

# Fracturas expuestas de húmero: serie de casos entre los años 1998 y 2007

Dr. Rubén D. Hernández\*, Dr. Federico Persico\*\*, Dra. Ana M. Monsalve\*\*\*, Dr. Diego A. Davalos\*\*\*\*

\* Ortopedista y Traumatólogo. Departamento de Ortopedia y Traumatología, Hospital Universitario del Valle, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

\*\* Residente de IV año de Ortopedia y Traumatología, Hospital Universitario del Valle, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

\*\*\* Médico interno, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

\*\*\*\* Médico interno, Universidad Libre de Cali, Cali, Colombia.

Correspondencia:

Dr. Rubén Darío Hernández  
Calle 5 No. 36-08, Cali, Colombia.  
Tel. (572) 6206042  
rubenhs@hotmail.com

Fecha de recepción: 21 de diciembre de 2009

Fecha de aprobación: 19 de enero de 2012

## Resumen

**Introducción:** tradicionalmente, las fracturas diafisarias de húmero se han manejado de forma conservadora; sin embargo, las lesiones expuestas tienen un tratamiento diferente desde el punto de vista quirúrgico. Las fracturas expuestas de húmero secundarias a accidentes de tránsito o a traumas de alta energía se asocian a otras lesiones en la extremidad como, por ejemplo, compromiso nervioso o vascular, que pueden comprometer la viabilidad de la misma. El objetivo de este estudio es describir las lesiones, las complicaciones y los resultados funcionales secundarios a fracturas expuestas de la diáfisis del húmero en una serie de pacientes.

**Materiales y métodos:** se realizó un estudio descriptivo retrospectivo tipo serie de casos de los pacientes mayores de 18 años que ingresaron con diagnóstico de fractura diafisaria de húmero expuesta según la clasificación de Gustilo-Anderson al Hospital Universitario del Valle, Cali, entre 1998 y 2007.

**Resultados:** se evaluaron las fracturas diafisarias de húmero en un periodo de 10 años, encontrando 159 fracturas expuestas. La mayoría fueron secundarias a heridas por proyectil de arma de fuego y fueron tratadas principalmente de forma ortopédica. Las fracturas expuestas grado IIIB y IIIC se manejaron con fijación externa. Los pacientes no realizaron un control adecuado por la consulta externa.

**Discusión:** las fracturas expuestas grado III fueron llevadas a manejo quirúrgico con fijación externa como medida de control de daño obteniendo resultados funcionales aceptables en los pacientes evaluados. Para mejorar la calidad de la intervención en los pacientes con fracturas expuestas de húmero, es necesario realizar un protocolo unificado de manejo.

**Palabras clave:** cirugía de fracturas del húmero, neuropatía radial, fijación de fractura, fijadores externos.

[Rev Col Or Tra 2012; 26(2): 113-119]

## Abstract

**Introduction:** Traditionally, humeral diaphyseal fractures were managed with a conservative orthopedic treatment; however, open humeral fractures always required surgical stabilization. Humeral diaphysis open fractures are almost always in association with vascular or nerve injuries that may compromise limb viability. The aim of this study is to determine the exact injuries, choice of treatment, complications and functional results of the patients who suffer open humeral fractures in the series.

**Methods:** To determine the exact injuries, choice of treatment, complications and functional results of the patients who suffer open humeral fractures received at the orthopedic department of Hospital Universitario del Valle, Cali, from 1998 through 2007, we performed a retrospective descriptive case series study using Gustilo–Anderson classification to correlate the injury with the treatment and the functional result.

**Results:** We evaluated 159 open humeral fractures through 10 years. We found out that most of them were also treated in a conservative orthopedic manner. Only IIIB, IIIC graded open fractures were treated by external fixation. Most of the patients did not assisted in regular way to the established post-op controls. Therefore, there is a lack of information due to inconsistent follow up after treatment.

**Discussion:** Grade III fractures were treated initially by external fixation in order to perform an adequate damage control. Most of them resulted in acceptable functional results. In order to improve functional results, a unified treatment protocol should have to be instituted, as well as a prospective cohort.

**Key words:** Humeral fractures surgery, radial neuropathy, fracture fixation, external fixators.

[*Rev Col Or Tra* 2012; 26(2): 113-119]

## Introducción

Las fracturas de la diáfisis humeral corresponden al 3 % de todas las fracturas y al 20 % de las fracturas humerales (1, 2). Los mecanismos de trauma más frecuentes son accidentes de tránsito, caídas de altura y lesiones por agresión (3, 4).

Entre 40 % y 60 % de las fracturas de húmero ocurren en el tercio medio; menos del 10% son expuestas. Entre 33 % y 90 % de las fracturas de húmero son tratadas, según la literatura, de forma conservadora (5, 6) siendo la inmovilización funcional el tratamiento conservador más comúnmente utilizado (7).

Las opciones de tratamiento quirúrgico comprenden la fijación con placas, los clavos intramedulares y los fijadores externos, dependiendo de las características de la fractura y de otras lesiones asociadas.

Las complicaciones perioperatorias más frecuentes son la conminución iatrogénica asociada a trazos ocultos, la lesión nerviosa, principalmente del nervio radial, la no unión y la infección.

Las fracturas expuestas constituyen una emergencia ortopédica (8, 9). Es de carácter mandatorio un lavado y desbridamiento quirúrgico acompañado de la estabilización inicial de la fractura (9). En urgencias, la herida debe ser cubierta y el húmero inmovilizado hasta que el paciente llegue a la sala de operaciones; se debe administrar profilaxis antitetánica e iniciar el tratamiento antibiótico apropiado.

Las fracturas abiertas son clasificadas en diferentes grados (10). Una fractura se considera de grado I cuando la herida es menor de 1,0 cm y está asociada a una mínima contaminación o lesión muscular. Las fracturas abiertas grado II son heridas mayores de 1,0 cm con moderada lesión de partes blandas pero un adecuado cubrimiento. Las fracturas abiertas grado IIIA presentan lesión extensa de partes blandas, contaminación masiva, fractura conminuta o segmentaria por trauma de alta energía, pero el hueso es cubierto en forma adecuada. Las fracturas abiertas grado IIIB tienen lesión extensa de partes blandas, pérdida del periostio, conminución y/o pérdida ósea, contaminación severa e imposibilidad para la adecuada cobertura ósea, que implica realizar un colgajo en un futuro. Las fracturas abiertas grado IIIC son fracturas abiertas asociadas a una lesión arterial que requiere reparo para la viabilidad de la extremidad. Las fracturas abiertas grado III se consideran trauma de alta energía y las armas de fuego de alta velocidad, también llamadas de guerra, generan este tipo de lesiones. Las minas antipersonales o quiebrapatas son otras armas que generan este tipo de lesiones que por su gravedad muchas veces terminan en una amputación.

Las fracturas grado I y II de la clasificación de Gustilo y Anderson pueden ser manejadas con reducción abierta y fijación con placas; en fracturas grado III, la fijación externa es considerada el tratamiento de elección. La herida se debe dejar abierta de manera inicial y el paciente debe retornar a la sala de operaciones a las 48 horas o hasta que la herida esté

limpia para realizar el cierre primario de la piel o en ocasiones utilizar injertos para conseguirlo. La estabilización permite el manejo de las lesiones de los tejidos blandos. Cuando se realiza una técnica adecuada, la osteosíntesis no incrementa el riesgo de infección y permite una rehabilitación precoz (11).

Hay muchos factores descritos en la literatura que aumentan la morbilidad y mortalidad del paciente con fracturas expuestas. Al ingreso de los pacientes se deben considerar las lesiones arteriales; el diagnóstico precoz de una lesión arterial, que exige reparo, es fundamental para la viabilidad y función de la extremidad. Las lesiones neurológicas o de nervio periférico en las extremidades se dividen en dos grandes grupos: sección completa del nervio y lesión por quemadura (neuropraxia, axonotmesis o neurotmesis), caso en el cual el potencial de recuperación es de alrededor del 50 % en los seis meses siguientes al trauma. También debe considerarse la lesión ósea; sus características más importantes son la presencia de defectos óseos (pérdida de un fragmento óseo) o de una fractura con gran conminución, casos en los cuales el proceso de consolidación es más lento y debe contemplarse la posibilidad de colocar injertos o sustitutos óseos.

El pronóstico funcional de cada paciente depende de la lesión que presenta al ingreso, tanto de partes blandas como de hueso. Igualmente, se debe considerar si la lesión es única o múltiple: por ejemplo, se considera que un porcentaje cercano al 30-40 % de los pacientes heridos por armas de fuego presentan más de una herida o lesión, lo que aumenta la complejidad del tratamiento, la severidad de la lesión y la probabilidad de un compromiso de estructuras vitales como el corazón, hígado, pulmón o cerebro, que deben identificarse en el primer examen para que el equipo médico de urgencias pueda establecer prioridades para lograr un tratamiento integral y adecuado.

En la literatura no conocemos la existencia de artículos en lengua castellana o anglosajona que aborden el tema de las fracturas expuestas de diáfisis de húmero de una forma directa. En algunos casos se relaciona con mayores índices de no unión y de complicaciones como infección o lesión asociada de estructuras vasculares o nerviosas.

Un estudio sueco mostró una incidencia de fracturas expuestas de 2 % en un total de 401 fracturas de húmero; esta baja incidencia es representativa de una sociedad donde el trauma de alta energía y el trauma penetrante no son elevados, a diferencia de la nuestra (12). En otro estudio sobre fracturas expuestas de huesos largos derivadas de ataques terroristas, las fracturas de húmero fueron las menos frecuentes, con

una incidencia menor del 10 %, al compararlas con fracturas de tibia o de fémur (13).

El objetivo de este estudio es describir las lesiones, las complicaciones y los resultados funcionales secundarios a fracturas expuestas de la diáfisis del húmero en una serie de pacientes.

## Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo retrospectivo tipo serie de casos de los pacientes que ingresaron al Hospital Universitario del Valle, Cali, entre 1998 y 2007 con diagnóstico de fractura diafisaria de húmero expuesta según la clasificación de Gustilo-Anderson. Se revisaron las historias clínicas codificadas según la Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima versión. Se excluyeron los pacientes menores de 18 años y aquellos con fracturas de más de quince días de evolución al momento del ingreso a la institución.

Además de las demográficas, se consideraron variables como: ocupación, ciudad de procedencia, tipo de sistema de seguridad social, dominancia manual, antecedentes de importancia, mecanismo de trauma, tipo de fractura, presencia de lesión vascular o nerviosa al ingreso, tiempo para el desbridamiento, manejo inicial y/o definitivo con férula u osteosíntesis, presencia de infección, no unión, necesidad de otras intervenciones quirúrgicas, tiempo de seguimiento, tiempo para la consolidación y resultado de arcos de movilidad al final del seguimiento. Estas variables fueron analizadas mediante el cálculo de promedios y medianas.

El estudio fue aprobado por el comité de ética del Hospital Universitario del Valle y de la Universidad del Valle.

## Resultados

Al revisar las historias clínicas se encontraron 392 casos de fracturas diafisarias de húmero, de las cuales 159 eran expuestas. De estas, se excluyeron 33: 2 debido a consulta tardía (mayor de 15 días) y 31 por no tener la mayoría de edad. Se encontraron 111 hombres (87,4 %) y 16 mujeres (12,6 %). La mediana de edad de los hombres fue de 25 años, con un rango entre 18 y 75 años. La mediana de edad en las mujeres fue de 22,5 años, con un rango entre 18 y 70 años.

El tipo de seguridad social de los pacientes fue: vinculados en el 44,8 % de los casos; régimen subsidiado en el 29,1%; seguro obligatorio de accidentes de tránsito en el 19,7%, régimen contributivo en el 2,4 %, regímenes especiales en el 0,8 % y sin información en el 3,2 %.

El lado derecho fue el lesionado en 45,7 % de los casos; el lado izquierdo, en 49,6 %, y 1,6 % fueron fracturas bilaterales (tabla 1). De los 43 pacientes a los que se les reporta la dominancia, 39,5 % tenían el lado dominante comprometido.

Tabla 1. Distribución de los pacientes según diagnóstico.

Diagnóstico	Frecuencia	Porcentaje
Fractura bilateral	2	1,6
Fractura de húmero derecho	58	45,7
Fractura de húmero izquierdo	63	49,6
Sin dato	4	3,1
Total	127	100

En cuanto a las comorbilidades, 1,6 % de los pacientes presentaban enfermedades crónicas como hipertensión, diabetes, cardiopatías o neuropatías.

El mecanismo de trauma más común fue herida por proyectil de arma de fuego (HPPAF) en el 63 % de los casos (80 pacientes), de los cuales 8 fueron por armas de carga múltiple. El 22,8 % de las lesiones fueron por accidentes de tránsito (tabla 2). Otros mecanismos de trauma fueron por armas cortocontundentes (4,7 %) y por aplastamiento con un trapiche (0,8 %) (tabla 2).

Tabla 2. Distribución de los pacientes según mecanismo de trauma.

Mecanismo de trauma	Frecuencia	Porcentaje
Accidente de tránsito	29	22,8
Caída de altura	8	6,3
Caída de propia altura	2	1,6
HPPAF	80	63,0
Otro	7	5,5
Sin dato	1	0,8
Total	127	100

De acuerdo a la clasificación de Gustilo y Anderson para las fracturas expuestas, 71 % correspondieron a fracturas grado I; 3,9 %, a fracturas grado II; 10,2 %, a fracturas grado IIIA; 4,7 %, a fracturas expuestas grado IIIB, y 9,4 %, a fracturas expuestas grado IIIC (tabla 3).

Tabla 3. Distribución de los pacientes según tipo de fractura.

Clasificación de la fractura expuesta	Frecuencia	Porcentaje
Grado I	91	71,7
Grado II	5	3,9
Grado III a	13	10,2
Grado III b	6	4,7
Grado III c	12	9,4
Total	127	100

Las lesiones nerviosas se presentaron en 31,5 % de los pacientes; el nervio comprometido con mayor frecuencia fue el nervio radial (92,5 % de los pacientes con lesiones nerviosas). Se encontraron lesiones vasculares en el 11,8 % de los casos (15 pacientes).

El tiempo promedio en que los pacientes ingresaron a la institución luego de la lesión fue de 2 horas para los pacientes que vivían en la ciudad de Cali. La mediana de tiempo en que fueron llevados a la primera cirugía fue de 33 horas, teniendo en cuenta que hubo solo 6 pacientes que se operaron en las 6 primeras horas de ocurrido el trauma.

En total, 84 pacientes recibieron manejo conservador inicial. El manejo inicial consistió en inmovilización con férulas tipo pinza de azúcar y desbridamiento inicial de las heridas. De estos, 65 fueron manejados con pinza de azúcar como tratamiento definitivo, 2 fueron operados con clavos endomedulares, 5 fueron manejados con fijador externo y 12 recibieron manejo con placas de compresión dinámica.

De los 38 pacientes llevados a cirugía inicialmente, 73,6% recibieron manejo con fijador externo; 26,3 %, con placas de compresión dinámica. Un paciente requirió amputación de la extremidad superior. De los 28 pacientes manejados

inicialmente con fijador externo, 4 fueron convertidos a fijador interno con placas de compresión durante la primera hospitalización. Solamente 5 pacientes fueron operados por segunda o tercera vez en la primera hospitalización (lavados, desbridamientos y reacomodación de fijador).

Antes de recibir un tratamiento definitivo, 4 pacientes fueron remitidos.

Solamente 83 pacientes realizaron un seguimiento adecuado, con una mediana de 4 meses, rango entre 1 y 59 meses. De estos, 6 % (5 pacientes) presentaron infecciones que requirieron hospitalización y manejo antibiótico endovenoso. De los 78 pacientes restantes, 15 presentaron no uniones (19,2 %) y 10 (12,8 %) fueron llevados a cirugía con uso de injertos óseos autólogos y conversión a placa de compresión dinámica.

Solo el 32,9 % de los 126 pacientes tuvieron registro positivo con respecto a haber iniciado un plan de terapia física.

Solamente existen datos sobre la consolidación en 26 fracturas. La mediana fue de 21 semanas, con un rango entre 5 y 100 semanas.

## Discusión

Houwelingen y McKee, así como Igbigbi y Manda, en estudios de cohortes compararon el tratamiento de las fracturas de húmero con el uso de inmovilizador funcional versus la inmovilización con férula en U (14, 15); encontraron uniones retardadas en 13 % y 0 %, respectivamente. Al evaluar la extensión del codo, esta fue mejor en el grupo con inmovilizador pero con mayor deformidad residual en varo. No hubo diferencias entre tasas de no unión o retardo en la consolidación.

Wallney y cols. compararon el inmovilizador con los clavos endomedulares (16). Encontraron mejores rangos de movilidad del hombro y rotación externa en el primer grupo; no hubo diferencias al comparar arcos de movilidad como la elevación, abducción, desviación axial, desplazamiento lateral o dolor. Un estudio de Jawa y cols., en el que se compararon el inmovilizador y la fijación con placas (17), demostró que los arcos de movilidad articular fueron iguales en los dos grupos, pero se presentaron mayores complicaciones en el grupo quirúrgico en cuanto a parálisis del nervio radial e infección.

Al comparar los tratamientos quirúrgicos hay resultados variados. Existen 3 ensayos clínicos aleatorizados que

comparan los clavos endomedulares rígidos con las placas. Se evidenció que el riesgo de reintervención quirúrgica fue tres veces mayor para el manejo con clavos; asimismo, el dolor de hombro y la limitación funcional fue mayor en este grupo (18, 19, 20). En cuanto a la comparación de clavos flexibles o semirrígidos con placas, 2 ensayos clínicos aleatorizados no encontraron diferencias significativas en cuanto a no uniones, infección o lesión nerviosa iatrogénica. En relación con la inserción anterógrada vs. retrógrada, se encontraron 2 estudios de cohorte que reportaron tasas de no unión similares. Se favorece la inserción retrógrada para las escalas de hombro, sin diferencias en cuanto a tiempo de consolidación, dolor o complicaciones (21). Se encontró un estudio de cohortes que comparó los clavos de Ender con clavos bloqueados (22). El tiempo operatorio y el sangrado fueron mayores en el segundo grupo; no hubo diferencias en cuanto a no unión, parálisis del nervio radial o conminución intraquirúrgica, así como el requerimiento de una segunda intervención quirúrgica. Finalmente, se encontró un estudio aleatorizado que comparó la reducción abierta y la fijación con injertos óseos versus sin la colocación de injertos, en el que se reportó un tiempo para la consolidación mayor en el grupo sin injertos, al igual que la tasa de no unión y la pérdida sanguínea, ambas mayores en este grupo.

Se encontraron 4 estudios que comparan los factores pronósticos (23, 24, 25, 26): las no uniones se asocian a patrones de fractura oblicuos largos, abuso de alcohol y obesidad, también las fracturas conminutas o expuestas, las que ocurren en el tercio medio al igual que los patrones transversos.

Existen grandes limitaciones en la literatura por la falta de estudios aleatorizados controlados; los que existen no son evidencia tipo I. Además, la comparación entre los diferentes tratamientos quirúrgicos incluye pacientes con fracturas previamente tratadas por método conservador hasta en 25 %.

En el Hospital Universitario del Valle existen múltiples limitaciones en la codificación de las historias clínicas por la falta de sistematización del archivo, con un subregistro en la población estudiada. En su mayoría, los pacientes hacen parte de la población vinculada o subsidiada; en general, se trata de hombres en la tercera década de la vida y el mecanismo más frecuente es la herida por proyectil por arma de fuego.

La mayoría de los pacientes con fracturas expuestas de húmero grado I y II en nuestro hospital fueron manejados de forma conservadora con pinza en U. Las fracturas expuestas grado III requirieron un manejo quirúrgico con fijación externa, en la mayoría como tratamiento definitivo.

El seguimiento de estos pacientes no es el adecuado por múltiples factores, en especial, la accesibilidad a la consulta externa, pues son pacientes de otras ciudades, en su mayoría de bajos recursos. Esta limitación hace difícil concluir sobre el resultado funcional al final de la consolidación; sin embargo, en los pocos que se siguieron por un periodo mayor de un año se observa que los arcos de movilidad articular se recuperaron.

La complicación más frecuente fue la lesión del nervio radial. Está acorde con los hallazgos en otros estudios. Es difícil precisar el porcentaje de recuperación del mismo. También es importante anotar el porcentaje de pacientes con no unión que requirieron otra intervención quirúrgica, injertos óseos asociados a placas de compresión dinámica.

En conclusión, en nuestra institución, las fracturas expuestas de húmero son causadas en su mayoría por proyectiles de arma de fuego y manejadas de manera conservadora.

Las fracturas expuestas grado III fueron llevadas a manejo quirúrgico con fijación externa como medida de control de daño. Los resultados funcionales en los pacientes evaluados fueron aceptables. Existen muchas limitaciones en la codificación y registro de este tipo de fracturas, así como en el seguimiento de los pacientes. Se debe realizar un protocolo adecuado para este tipo de fracturas ya que no se tiene un criterio unificado de manejo. Para mejorar la calidad de la intervención en los pacientes con fracturas expuestas de húmero se debe realizar a futuro un estudio de carácter prospectivo que permita mejorar el enfoque y manejo de los mismos.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el trabajo realizado por la becaria de la Universidad del Valle, Lina Villegas, en la preparación del formato de recolección de datos y en la tabulación de los mismos. También agradecen el soporte brindado por el doctor Alfredo Martínez, jefe del Departamento de Ortopedia y Traumatología de la Universidad del Valle.

## Referencias bibliográficas

- Houwelingen AV, McKee MD. Management and complications of humeral shaft fractures. *University of Toronto Med J* 2004; 81: 96-102.
- Igbigbi PS, Manda K. Epidemiology of humeral fractures in Malawi. *Int Orthop* 2004; 28: 338-41.
- Scheerlinck T, Handelberg F. Functional outcome after intramedullary nailing of humeral shaft fractures: comparison between retrograde Marchetti-Vicenzi and unreamed AO antegrade nailing. *J Trauma* 2002; 52: 60-71.
- Tytherleigh-Strong G, Walls N, McQueen MM. The epidemiology of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80: 249-53.
- Ruedi T, Murphy WM. *AO principles of fracture management*. Vol. 1. Stuttgart-New York: Thieme; 2000.
- Wenzl ME, Porte T, Fuchs S, Faschingbauer M, Jürgens C. Delayed and non-union of the humeral diaphysis. Compression plate or internal plate fixator? *Injury* 2004; 35: 55-60.
- Chiu FY, Chen CM, Lin CF, Lo WH, Huang YL, Chen TH. Closed humeral shaft fractures: a prospective evaluation of surgical treatment. *J Trauma* 1997; 43: 947-51.
- Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58A: 453-8.
- Gustilo RB, Simpson L, Nixon R, Ruiz A, Indeck W. Analysis of 511 open fractures. *Clin Orthop* 1969; 66: 148-54.
- Zalavras CG, Marcus RE, Levin LS, Patzakis MJ. Management of open fractures and subsequent complications. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89A: 884-95.
- Ward EF, Savoie FH, Hughes JL. Fractures of the diaphyseal humerus. En: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, editores. *Skeletal trauma*. Vol. 2. Philadelphia: WB Saunders; 1992. p. 1177-200.
- Ekholm R, Adami J, Tidermark J, Hansson K, Törnkvist H, Ponzer S. Fractures of the shaft of the humerus. An epidemiological study of 401 fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88(11): 1469-73.
- Weil Y, Petrov K, Liebergall M, Mintz Y, Mosheiff R. Long bone fractures caused by penetrating injuries in terrorists attacks. *J Trauma* 2007; 62: 909-12.
- Camden P, Nade S. Fracture bracing the humerus. *Injury* 1992; 23: 245-8.
- Sharma V, Jain A, Gupta R, Tyagi A, Sethi P. Non-operative treatment of fractures of the humeral shaft: a comparative study. *J Indian Med Assoc* 1991; 89: 157-60.
- Wallny T, Sagebiel C, Westerman K, Wagner UA, Reimer M. Comparative results of bracing and interlocking nailing in the treatment of humeral shaft fractures. *Int Orthop* 1997; 21: 374-9.
- Jawa A, McCarty P, Doornberg J, Harris M, Ring D. Extra-articular distal-third diaphyseal fractures of the humerus. A comparison of functional bracing and plate fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: 2343-7.
- Changulani M, Jain UK, Keswani T. Comparison of the use of the humerus intramedullary nail and dynamic compression plate for the management of diaphyseal fractures of the humerus. A randomised controlled study. *Int Orthop* 2007; 31(3): 391-5.
- McCormack RG, Brien D, Buckley RE, McKee MD, Powell J, Schemitsch EH. Fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail. A prospective, randomised trial. *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82: 336-9.
- Chapman JR, Henley MB, Agel J, Benca PJ. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma* 2000; 14: 162-6.
- Blum J, Janzing H, Gahr R, Langendorff HS, Rommens PM. Clinical performance of a new medullary humeral nail: antegrade versus retrograde insertion. *J Orthop Trauma* 2001; 15: 342-9.
- Chao TC, Chou WY, Chung JC, Hsu CJ. Humeral shaft fractures treated by dynamic compression plates, ender nails and interlocking

- nails. *Int Orthop* 2005; 29: 88-91.
23. Castellá FB, Garcia FB, Berry EM, Perelló EB, Sánchez-Alepuz E, Gábarde R. Nonunion of the humeral shaft: long lateral butterfly fracture. A nonunion predictive pattern? *Clin Orthop Relat Res* 2004; 424: 227-30.
24. Foulk D, Szabo R. Diaphyseal humerus fractures: natural history and occurrence of nonunion. *Orthopedics* 1995; 18: 333-5.
25. Koch P, Gross D, Gerber C. The results of functional (Sarmiento) bracing of humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; 11: 143-50.
26. Loomer R, Kokan P. Non-union in fractures of the humeral shaft. *Injury* 1976; 7: 274-8.