

Tratamiento quirúrgico de pacientes con fractura diafisaria del húmero

Surgical treatment of patients with diaphysary fracture of the humerus

Dr. C. Alejandro Álvarez López;^I Dra. Yenima García Lorenzo^{II}

I Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech. Camagüey. Cuba.

II Policlínico Universitario Tula Aguilera. Camagüey. Cuba.

RESUMEN

Fundamento: las fracturas de la diáfisis humeral son por lo general tratadas de forma conservadora, pero existe un pequeño porcentaje de pacientes que necesitan de tratamiento quirúrgico basado en indicaciones muy específicas.

Objetivo: profundizar en los elementos necesarios para el tratamiento quirúrgico de pacientes con fractura de diáfisis humeral.

Método: se realizó una revisión bibliográfica de un total de 400 artículos publicados en Pubmed, Hinari y Medline mediante el localizador de información Endnote, de ellos se utilizaron 50 citas seleccionadas para realizar la revisión, 47 de ellas de los últimos cinco años donde se incluyeron tres libros.

Desarrollo: se discuten los aspectos relacionados con el diagnóstico clínico e imaginológico. Se abordan las indicaciones quirúrgicas según los criterios del McKee MD basados en propias de la fractura, traumas asociados y propios del enfermo. En relación a los métodos de osteosíntesis se plasman sus indicaciones en cada caso, así como sus ventajas y desventajas. En relación a las complicaciones se describen las más importantes y el accionar médico, se propone un algoritmo para pacientes con lesión del nervio radial.

Conclusiones: el tratamiento quirúrgico de pacientes con fracturas de la diáfisis humeral está basado en indicaciones quirúrgicas muy específicas. El método de osteosíntesis a emplear depende de las ventajas

de cada uno y de las condiciones del paciente y el cirujano. Los resultados por lo general son favorables con un mínimo de complicaciones.

DeCS: FRACTURAS DEL HÚMERO/terapia; FIJACIÓN INTERNA DE FRACTURAS/MÉTODOS; DIÁFISIS/lesiones; PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS OPERATIVOS; LITERATURA DE REVISIÓN COMO ASUNTO.

ABSTRACT

Background: generally speaking, fractures of the humeral diaphysis are treated in a conservative way, but there is a little percentage of patients that need surgical treatment based on very specific indications.

Objective: to study in depth the necessary elements for the surgical treatment of patients with fracture of the humeral diaphysis.

Method: a bibliographic review of 400 articles published in Pubmed, Hinari and Medline by means of the reference management software Endnote, was made. Fifty references were selected for making the review, 47 of them were from the last five years and three books were included.

Development: aspects related to the clinical and imaging diagnosis are discussed. Surgical indications according to Mckee criteria based on the indications of the fracture, on associated traumas and on own traumas of the patient, are tackled. Regarding the osteosynthesis methods, its indications step by step, as well as its advantages and disadvantages, are presented. Concerning the complications, the most important ones are described; the medical procedure is also described. An algorithm for patients with lesion of the radial nerve is proposed.

Conclusions: the surgical treatment of patients with humeral diaphysis is based on very specific surgical indications. The osteosynthesis method to use depends on the advantages of each of them and on the conditions of the patient and the surgeon. In general, the results are favourable with a minimum of complications.

DeCS: HUMERAL FRACTURES/therapy; FRACTURE FIXATION, INTERNAL/methods; DIAPHYSES/INJURIES; SURGICAL PROCEDURES, OPERATIVE; REVIEW LITERATURE AS TOPIC.

INTRODUCCIÓN

El húmero constituye uno de los cuatro huesos largos del esqueleto humano y tiene la característica de estar rodeado de tejidos blandos muy vascularizados y no forma parte de las estructuras anatómicas que soportan el peso corporal. La articulación proximal (hombro) y la distal (codo) tienen elementos muy específicos. El hombro es la articulación de mayor rango de movimiento del organismo

y su inmovilización prolongada reduce de manera significativa la capacidad funcional. Por otra parte el codo aunque es más estable en relación al hombro, cuando se inmoviliza por tiempo prolongado sufre limitaciones en su función.¹⁻³

Se definen como fracturas de la diáfisis humeral (FDH) aquellas que ocurren distales al cuello qui-

rúrgico del humero y proximal a la región supracondílea. Para definir la zona diafisaria puede ser empleado también el método del cuadrado descrito por Urs Heim, citado por Müller ME, et al.⁴

Según McKee MD y Larson S⁵ las FDH son frecuentes, con una incidencia aproximada de 70 000 al año en los Estados Unidos de América. Esta enfermedad traumática, según estos propios autores, representan del 3 % al 5 % de todas las fracturas.

El sexo masculino es el más afectado por traumas de alta energía en pacientes jóvenes y el femenino por los de baja cuantía, en especial por encima de los 51 años de edad.^{6,7}

El 5 % de estas fracturas son abiertas, el 63 % presenta un trazo de fractura simple y el 90 % de los pacientes puede ser tratado de forma conservadora.⁸ Sin embargo el resto de los enfermos necesita de tratamiento quirúrgico.

Debido a la importancia del tema, la siguiente investigación se propone profundizar en los elementos necesarios para el tratamiento quirúrgico de enfermos con FDH.

MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de un total de 400 artículos publicados en Pubmed, Hinari y Medline mediante el localizador de información Endnote, de ellos se utilizaron 50 citas seleccionadas para realizar la revisión, 47 de ellas de los últimos cinco años donde se incluyeron tres libros.

DESARROLLO

Las fracturas de la diáfisis humeral se pueden presentar de forma aislada o combinada a otras lesiones traumáticas.⁹⁻¹¹

Aunque generalmente se tratan de manera conservadora, las indicaciones quirúrgicas se imponen en

ciertas situaciones, donde se conjugan factores generales y locales del enfermo.¹²⁻¹⁴

Los tratamientos quirúrgicos está en estrecha relación con el tipo de implante a utilizar así como la localización anatómica de la fractura.¹⁵⁻¹⁷

El diagnóstico positivo de esta enfermedad se basa en los antecedentes, cuadro clínico y examen radiográfico.¹⁸⁻²¹

El antecedente más relevante en estos enfermos consiste en la presencia de un trauma de alta o baja energía, después del cual el paciente es llevado al cuerpo de guardia con la actitud típica de sujetar el brazo enfermo con el sano.²²⁻²³

En el examen físico se detecta acortamiento, angulación y rotación de la extremidad. Puede haber o no presencia de heridas que comuniquen con el foco de fractura. Mediante la palpación se comprueba crepitación ósea y movilidad anormal a nivel del foco de fractura.²⁴⁻²⁶

En la exploración física, uno de los elementos más importantes es el examen neurológico, en especial del nervio radial.²⁷

Se debe examinar a los pacientes en busca de otras lesiones asociadas de la propia extremidad o en otras zonas del organismo.²⁸

La exploración radiográfica mediante vistas en proyecciones anteroposterior y lateral son determinantes para el diagnóstico de la fractura y establecer su configuración geométrica.³⁰⁻³²

Los exámenes de tomografía axial computarizada e imagen de resonancia magnética no están justificados como procedimientos de rutina para pacientes con esta enfermedad traumática.^{30, 33}

Las fracturas de la diáfisis humeral son por lo general tratadas de manera conservadora, pero este aspecto no se desarrolla en la presente investigación, ya que se trata sobre tratamiento de tipo quirúrgico.

Las indicaciones quirúrgicas según McKee MD et al⁵ son:

I. Propias de la fractura

-Incapacidad para mantener la reducción cerrada (acortamiento mayor a tres centímetros, rotación mayor a 30 grados, angulación mayor a 20 grados).

-Fracturas segmentarias.

-Fracturas patológicas.

-Fracturas con extensión intrarticular hacia el hombro o codo.

II. Indicaciones por traumas asociados

-Fracturas abiertas.

-Lesión vascular.

-Daño del plexo braquial.

-Fractura de antebrazo ipsilateral.

-Fracturas del hombro y codo ipsilaterales, fracturas bilaterales.

-Fracturas de la extremidad inferior que requieren del apoyo de carga de peso a través del miembro superior.

-Quemaduras.

-Las causadas por armas de fuego de alta velocidad.

III. Indicaciones propias del enfermo:

-Pacientes politraumatizados.

-Trauma craneal asociado con Glasgow ≤ 8 .

-Trauma torácico.

-Pobre tolerancia del paciente al tratamiento conservador, obesidad y mamas voluminosas.

Una vez que se decide el tratamiento quirúrgico, es importante seleccionar el tipo de implante a utilizar. Los medios de fijación empleados son: placas y tornillos del sistema AO de 4,5 milímetros, placas mini invasivas conocidas en la literatura anglosajona como: minimal invasive plate osteosynthesis (mipo), intramedulares flexibles o rígidos y la fijación externa.³⁴⁻³⁶

Cada uno de estos sistemas de fijación tiene ventajas y desventajas, que se relacionan a continuación (cuadro).^{5, 37}

Las láminas AO tienen como ventaja que es el más empleado, presentan por lo general buena consolidación de la fractura, tiene bajo índice de complicaciones y permite un retorno rápido de la función. Como desventajas esta modalidad tiene la necesidad de ser más extenso con consecuencias cosméticas, existe la probabilidad de lesión iatrogénica del nervio radial, posible infección de la herida y pérdida de la fijación en especial en enfermos con hueso osteoporótico.³⁸⁻⁴⁰

Por su parte la fijación intramedular, tanto flexible como rígida tiene las siguientes ventajas: son realizadas a través de pequeñas incisiones, no produce ruptura del hematoma de fractura, menor disección de partes blandas y permite altos índices de consolidación aunque no comparables con los de las placas AO. Sin embargo con el uso de este sistema de fijación puede presentarse dolor posoperatorio del hombro, lesión del manguito rotador y rigidez del hombro.⁴¹⁻⁴³

La indicación de la fijación intramedular es indicada en pacientes con fracturas de tipo segmentarias, en enfermos obesos o con quemaduras, también en los pacientes politraumatizados. Este método está contraindicado en pacientes con enfermedad pre-existente del hombro, canal medular estrecho menor de nueve milímetros y lesión asociada del nervio radial.^{5, 10, 40}

Cuadro. Ventajas y desventajas de cada método quirúrgico

Parámetros	Placas y tornillos	Intramedulares	Fijación externa
Fractura alrededor del implante	-	-	+
Afectación del hombro	+	-	-
Reconstrucción difícil en fallo de osteosíntesis primaria	+/-	-	+
Índice de pseudoartrosis	+	-	-
Índice de reoperación	+	-	-
Lesión del nervio radial	+/-	+/-	+/-
Canal medular pequeño	+	-	+
Exposición a las radiaciones	+	-	-
Fracturas complejas	-	+	-
Extensión intrarticular de la fractura	+	-	-

Leyenda (+) ventajas, (-) desventajas

La fijación externa es empleada en pacientes politraumatizados, en fracturas abiertas y en lesiones vasculares.^{5, 41}

Las complicaciones más frecuentes en pacientes con fractura de la diáfisis humeral son parálisis del nervio radial, lesión del plexo braquial, retardo de la consolidación, pseudoartrosis e infección.^{5, 42}

Las parálisis del nervio radial pueden encontrarse desde un 3 % a un 34 % y existen factores relacionados con su presencia como: fracturas abiertas, pacientes politraumatizados, daño vascular y fracturas ipsilaterales. La mayoría de estas lesiones son del tipo de la neuropraxia.⁴³

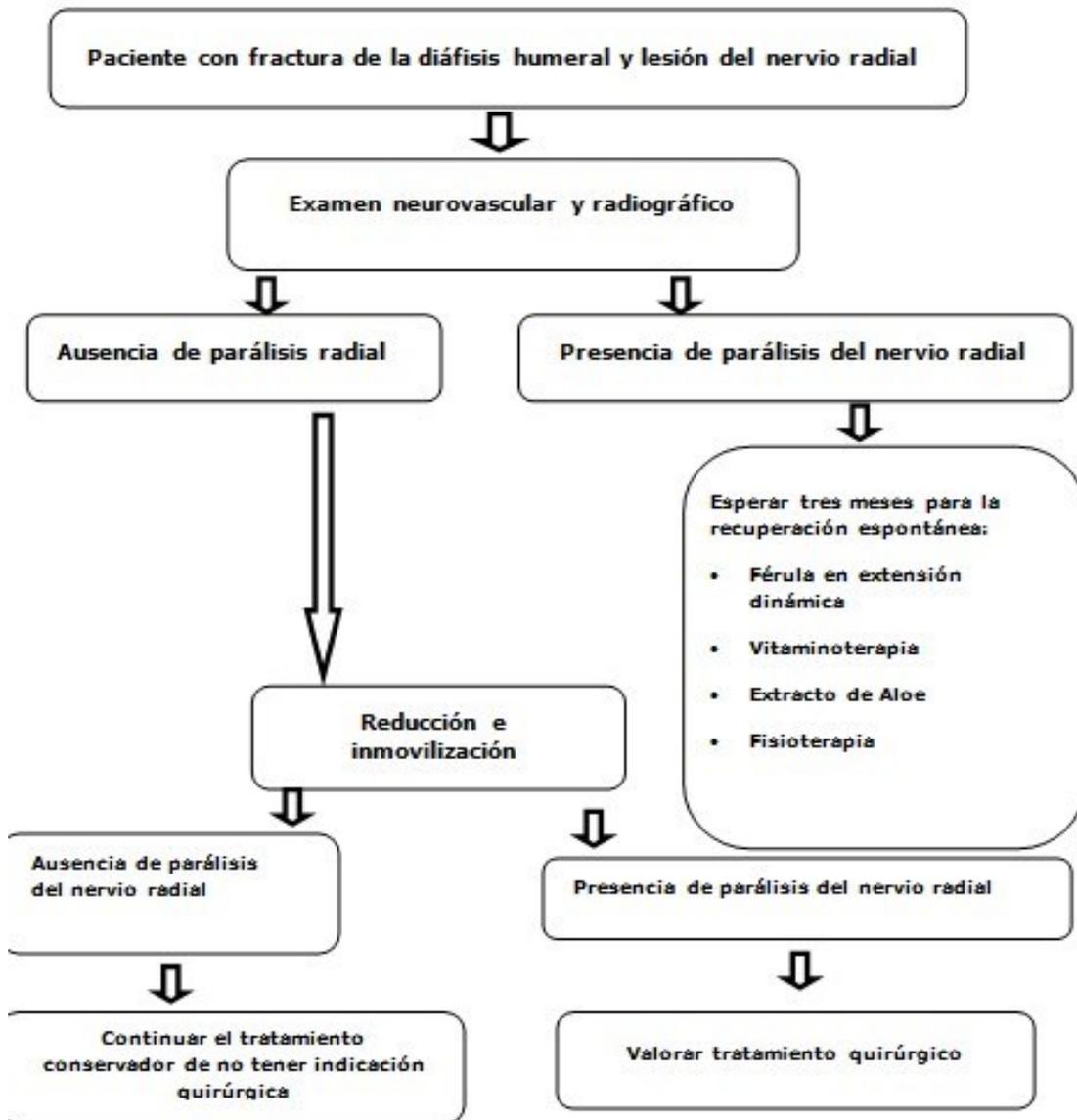
En caso de parálisis del nervio radial, existen indicaciones para su exploración quirúrgica según Carroll EA et al⁴⁴ como: fracturas abiertas, traumas por alta velocidad por armas de fuego o daño penetrante, lesión vascular, daño neurológico después de la reducción cerrada y fracturas del tercio distal como las descritas por Holstein Lewis citado por Liu GY et al.⁴⁵

Para el tratamiento de pacientes con lesión del nervio radial y fractura de diáfisis humeral, se recomienda el siguiente algoritmo que sirve de guía a todos los médicos que traten este tipo de afección traumática (figura).

La pseudoartrosis después del tratamiento quirúrgico responde por lo general a errores de la técnica como selección inadecuada de la placa AO, distracción del foco de fractura, inadecuada colocación de tornillos y fallo mecánico en pacientes con hueso osteoporótico. El tratamiento de esta complicación se basa en dos pilares, el primero lograr la estabilidad mecánica y el otro estimular la consolidación ósea; por ejemplo el uso de placas AO con injerto de cresta ilíaca ha demostrado ser efectivo en la mayoría de los pacientes.^{46, 47}

En ocasiones la pseudoartrosis se presenta en pacientes con hueso osteoporótico, por lo que en este caso se pueden aplicar varias opciones como: placas más largas con mayor cantidad de tornillos, uso de cemento óseo, empleo de placas anguladas, injerto óseo autógeno, por ejemplo de peroné.⁴⁷⁻⁴⁹

Figura. Algoritmo para pacientes con lesión del nervio radial



Según McKee MD et al ⁵ en pacientes con presencia de pseudoartrosis se recomienda primero investigar si existe o no infección; antes de comenzar el tratamiento, los acortamientos menores de tres centímetros son bien tolerados por los enfermos; la corrección de la deformidad y el tratamiento con placas es el método de elección; agregar injerto óseo o sustitutos en caso de pseudoartrosis atrófica y emplear las técnicas descritas con anterioridad en pacientes con hueso osteoporótico.

La infección como complicación de las fracturas de la diáfisis humeral es infrecuente debido a la excelente vascularidad de la zona y de cobertura mus-

cular, incluso en pacientes que presentan fracturas abiertas y son tratados mediante la colocación de placas AO de forma inmediata. Esta complicación por lo general se relaciona con la presencia de diabetes mellitus y otras enfermedades que afectan el sistema inmunológico del organismo. Una vez que la infección está presente de manera local se realizan lavados y desbridamientos de la herida, con toma seriada de cultivos con el objetivo de identificar el germen causal y es necesaria la administración de antimicrobianos. En relación al implante quirúrgico, si está fijo se deja en su posición y de otra manera es retirado seguido de la colocación de

una fijación externa. Para el tratamiento de esta complicación se pueden aplicar además antimicrobianos locales, injertos óseos o sustitutos.^{48, 50}

CONCLUSIONES

El tratamiento quirúrgico de pacientes con FDH está basado en indicaciones quirúrgicas muy específicas. El método de osteosíntesis a emplear depende de las ventajas de cada uno y de las condiciones del enfermo y el cirujano. Los resultados por lo general son favorables con un mínimo de complicaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Tyllianakis M, Tsoumpos P, Anagnostou K, Konstantopoulou A, Panagopoulos A. Intramedullary nailing of humeral diaphyseal fractures. Is distal locking really necessary? *Int J Shoulder Surg.* 2013 Apr;7(2):65-9.
- 2- Bercik MJ, Tjoumakaris FP, Pepe M, Tucker B, Axelrad A, Ong A, Austin L. Humerus fractures at a regional trauma center: an epidemiologic study. *Orthopedics.* 2013 Jul;36(7):e891-7.
- 3- Hollister AM, Saulsbery C, Odom JL, Anissian L, Garon MT, Jordan J. New technique for humerus shaft fracture retrograde intramedullary nailing. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2011 Sep;15(3):138-43.
- 4- Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. *The comprehensive Classification of Fractures.* New York: Springer Verlag; 1990.
- 5- McKee MD, Larsson S. Humeral shaft fractures. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court Brown CM, Tornetta P. *Rockwood and Green's Fractures.* 7 th ed. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins; 2010. p. 1000-38.
- 6- Boschi V, Pogorelic Z, Gulan G, Vilovic K, Stalekar H, Bilan K, et al. Subbrachial approach to humeral shaft fractures: new surgical technique and retrospective case series study. *Can J Surg.* 2013 Feb;56(1):27-34.
- 7- Lee HJ, Oh CW, Oh JK, Apivatthakakul T, Kim JW, Yoon JP, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fracture: a reproducible technique with the assistance of an external fixator. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013 May;133(5):649-57.
- 8- Stedtfeld HW, Biber R. Proximal third humeral shaft fractures - a fracture entity not fully characterized by conventional AO classification. *Injury.* 2014 Jan;45 Suppl 1:S54-9.
- 9- Wang X, Chen Z, Shao Y, Ma Y, Fu D, Xia Q. A meta-analysis of plate fixation versus intramedullary nailing for humeral shaft fractures. *J Orthop Sci.* 2013 May;18(3):388-97.
- 10- Gallucci G, Boretto J, Vujovich A, Alfie V, Donndorff A, De Carli P. Posterior minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2014 Mar;18(1):25-30.
- 11- Idoine JD 3rd, French BG, Opalek JM, DeMott L. Plating of acute humeral diaphyseal fractures through an anterior approach in multiple trauma patients. *J Orthop Trauma.* 2012 Jan;26(1):9-18.
- 12- Cadet ER, Yin B, Schulz B, Ahmad CS, Rosenwasser MP. Proximal humerus and humeral shaft nonunions. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013 Sep;21(9):538-47.
- 13- Huang YG, Chang SM. Double crush syndrome due to plating of humeral shaft fracture. *Indian J Orthop.* 2014 Mar;48(2):223-5.
- 14- Perez E. Fractures of the shoulder, arm, and forearm. En: Canale ST, Beaty JH, editores. *Camp-*

bell's Operative Orthopedics. 12 th ed. Philadelphia: Elsevier Mosby. 2013. p. 2829-2906.

15- Kapil Mani KC, Gopal Sagar DC, Rijal L, Govinda KC, Shrestha BL. Study on outcome of fracture shaft of the humerus treated non-operatively with a functional brace. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013 Apr;23(3):323-8.

16- Mahabier KC, Vogels LM, Punt BJ, Roukema GR, Patka P, Van Lieshout EM. Humeral shaft fractures: retrospective results of non-operative and operative treatment of 186 patients. *Injury*. 2013 Apr;44(4):427-30.

17- Pedrazzini A, Pedrazzoni M, De Filippo M, Nicoletto G, Govoni R, Ceccarelli F. Humeral fractures by arm wrestling in adult: a biomechanical study. *Acta Biomed*. 2012 Aug;83(2):122-6.

18- Sarmiento A. Outcome of nonoperative vs operative treatment of humeral shaft fractures: a retrospective study of 213 patients. *Orthopedics*. 2011 Mar;34(3):159.

19- Baltov A, Mihail R, Dian E. Complications after interlocking intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *Injury*. 2014 Jan;45 Suppl 1:S9-S15.

20- Tytherleigh-Strong G, Walls N, McQueen MM. The epidemiology of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1998 Mar;80(12):249-253.

21- Singh AK, Arun GR, Narsaria N, Srivastava A. Treatment of non-union of humerus diaphyseal fractures: a prospective study comparing interlocking nail and locking compression plate. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014 Jul;134(7):947-53.

22- Spiguel AR, Steffner RJ. Humeral shaft fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2012 Sep;5(3):177-83.

23- Ouyang H, Xiong J, Xiang P, Cui Z, Chen L, Yu B. Plate versus intramedullary nail fixation in the treatment of humeral shaft fractures: an up-

dated meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013 Mar;22(3):387-95.

24- Singh AK, Narsaria N, Seth RR, Garg S. Plate osteosynthesis of fractures of the shaft of the humerus: comparison of limited contact dynamic compression plates and locking compression plates. *J Orthop Traumatol*. 2014 Jun;15(2):117-22.

25- Yi JW, Oh JK, Han SB, Shin SJ, Oh CW, Yoon YC. Healing process after rigid plate fixation of humeral shaft fractures revisited. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013 Jun;133(6):811-7.

26- Maresca A, Pascarella R, Bettuzzi C, Amendola L, Politano R, Fantasia R, et al. Multifocal humeral fractures. *Injury*. 2014 Feb;45(2):444-7.

27- Steffner RJ, Lee MA. Emerging concepts in upper extremity trauma: humeral shaft fractures. *Orthop Clin North Am*. 2013 Jan;44(1):21-33.

28- Ristic V, Maljanovic M, Arsic M, Matijevic R, Milankov M. Comparison of the results of treatment of humeral shaft fractures by different methods. *Med Pregl*. 2011 Sep-Oct;64(9-10):490-6.

29- Heineman DJ, Bhandari M, Poolman RW. Plate fixation or intramedullary fixation of humeral shaft fractures-an update. *Acta Orthop*. 2012 Jun;83(3):317-8.

30- Lee TJ, Kwon DG, Na SI, Cha SD. Modified combined approach for distal humerus shaft fracture: anterolateral and lateral bimodal approach. *Clin Orthop Surg*. 2013 Sep;5(3):209-15.

31- Broadbent MR, Will E, McQueen MM. Prediction of outcome after humeral diaphyseal fracture. *Injury*. 2010 Jun;41(6):572-7.

32- Dai J, Chai Y, Wang C, Wen G. Dynamic compression plating versus locked intramedullary nailing for humeral shaft fractures: a meta-analysis of RCTs and nonrandomized studies. *J Orthop Sci*. 2014 Mar;19(2):282-91.

- 33- Venouziou AI, Dailiana ZH, Varitimidis SE, Hantes ME, Gougoulias NE, Malizos KN. Radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture. Is the energy of trauma a prognostic factor? *Injury*. 2011 Nov;42(11):1289-93.
- 34- Pagonis T, Ditsios K, Christodoulou A, Petsatodis G. Outcome of surgical treatment for complicated humeral shaft fractures in elderly adults with osteoporosis. *J Am Geriatr Soc*. 2012 Apr;60(4):795-6.
- 35- Garnavos C. Diaphyseal humeral fractures and intramedullary nailing: Can we improve outcomes? *Indian J Orthop*. 2011 May;45(3):208-15.
- 36- Shen L, Qin H, An Z, Zeng B, Yang F. Internal fixation of humeral shaft fractures using minimally invasive plating: comparative study of two implants. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013 Jul;23(5):527-34.
- 37- Zhou ZB, Gao YS, Tang MJ, Sun YQ, Zhang CQ. Minimally invasive percutaneous osteosynthesis for proximal humeral shaft fractures with the PHILOS through the deltopectoral approach. *Int Orthop*. 2012 Nov;36(11):2341-5.
- 38- Huri G, Biçer ÖS, Öztürk H, Deveci MA, Tan I. Functional outcomes of minimal invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in humerus shaft fractures: a clinical study. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2014;48(4):406-12.
- 39- Iacobellis C, Agrò T, Aldegheri R. Locked antegrade intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *Musculoskelet Surg*. 2012 Aug;96(2):67-73.
- 40- Verdano MA, Pellegrini A, Schiavi P, Somenzi L, Concari G, Ceccarelli F. Humeral shaft fractures treated with antegrade intramedullary nailing: what are the consequences for the rotator cuff? *Int Orthop*. 2013 Oct;37(10):2001-7.
- 41- Kiran M, Jee R. Ilizarov's method for treatment of nonunion of diaphyseal fractures of the humerus. *Indian J Orthop*. 2010 Oct;44(4):444-7.
- 42- Li Y, Wang C, Wang M, Huang L, Huang Q. Postoperative malrotation of humeral shaft fracture after plating compared with intramedullary nailing. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011 Sep;20(6):947-54.
- 43- Rohilla R, Singla R, Magu NK, Singh R, Devgun A, Mukhopadhyay R, et al. Combined radial and median nerve injury in diaphyseal fracture of humerus: a case report. *Chin J Traumatol*. 2013 Dec;16(6):365-7.
- 44- Carroll EA, Schweppe M, Langfitt M, Miller AN, Halvorson JJ. Management of humeral shaft fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012 Jul;20(7):423-33.
- 45- Liu GY, Zhang CY, Wu HW. Comparison of initial nonoperative and operative management of radial nerve palsy associated with acute humeral shaft fractures. *Orthopedics*. 2012 Aug;35(8):702-8.
- 46- Rosenbaum A, Uhl R. Nonunion of humeral shaft fractures following flexible nailing fixation. *Orthopedics*. 2012 Jun;35(6):512-5.
- 47- Liu Y, Li H. Treatment of non-union of humerus diaphyseal fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014 Oct;134(10):1491.
- 48- Tsourvakas S, Alexandropoulos C, Papachristos I, Tsakoumis G, Ameridis N. Treatment of humeral shaft fractures with antegrade intramedullary locking nail. *Musculoskelet Surg*. 2011 Dec;95(3):193-8.
- 49- Constant CR, Murley AHG. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop*. 1987 Jan;214:160-4.
- 50- Denies E, Nijs S, Sermon A, Broos P. Operative treatment of humeral shaft fractures. *Com-*

parison of plating and intramedullary nailing. Acta Orthop Belg. 2010 Dec;76(6):735-42.

Recibido: 16 de diciembre de 2014

Aprobado: 17 de febrero de 2015

Dr. C. Alejandro Álvarez López. Doctor en Ciencias Médicas. Especialista de II Grado en Ortopedia y Traumatología. Investigador agregado del CITMA. Profesor Titular. Hospital Universitario Manuel Asuncion Domenech. Camagüey. Cuba. Email: yeni-ma@finlay.cmw.sld.cu