán entre 0 y 1, de modo que cuanto más tienda a 0, más probable será que la fractura consolide. El sistema clasificará de este modo a todos los sujetos de la muestra en fracturas consolidadas o no consolidadas a partir de un punto de corte que por defecto está situado en 0,50. Se ha de seleccionar la combinación de variables que más número de aciertos globales proporcione, y que por lo tanto tenga una mayor sensibilidad y especificidad.

## RESULTADOS

De los 161 pacientes hubo 67 hombres (41,6%) y 94 mujeres (58,4%). La edad media fue de  $57 \pm 21,8$  años (14-98). Se han desglosado los resultados en primer lugar según la variable estudiada, para posteriormente pasar a detallar los resultados de la regresión logística.

### Edad

La edad media de los pacientes con pseudoartrosis fue de  $55,6 \pm 20,7$  años, y la de los que habían consolidado de  $57,4 \pm 22,1$ . Esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Considerando tres subgrupos de edad realizados (de 14 a 45 años, de 46 a 65, y mayores de 65), no hubo una asociación estadísticamente significativa entre la aparición de pseudoartrosis y alguno de los subgrupos de edad considerados (tabla 1).

**Tabla 1.** Pseudoartrosis por grupos de edad

Grupo de edad	Total		Consolidación		Pseudoartrosis	
	n	%	n	%	n	%
14-45	41	25,5	33	80,5	8	19,5*
46-65	52	32,3	41	78,8	11	21,2*
>65	68	42,2	56	82,4	12	17,6*

n: número; %: porcentaje; \*p = 0,8. No hubo diferencias significativas entre grupos de edad respecto a la aparición de pseudoartrosis.

### Sexo

Las pseudoartrosis se dieron en el 25,4% de los varones (17 casos) y en el 14,9% de las mujeres (14 casos), no siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

### Localización

Treinta y ocho casos se localizaron en el tercio superior (23,6%), 97 en el tercio medio (60,2%), y 26 en el tercio inferior (16,1%). No hubo una relación estadísticamente significativa entre una localización determinada y la presencia de pseudoartrosis (tabla 2).

### Tipo de fractura

La más frecuente fue la A1 (49,7%) (tabla 3). Las pseudoartrosis se produjeron en el 21,3% de las fracturas del tipo

**Tabla 2.** Pseudoartrosis según la localización

Localización	Total		Consolidación		Pseudoartrosis	
	n	%	n	%	n	%
Tercio superior	38	23,6	30	78,9	8	21,1*
Tercio medio	97	60,2	79	81,4	18	18,6*
Tercio inferior	26	16,1	21	80,8	5	19,2*

n: número; %: porcentaje; \*p = 0,9. No hubo diferencias significativas entre el porcentaje de pseudoartrosis de las distintas localizaciones.

**Tabla 3.** Pseudoartrosis según el tipo de fractura

Tipo AO	Total		Consolidación		Pseudoartrosis	
	n	%	n	%	n	%
A1	80	49,7	63	78,8	17	21,3*
A2	15	9,3	11	73,3	4	26,7*
A3	23	14,3	18	83,3	5	21,7*
B1	30	18,6	25	83,3	5	16,7*
B2	4	2,5	4	100	0	0
B3	1	0,6	1	100	0	0
C1	5	3,1	5	100	0	0
C2	3	1,9	3	100	0	0

n: número; %: porcentaje; \*p = 0,7. No hubo una relación significativa entre un determinado tipo de fractura y la aparición de pseudoartrosis.

A1 (17 casos), en el 26,7% de las A2 (4 casos), en el 21,7% de las A3 (5 casos), y en el 16,7% de las B1 (5 casos). No hubo una relación estadísticamente significativa entre un tipo determinado de fractura y la presencia de pseudoartrosis.

## Tratamiento

Fue ortopédico en 50 casos (31,1%) y quirúrgico en 111 (68,9%). Las pseudoartrosis se localizaron en el 24% de los pacientes tratados ortopédicamente (12 casos) y en el 17,1% de los pacientes tratados quirúrgicamente (19 casos), no siendo la diferencia estadísticamente significativa.

## Angulación

En 107 pacientes no se observó angulación alguna (66,5%), en 9 se observó una angulación de 5° (5,6%), en 1 de 8° (0,6%), en 22 de 10° (13,7%), en 12 de 15° (7,5%), y en 10 de 20° (6,2%) (tabla 4). Existió una relación estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ) entre la angulación mayor de 10° y la presencia de pseudoartrosis (tabla 5).

## Acortamiento

Osciló entre los 0 y los 22 mm, siendo lo más frecuente la ausencia de acortamiento (50,9%) (tabla 6). Estudiado el acortamiento por intervalos, no hubo una asociación significativa entre un determinado acortamiento y la presencia de pseudoartrosis (tabla 7).

## Diastasis

No hubo diastasis en 107 casos (66,5%) (tabla 8). Cuando se dividió por intervalos (tabla 9), hubo una asociación

**Tabla 4.** Angulación observada

Angulación (°)	n	%
0°	107	66,5
5°	9	5,6
8°	1	0,6
10°	22	13,7
15°	12	7,5
20°	10	6,2

: grados; n: número; %: porcentaje.

**Tabla 5.** Pseudoartrosis según la angulación

Angulación (°)	Total		Consolidación		Pseudoartrosis	
	n	%	n	%	n	%
0-10	139	86,3	118	84,9	21	15,1*
11-20	22	13,7	12	54,5	10	45,5*

(\*): grados; n: número; %: porcentaje; \* $p < 0,001$ . Existió una diferencia entre la aparición de pseudoartrosis en ambos grupos, siendo significativamente mayor en el grupo de angulación mayor de 10°.

**Tabla 6.** Acortamiento observado

Acortamiento (mm)	n	%
0	82	50,9
2	17	10,6
3	18	11,2
4	8	5
5	8	5
6	14	8,7
8	7	4,3
10	3	1,9
12	2	1,2
14	1	0,6
22	1	0,6

mm: milímetros; n: número; %: porcentaje.

**Tabla 7.** Pseudoartrosis según la magnitud del acortamiento

Acortamiento (mm)	Total		Consolidación		Pseudoartrosis	
	n	%	n	%	n	%
0-4	125	77,6	102	81,6	23	18,4*
5-10	32	19,9	25	78,1	7	21,9*
> 10	4	2,5	3	75	1	25*

mm: milímetros; n: número; %: porcentaje; \* $p = 0,8$ . No hubo relación significativa entre un determinado grupo de magnitud del acortamiento y la aparición de pseudoartrosis.

**Tabla 8.** Diastasis observada

Diastasis (mm)	n	%
0	107	66,5
2	1	0,6
3	11	6,8
4	8	5
5	9	5,6
6	4	2,5
7	2	1,2
8	10	6,2
9	2	1,2
10	2	1,2
11	1	0,6
12	1	0,6
13	1	0,6
15	1	0,6
16	1	0,6

mm: milímetros; n: número; %: porcentaje.

**Tabla 9.** Pseudoartrosis según la magnitud de la diastasis

Diastasis (mm)	Total		Consolidación		Pseudoartrosis	
	n	%	n	%	n	%
0-4	127	78,9	125	98,4	2	1,6*
5-10	29	18	5	17,2	24	82,8*
> 10	5	3,1	0	0	5	100*

mm: milímetros; n: número; %: porcentaje; \* $p < 0,0001$ .

ción estadísticamente significativa entre la presencia de pseudoartrosis y una diastasis entre 5 y 10 mm, y con una diastasis mayor de 10 mm, con una p en ambos casos menor de 0,0001. Sólo 2 casos de pseudoartrosis se dieron en pacientes con una diastasis menor de 5 mm.

### Distancia interfragmentaria

Osciló entre 0 y 22 mm (tabla 10). Analizada por intervalos (tabla 11), hubo una relación estadísticamente significativa entre una distancia mayor de 10 mm y pseudoartrosis ( $p < 0,0001$ ). Sólo hubo un caso de pseudoartrosis en el grupo de distancia interfragmentaria entre 0 y 4 mm.

### Contacto

Fue nulo en 54 casos (33,5%), del 25% en 4 casos (2,5%), del 33% en 6 (3,7%), del 50% en 17 (10,6%), del 66% en 35 (21,7%), del 75% en 30 (18,6%), y del 100% en 15 (9,3%). Todos los casos de pseudoartrosis se dieron en el grupo de contacto del 0 al 25% ( $p < 0,0001$ ).

**Tabla 10.** Distancia interfragmentaria observada

Distancia (mm)	n	%
0	12	7,5
1	1	0,6
2	4	2,5
3	13	8,1
4	33	20,5
5	14	8,7
6	18	11,2
7	9	5,6
8	11	6,8
9	6	3,7
10	18	11,2
11	3	1,9
12	11	6,8
13	1	0,6
14	4	2,5
18	2	1,2
22	1	0,6

mm: milímetros; n: número; %: porcentaje.

**Tabla 11.** Pseudoartrosis según la magnitud de la distancia interfragmentaria

Distancia (mm)	Total		Consolidación		Pseudoartrosis	
	n	%	n	%	n	%
0-4	63	39,1	92	98,4	1	1,6*
5-10	76	47,2	57	75	19	25*
> 10	22	13,7	11	50	11	50*

mm: milímetros; n: número; %: porcentaje; \* $p < 0,0001$ . El porcentaje de pseudoartrosis fue significativamente mayor en los grupos de distancia interfragmentaria mayor de 4 mm que en el grupo de distancia interfragmentaria entre 0 y 4 mm.

### Regresión logística

La combinación de variables que más efectiva resultó incluyó la angulación, la diastasis, la edad y el sexo (tabla 12), siendo el porcentaje de aciertos del 96,2% (tabla 13), aunque las que realmente más influyeron fueron la diastasis y la angulación, ya que la influencia de la edad y el sexo no fue significativa (tabla 12). La fórmula obtenida queda de la siguiente manera:

$$\text{Prob. \{si pseudoartrosis\}} = \frac{1}{1+e^{-(B_0+B_1 \text{Angul}+B_2 \text{Diast}+B_3 \text{Edad}+B_4 \text{Sexo})}}$$

Siendo:  $B_0 = -4,7482$ ;  $B_1 = 0,1836$ ;  $B_2 = 1,0906$ ;  $B_3 = -0,0239$ ;  $B_4 = -1,3254$ . El sexo fue codificado como 1 cuando era femenino y 0 cuando era masculino.

### DISCUSIÓN

Varios han sido los métodos tanto cerrados como abiertos empleados para tratar las fracturas de húmero. Los métodos incruentos han obtenido una tasa de consolidación del 90%<sup>1-4</sup>, tanto con férulas de abducción, yesos colgantes o férulas en U<sup>3</sup>, como con tratamiento funcional<sup>1,2,4</sup>. Los tratamientos cruentos han obtenido entre el 70% y el 100% de consolidaciones según las series. La tasa de consolidaciones hallada por Mulier et al<sup>8</sup> fue mayor al utilizar la osteosíntesis con placa (30%) que al utilizar el enclavado intramedular rígido (20%). Zatti et al<sup>9</sup> obtuvieron resultados similares con placas que con clavos elásticos intramedulares, obteniendo la consolidación en todos los casos salvo en uno tratado con placa.

Con el clavo de Marchetti se ha obtenido la consolidación en aproximadamente el 90% de los casos<sup>10,11</sup>. Este porcentaje ha sido similar cuando el método utilizado ha sido el enclavado con múltiples agujas de Kirschner<sup>12</sup> o clavos de Rush<sup>13</sup>. Con otros métodos de enclavado más rígidos la tasa de consolidación ha oscilado entre el 70 y el 100%<sup>14-20</sup>. 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<sup>14,17</sup>. Además la función del hombro cuando la técnica es anterógrada se ve afectada en el 25-30% de los casos<sup>15,21</sup>. Aparte de las indicaciones quirúrgicas electivas ya indicadas<sup>5,6</sup>, existen casos en los que se puede optar por el tratamiento cerrado o abierto, ya que un alto porcentaje de casos consolida con cualquiera de los métodos de tratamiento referidos anteriormente.

Nosotros hemos intentado analizar una serie de parámetros que ayuden a determinar cuándo una fractura no va a consolidarse, para de esta manera tomar una decisión respecto al tratamiento oportuno de la misma. Para ello, además del sexo, la edad, el tipo de fractura, la localización, y el tipo de tratamiento, hemos realizado unas mediciones radiológicas tras el tratamiento aplicado. Todo ello unido ha permitido

**Tabla 12.** Variables seleccionadas por la regresión logística

Variable	B	SE	Wald	df	Sig	R	Exp(B)
Angulación	0,1836	0,0692	7,0395	1	0,0080	0,1787	1,2015
Diastasis	1,0906	0,2301	22,4701	1	0,0000	0,3602	2,9761
Edad	-0,0239	0,0219	1,1969	1	0,2739	0,0000	0,9764
Sexo	-1,3254	0,9776	1,8380	1	0,1752	0,0000	0,2657
Constant	-4,7482	1,4655	10,4982	1	0,0012		

B: coeficiente estimado a partir de los datos; SE: estimación estándar; Wald: método hacia adelante; df: número de variable; Sig: significación; R: riesgo; Exp(B): coeficiente exponencial.

**Tabla 13.** Porcentaje de aciertos de la regresión logística

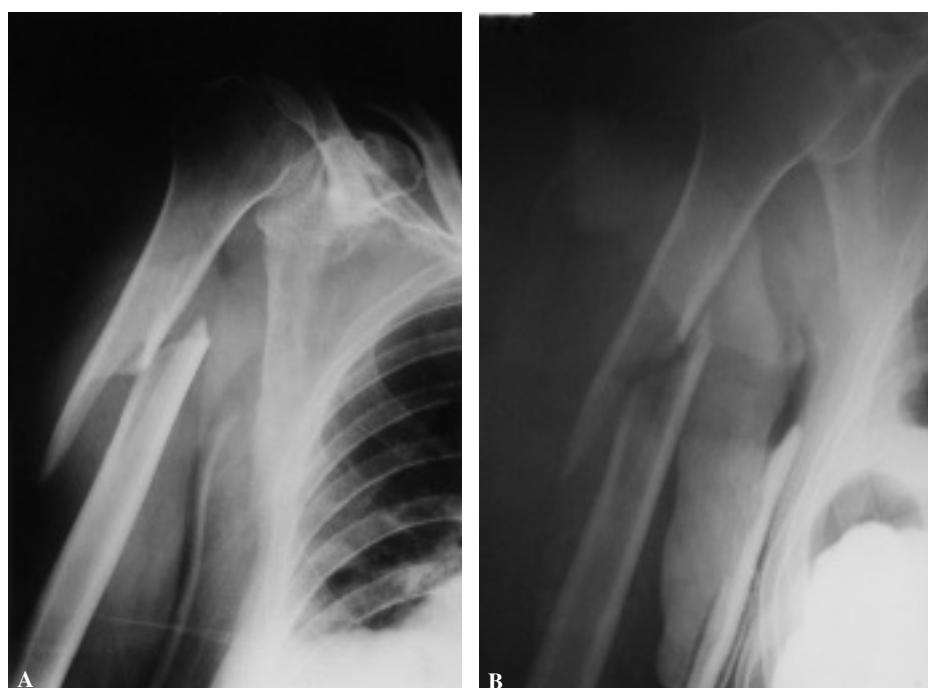
Observados	Consolidación prevista	Pseudoartrosis prevista	Porcentaje correcto
Consolidación	127	3	97,69
Pseudoartrosis	3	28	90,32
Total	130	31	96,27

predecir si la fractura va a consolidar. Hemos realizado las mediciones en la radiología anteroposterior porque pensamos que en ella se puede hacer más fácilmente. En la radiología lateral o transtorácica se superponen diversas estructuras que hacen difícil la obtención exacta de algunos de estos datos.

La significación de diversos parámetros estudiados fue relevante cuando se analizaron por separado, como por ejemplo la de la distancia interfragmentaria o el contacto, pero no cuando se consideraron conjuntamente con los demás. Otros parámetros estudiados, como el sexo o la edad, no fueron

significativamente diferentes en el grupo de pacientes consolidados que en el de afectos de pseudoartrosis, pero sí influyeron aunque no significativamente cuando se consideraron en conjunto en la regresión logística, ya que ésta detecta la combinación de variables que produce un porcentaje de aciertos mayor respecto a la predicción que se estudia. Analizada la combinación de variables posible, la que más efectiva resultó fue la que incluía la angulación, la diastasis, la edad y el sexo, según demostró la regresión logística.

Los resultados obtenidos serían válidos tanto para el tratamiento incruento como cruento, aunque los factores radiológicos estudiados se dan fundamentalmente en tratamientos conservadores y enclavados. Aun en una osteosíntesis con placa imperfecta que muestre otros defectos es difícil que aparezcan los de diastasis, separación interfragmentaria y angulaciones. Así cuanto menor sea la angulación y la diastasis tras el tratamiento conservador o el enclavado, mayor será la probabilidad de consolidación. Si en la radiología de control del tratamiento cerrado (fig. 2) o tras



**Figura 2.** Fractura diafisaria de húmero. A: se puede observar que existe una diastasis y que no hay contacto entre los fragmentos. B: tras el yeso colgante sigue habiendo diastasis, no hay contacto y además existe una angulación de 10°. La fractura evolucionó hacia la pseudoartrosis.

un enclavado elástico (tratamiento fundamentalmente utilizado en nuestra serie) observamos una falta de contacto absoluto siendo la diastasis mayor de 5 mm y existiendo una angulación mayor de 10°, no deberíamos esperar a ver si resulta en una pseudoartrosis, y sería aconsejable actuar antes de que ésta se establezca definitivamente, optando por otro tipo de tratamiento quirúrgico que mejorara la angulación y evitaría esta diastasis.

En algunas series, las pseudoartrosis se han dado en todas las localizaciones y tipo de fractura<sup>22,23</sup>, no existiendo una relación significativa con ninguno de estos factores. En nuestra serie no hemos encontrado tampoco una relación significativa entre la aparición de pseudoartrosis y el tipo de fractura o la localización de la misma. Sea cual sea el tratamiento utilizado, el tipo de fractura y su localización, es conveniente obtener una alineación lo más correcta posible y evitar la diastasis. Cuando esto no se consigue hay que sospechar que existe entre los fragmentos una interposición, y actuar en consecuencia, realizando una reducción abierta y una estabilización de la fractura para obtener una alineación y contacto adecuados y así evitar la pseudoartrosis.

## BIBLIOGRAFÍA

1. 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.
2. Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, Schmitt RH, Phillips JG. Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59A:596-601.
3. Stewart MJ, Hundley JM. Fractures of the humerus. A comparative study in methods of treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1955;37A:681-92.
4. Zagorski JB, Latta LL, Zych GA, Finnieston AR. Diaphyseal fractures of the humerus: treatment with prefabricated braces. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70A:607-10.
5. Finkemeier CG, Slater RR. Fractures and dislocations of the shoulder girdle and humerus. En: Chapman MW, editor. *Chapman's orthopaedic surgery. Volume 1*. Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins; 2001. p. 431-80.
6. Zuckerman JD, Koval KJ. Fractures of the shaft of the humerus. En: Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, Heckman JD, editores. *Fractures in adults. Volume 1*. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1996. p. 1025-53.
7. Klenerman L. Fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 1966;48B:105-11.
8. Mulier T, Seligson D, Sioen W, Van Den Bergh J, Reynaert P. Operative treatment of humeral shaft fractures. *Acta Orthop Belg* 1997;63:170-7.
9. Zatti G, Teli M, Ferrario A, Cherubino P. Treatment of closed humeral shaft fractures with intramedullary elastic nails. *J Trauma* 1998;45:1046-50.
10. Chantelot C, Besson A, Feugas C, Elkholzi K, Fontaine C, Beltrand E. Traitement des fractures de l'humérus par le clou de Marchetti. *Ann Chir Main* 1998;17:165-74.
11. Williams PR, Shewring D. Use of an elastic intramedullary nail in difficult humeral fractures. *Injury* 1998;29:661-70.
12. Qidwai SA. Treatment of humeral shaft fractures by closed fixation using multiple intramedullary Kirschner wires. *J Trauma* 2000;49:81-5.
13. Arandes JM, Sala P, Camacho P. Enclavado de Hackethal modificado en las fracturas transversales del tercio medio del húmero. *Rev Ortop Traumatol* 2001;5:404-9.
14. Crates J, Whittle AP. Anterograde interlocking nailing of acute humeral shaft fractures. *Clin Orthop* 1998;350:40-50.
15. Hems TEJ, Bhullar TPS. Interlocking nailing of humeral shaft fractures: the Oxford experience 1991 to 1994. *Injury* 1996;27:485-9.
16. Lin J, Hou SM, Hang YS, Chao EYS. Treatment of humeral shaft fractures by retrograde locked nailing. *Clin Orthop* 1997;342:147-55.
17. Lin J, Hou SM. Antegrade locked nailing for humeral shaft fractures. *Clin Orthop* 1999;365:201-10.
18. Rommens PM, Blum J, Runkel M. Retrograde nailing of humeral shaft fractures. *Clin Orthop* 1998;350:26-39.
19. Rommens PM, Verbruggen J, Bross PL. Retrograde locked nailing of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77B:84-9.
20. González C, Ortega MA. Fracturas del húmero. Enclavado intramedular con clavo de Seidel. *Rev Ortop Traumatol* 2001; 4:290-8.
21. Flinkkilä T, Hyvönen P, Lakovaara M, Linden T, Ristiniemi J, Hämäläinen M. Intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *Acta Orthop Scand* 1999;70:133-6.
22. Flinkkilä T, Ristiniemi J, Hämäläinen M. Nonunion after intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *J Trauma* 2001;50:540-4.
23. Thomsen NOB, Mikkelsen JB, Svendsen RN, Skovgaard N, Jensen CH, Jorgensen U. Interlocking nailing of humeral shaft fractures. *J Orthop Sci* 1998;3:199-203.