

Resultados del manejo de tratamiento conservador en fracturas de húmero proximal metafisario en niños

Víctor Franklin García-Ramírez¹, Félix Gustavo Mora-Ríos², Carlos Mejía-Rohenes³, Juan Carlos Claro-Hernández⁴ y Armando Pérez-Solares⁵

Resumen

ANTECEDENTES: La fractura de húmero proximal metafisaria es la falta de continuidad ósea por debajo de la región del cuello quirúrgico humeral. Este tipo de fracturas representan hasta el 27% de todas las fracturas en la población pediátrica y del 0.5% al 3.5% se presentan en la región metafisaria proximal. Diversos autores refieren un curso benigno al realizar tratamiento conservador en pacientes menores de 13 años.

OBJETIVO: Reportar los resultados en el tratamiento conservador en fracturas metafisarias de húmero proximal en pacientes pediátricos atendidos en el Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE.

MATERIAL Y MÉTODO: Estudio descriptivo, ambispectivo y, trasversal. Se revisó de forma sistemática a pacientes diagnosticados de fractura metafisaria de húmero proximal en población pediátrica menor de 13 años y con tratamiento conservador con colocación de férula o reducción cerrada y colocación de férula y se realizó evaluación funcional mediante el cuestionario Quick DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*) y evaluación clínica, atendidos en el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2007 y el 1 de enero de 2015.

RESULTADOS: Se captaron 57 pacientes, de los cuales el 52.7% fueron niños (30 pacientes), mientras que el 47.3% fueron niñas (27 pacientes). Los resultados fueron satisfactorios en pacientes menores de 12 años; a partir de los 13 años aumentó el riesgo de mayor porcentaje incapacitante.

CONCLUSIÓN: Se obtuvieron buenos resultados radiológicos y clínicos con manejo conservador. Nuestros resultados sirven para guiar tratamiento conservador en fracturas proximales de húmero metafisarias en población pediátrica con criterios de edad, porcentaje de desplazamiento y angulación ósea.

PALABRAS CLAVE: Húmero proximal. Niños. Adolescentes. Quick DASH.

¹Médico Residente de cuarto año de Ortopedia y Traumatología Facultad Mexicana de Medicina de Universidad La Salle

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

²Médico adscrito al Servicio de Ortopedia y Traumatología

Facultad Mexicana de Medicina de Universidad La Salle

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

³Jefe de servicio y profesor titular de Ortopedia y Traumatología

Facultad Mexicana de Medicina de Universidad La Salle

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

⁴Médico residente de cuarto año de Ortopedia y Traumatología

Facultad Mexicana de Medicina de Universidad La Salle

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

⁵Médico adscrito al Servicio de Ortopedia y Traumatología

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

Ciudad de México, México

Recibido: 30-07-2017

Aceptado: 01-11-2017

Correspondencia:

Víctor Franklin García-Ramírez

E-mail: mactans_frank@hotmail.com

Rev Esp Méd Quir. 2017;22:162-70

Results of conservative treatment management in proximal humeral metaphyseal fractures in children

Víctor Franklin García-Ramírez¹, Félix Gustavo Mora-Ríos², Carlos Mejía-Rohenes³, Juan Carlos Claro-Hernández⁴ and Armando Pérez-Solares⁵

Abstract

BACKGROUND: Metaphyseal proximal humeral fractures are lack of bone continuity below the humeral surgical neck region. They represent up to 27% of all fractures in the pediatric population and 0.5% to 3.5% occur in the proximal metaphyseal region. Several authors report a benign course in conservative treatment in patients younger than 13 years.

OBJECTIVE: To report the results of conservative treatment in metaphyseal fractures of proximal humerus in pediatric patients treated at the General Regional Hospital Ignacio Zaragoza of the ISSSTE.

MATERIAL AND METHOD: Descriptive, ambispective, and cross-sectional study. Patients diagnosed with metaphyseal fracture of the proximal humerus in a pediatric population younger than 13 years and with conservative treatment with splint placement or closed reduction and splint placement were reviewed systematically, and functional evaluation using the Quick DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) questionnaire and clinical evaluation were performed at the Regional General Ignacio Zaragoza Hospital, from January 1, 2007 to January 1, 2015.

RESULTS: 57 patients were enrolled, 52.7% of whom were children (30 patients), while 47.3% were girls (27 patients). The results were satisfactory in patients younger than 12 years; from the age of 13, the risk of a higher incapacitating percentage increased.

CONCLUSION: Good radiological and clinical results were obtained with conservative management. Our results serve to guide conservative treatment of proximal humeral metaphyseal fractures in the pediatric population with criteria of age, percentage of displacement and bone angulation

KEY WORDS: Proximal humerus. Children. Adolescents. Quick DASH.

¹Médico Residente de cuarto año de Ortopedia y Traumatología
Facultad Mexicana de Medicina de Universidad La Salle

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

²Médico adscrito al Servicio de Ortopedia y Traumatología

Facultad Mexicana de Medicina de Universidad La Salle

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

³Jefe de servicio y profesor titular de Ortopedia y Traumatología

Facultad Mexicana de Medicina de Universidad La Salle

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

⁴Médico residente de cuarto año de Ortopedia y Traumatología

Facultad Mexicana de Medicina de Universidad La Salle

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

⁵Médico adscrito al Servicio de Ortopedia y Traumatología

Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE

Ciudad de México, México

Correspondence:

Victor Franklin García-Ramírez

E-mail: mactans_frank@hotmail.com

ANTECEDENTES

En los tratamientos ortopédicos de fracturas de húmero proximal en niños es importante conocer el impacto de criterios distintos a los de Neer para el manejo conservador. Muchos de los casos de los hijos de nuestros derechohabientes evaluados de manera externa en servicios médicos particulares tienen expectativas de una posible resolución quirúrgica debido a la evaluación inicial en dichos servicios. Sin embargo, existe poca información actualizada en la literatura nacional sobre el impacto del tratamiento conservador y que justifique la decisión del tratamiento a instaurar por el médico tratante en nuestros servicios de ortopedia.

Las fracturas metafisarias de húmero proximales se definen como la falta de continuidad ósea por debajo de la región del cuello quirúrgico del húmero proximal. Las fracturas de húmero representan hasta el 27% de todas las fracturas en la población pediátrica; de estas, del 0.5% al 5% se presentan en la región proximal y dentro de este porcentaje, el 70% corresponde a lesiones metafisarias y el 30% a deslizamiento epifisario Salter y Harris I y II^{1,2}, constituyendo de 2.2 a 4.5 por cada 1,000 individuos con lesiones de húmero por año³.

Entre las causas y mecanismos de lesión en los diferentes grupos de edad afectados encontramos que en el periodo neonatal puede presentarse una fractura como complicación en el trabajo de parto o al extraer al producto por vía abdominal¹². En la edad escolar, el mecanismo de lesión se debe a tracción y abducción de los miembros torácicos; ante tal circunstancia se hace importante diferenciarlas las provocadas por accidentes de aquellas producidas por síndrome de maltrato infantil³. En niños de mayor edad y en adolescentes, el mecanismo de lesión consiste en una caída de espaldas con apoyo del miembro torácico en aducción, codo extendido y con el hombro en extensión y rotación externa; este tipo de accidente ocurre en un cuarto de las caídas relacionadas con algún deporte y accidentes automotores.

El protocolo de tratamiento en los centros hospitalarios para este tipo de fracturas es clásicamente un manejo conservador con inmovilización y reducción cerrada, con el cual se espera una remodelación ósea

completa y recuperación de la función completa⁴. Esto se debe a que aproximadamente el 80% del crecimiento longitudinal del húmero proviene de la fisis proximal⁴. Diversos autores refieren un curso benigno en pacientes menores de 13 años que son tratados mediante este tipo de tratamiento⁴⁻⁹.

Desde las primeras descripciones en su artículo clásico de fracturas de húmero proximal, Charles Neer (1965) describió que raramente es necesario una reducción abierta como tratamiento^{4,5}. Asimismo, estudios subsecuentes han referido dificultad para la reducción cerrada por interposición del periostio o el tendón de la cabeza larga del tendón del bíceps; sobre todo en desplazamientos severos, en los cuales puede fallar la consolidación ósea entre un 20 y un 90% de los casos⁴.

Para el estudio inicial de las fracturas en húmero proximal se utilizan radiografías en proyección anteroposterior y axilar para valorar el desplazamiento de los fragmentos. De esta forma es posible valorar el tipo de lesión ósea y determinar si existe alguna lesión a nivel de la fisis de crecimiento y así poder instalar un tratamiento conservador pertinente para el tipo de angulación presente^{6,13,14}.

Los objetivos del tratamiento conservador son efectuar un manejo que permita la recuperación completa del foco de fractura y la recuperación de la función del miembro torácico. Para lograr estos objetivos se toma como referencia la edad del paciente, el porcentaje de desplazamiento, la translación de la fractura y el grado de angulación, quedando como parámetros permisibles:

- Pacientes menores de 5 años de edad con un desplazamiento del 100% y angulación de hasta 70°.
- Pacientes de 5 a 10 años con desplazamiento de hasta un 50% y una angulación de 40 a 70°.
- En pacientes de 11 a 13 años es permisible hasta un 50% de desplazamiento y angulación hasta de 40°.

Con estos parámetros es posible distinguir a los pacientes con oportunidad para instalar tratamiento conservador, en donde se incluye la reducción cerrada del foco de fractura, en caso de ser necesaria, e inmovilización del miembro torácico¹¹.

El tratamiento quirúrgico se reserva en los pacientes pediátricos de mayor edad, ya que los adolescentes de entre 10 a 13 años tienen menor capacidad de remodelación, por lo que el resultado con tratamiento conservador es peor comparado con pacientes menores de los 13, quienes tienen mayor oportunidad para la remodelación y crecimiento de la fractura². El tratamiento quirúrgico consiste en la reducción abierta y colocación de clavillos percutáneos para estabilizar el sitio de fractura, o bien en la colocación de clavos flexibles por vía retrógrada. Esta última técnica cuenta actualmente con una mejor aceptación como tratamiento quirúrgico⁵.

Las complicaciones en las fracturas metafisarias de húmero proximal derivadas de la presentación en agudo o secundarias al tratamiento son raras. Entre ellas se han reportado: a) lesión a la arteria axilar, b) compresión de tronco nervioso, c) atrapamiento del tendón de la cabeza larga en fracturas severamente desplazadas en las que impide una reducción cerrada apropiada, d) perforación de cabeza humeral e irritación de los músculos del manguito de los rotadores en la reducción con clavillos percutáneos y d) irritación en tejido subcutáneo, así como mayor tiempo quirúrgico y mayor curva de aprendizaje en los cirujanos al realizar reducción con clavillos flexibles³.

OBJETIVO

El objetivo del estudio es evaluar el resultado obtenido con el manejo conservador en los pacientes con fracturas metafisarias de húmero proximal con el uso de los criterios de Beaty¹¹ como parte del protocolo de tratamiento en nuestra unidad hospitalaria; así como utilizar el cuestionario Quick DASH en paciente pediátricos para evaluar de forma objetiva los resultados funcionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, ambispectivo y transversal de casos atendidos por el Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Regional General Ignacio Zaragoza. Se recabó la información de los expedientes clínicos y del sistema de información electrónica con diagnóstico de fracturas de húmero proximal y que fueron tratados con manejo

conservador mediante reducción cerrada en los casos necesarios e inmovilización mediante férula en el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2007 y el 1 de enero de 2015. Todos los pacientes concedieron su consentimiento informado.

Los pacientes captados para este estudio fueron manejados con el protocolo de manejo conservador según los criterios de edad, porcentaje de desplazamiento, traslación de la fractura y grado de angulación. Al estar en rangos tolerables de manejo conservador se realizó la reducción cerrada bajo sedación y colocación de férula en pinza y férula posterior braquial; y en los pacientes que no ameritaban reducción cerrada se realizó colocación de férula en pinza y férula posterior braquiplamar. En ambos casos se dio manejo analgésico vía oral con paracetamol 10 mg/kg/dosis. Posteriormente se citaron cada 15 días en consulta externa en el módulo de ortopedia pediátrica (tres citas de seguimiento) para evaluación del estado de la piel y el estado neurovascular. Los controles radiológicos se realizaron al ingreso del paciente, después de la colocación de férula o tras la reducción cerrada y colocación de férula; con un nuevo control radiológico a las tres y seis semanas posteriores a la inmovilización. Se continuó su seguimiento clínico radiológico a los cuatro y seis meses después de retirada la inmovilización, en el cual se valoraron dolor y función en los arcos de movilidad.

Se aplicó el cuestionario Quick DASH en una ocasión en los pacientes con un mínimo de seis meses de seguimiento. El cuestionario fue contestado siempre junto con los padres para facilitar el entendimiento de las preguntas relacionadas a las actividades de los pacientes y para complementar información en caso de que el paciente tuviera dificultad para contestar las preguntas. Se utilizó este cuestionario porque es un instrumento que únicamente necesita 10 de 11 preguntas para validar la evaluación del funcionamiento del miembro torácico de los pacientes, y los resultados se traducen en porcentaje de incapacidad del miembro torácico afectado, además de la facilidad del entendimiento de las preguntas para su aplicación en población pediátrica. Además, se realizó una evaluación clínica al momento de realizar el cuestionario para complementar de manera objetiva el estudio del paciente.

Los pacientes fueron clasificados en tres grupos para su estudio, según su edad, el porcentaje de desplazamiento de la fractura y los grados de angulación en la proyección anteroposterior:

- Grupo 1: de 3 a 5 años, con un desplazamiento del 100% y angulación de hasta 70°.
- Grupo 2: de 5 años y un mes a 10 años y 11 meses, con desplazamiento de hasta el 50% y una angulación de 40° a 70°.
- Grupo 3: de 11 años a 13 años y 11 meses, con hasta un 50% de desplazamiento y angulación menor de 40°.

Los criterios de inclusión en el estudio fueron:

- Tener de 3 a 13.11 años y contar con un seguimiento de al menos seis meses en el Servicio de consulta externa de Ortopedia Pediátrica.
- Tener un diagnóstico de fractura metafisaria de húmero proximal y haber sido diagnosticados en el Servicio de Urgencias del Hospital Regional Ignacio Zaragoza del ISSSTE.
- Contar con historia clínica y expediente radiológico completos.
- Ser derechohabiente que hubiera sido hospitalizado en el Servicio de Ortopedia y Traumatología Pediátrica del Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE.

Y los criterios de exclusión fueron:

- Tener fracturas en terreno patológico, previamente diagnosticadas o encontradas como hallazgo radiológico al momento de la exploración inicial.
- Tener alteraciones óseas metabólicas conocidas o reumatólogicas.
- No poder contestar el cuestionario Quick DASH o que no completar al menos 10 de 11 preguntas.
- Tener parálisis cerebral infantil.
- Haber sido tratados previamente en otro hospital.
- Tener fracturas expuestas en húmero.

- Haber abandonado el seguimiento.
- Ser menor de 3 años y mayor de 13 años y 11 meses.
- Haber sido sometidos a tratamiento quirúrgico.

El estudio estadístico se llevó a cabo por medio de mediciones de tendencia central para describir los resultados obtenidos en la población estudiada.

RESULTADOS

El tamaño de la población es resultado de la revisión de 140 expedientes de pacientes menores de 13 años y 11 meses con fracturas de húmero proximal durante el periodo de estudio en el Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Regional General Ignacio Zaragoza. Del total de expedientes analizados, solo 57 cumplieron con los criterios de inclusión, lo que representó el 78.9% del total. El tipo de lesión en los pacientes captados fue secundario a actividades deportivas o secundarias a actividades de la vida diaria y no se asoció a alguna lesión neurovascular secundaria al trauma.

De los 57 pacientes, el 52.7% fueron niños (30 pacientes) y el 47.3% fueron niñas (27 pacientes). La ubicación de la lesión fue en húmero derecho en 43 (75%) y del lado izquierdo en 14 pacientes (25%). Los pacientes quedaron distribuidos de la siguiente manera: en el grupo 1, 11 pacientes fueron del sexo masculino (19%) y 9 de sexo femenino (16%), en 4 pacientes se realizó reducción cerrada sin alteraciones neurovasculares y sin complicaciones al momento de la inmovilización; en el grupo 2, 15 pacientes fueron del sexo masculino (26%) y 16 de sexo femenino (28%), en 2 pacientes de este grupo de edad se realizó reducción cerrada, sin encontrarse alteraciones neurovasculares tras la reducción y sin alteraciones para la inmovilización tras la reducción; en el grupo 3, 4 pacientes fueron de sexo masculino (7%) y 2 de sexo femenino (4%). De acuerdo al cuestionario Quick DASH, la media en porcentaje de incapacidad fue del 5.5% en niños y el 5.1% en niñas del grupo 1, el 4.9% en niños y el 6.5% en niñas del grupo 2 y del 7.4% en niños y el 4.5% en niñas del grupo 3. En este grupo de edad encontramos un paciente de 13 años y 2 meses de edad con inicio de su fractura

a los 12 años y 6 meses que obtuvo un porcentaje con en el cuestionario del 13.6% de incapacidad. Entre los ítems del cuestionario, los pacientes hallaron mayor dificultad al cargar algún objeto con el brazo en extensión (cargar una bolsa o mochila) y al realizar la actividad de lavarse la espalda, obteniéndose en un 80% de los pacientes una puntuación correspondiente a dificultad moderada. Sin embargo, en todos los paciente se obtuvo una adecuada función para las actividades cotidianas, con solo un poco de dificultad al desarrollar las actividades.

En la totalidad de los pacientes se encontraron los arcos de movimiento del hombro completos sin referir dolor o alguna otra sintomatología a los seis meses posteriores a la fractura. Se obtuvieron valores de flexión de hombro de 80°, extensión de hombro 45°, abducción de hombro 180°, aducción de hombro 40°, rotación externa 50° y rotación interna en 70°.

No se encontraron alteraciones en la piel ni puntos de presión por el uso de la férula para la inmovilización de la fractura. Al observarse consolidación a la sexta semana se retiró la férula y se indicó movilización progresiva a tolerancia. A todos los pacientes les proporcionó seguimiento entre 6 a 30 meses, con un rango promedio de 18 meses.

DISCUSIÓN

A pesar de que las fracturas en la región proximal de húmero son lesiones raras, el conocimiento de las indicaciones precisas para el manejo conservador por el ortopedista y el ortopedista en formación reviste una gran importancia para el manejo de la lesión y la información médico-paciente con los familiares.

La indicación para el tratamiento conservador ha seguido clásicamente las recomendaciones de los trabajos realizados por Neer, en los cuales las fracturas metafisarias se clasifican conforme al grado de desplazamiento, en donde el grado I incluye hasta 5 mm entre los fragmentos, el grado II, el desplazamiento de un tercio del diámetro de la diáfisis humeral el grado III, un desplazamiento de hasta de dos tercios del diámetro de la diáfisis humeral y el grado IV, un desplazamiento mayor de dos tercios del diámetro de la diáfisis humeral^{8,9}.



Figura 1. Radiografía anteroposterior en paciente de 10 años con fractura de húmero proximal metafisaria.

El protocolo del manejo conservador llevado a cabo en el Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE se sustenta en los resultados obtenidos por Beaty¹¹ y lo descrito por Lefèvre recientemente en su revisión del tema, en donde además recomienda una modificación a lo reportado por Beaty³. Lo encontrado en nuestro estudio confirma los resultados con manejo conservador en los pacientes pediátricos, además de ser reproducible al dar el tratamiento al paciente desde que es captado en el Servicio de Urgencias. Existen puntos de controversia con los criterios clásicos de Neer para el manejo de los pacientes en edades límitrofes, en los cuales se podría considerar el tratamiento quirúrgico. Como se muestra en un paciente de 10 años tratado en nuestro centro hospitalario, en el cual al momento de la evaluación inicial presentaba un desplazamiento del 100% (Fig. 1) y que

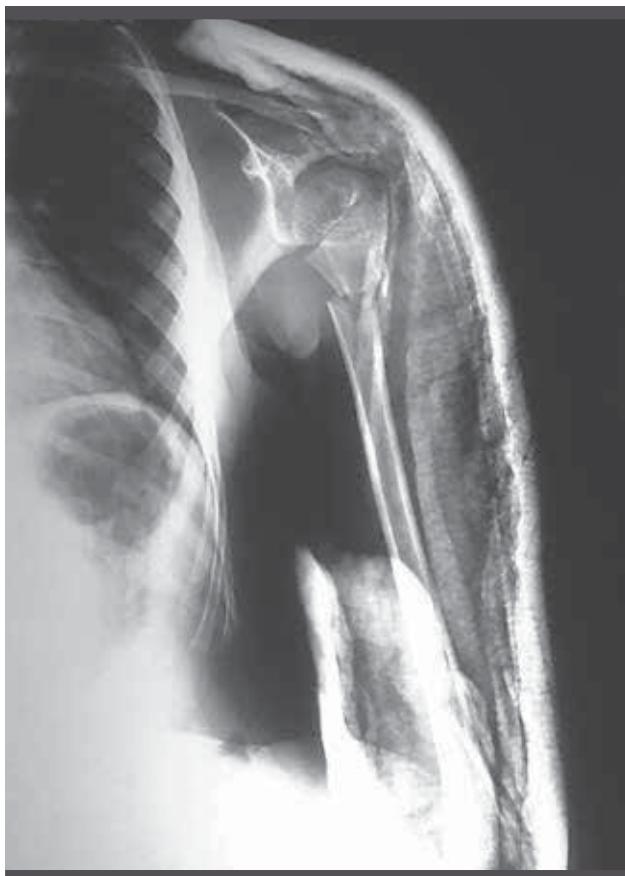


Figura 2. Radiografía anteroposterior de húmero a las tres semanas de evolución de la fractura. Se realizó reducción cerrada y colocación de férula en pinza y posterior braquipalmar.



Figura 3. Radiografía anteroposterior a los 24 meses después de tratamiento conservador de fractura de húmero proximal izquierdo metafisario.

al recibir el manejo conservador (Fig. 2) alcanzó una evaluación satisfactoria al final del tratamiento (Figs. 3 y 4) con el uso de criterios de edad, porcentaje de desplazamiento y angulación ósea¹¹.

El principal factor encontrado en nuestro estudio para obtener un pronóstico funcional favorable en el tratamiento conservador es la edad, ya que confirmamos lo reportado en el estudio de cohorte realizado por Chaus, et al., en el que se comparó el tratamiento quirúrgico y conservador con resultados funcionales sin diferencia significativa en complicaciones, alteraciones para desarrollar sus actividades diarias o

satisfacción cosmética, excepto en pacientes mayores de 12 años, en los cuales se encontró una asociación de un riesgo de 3.81 veces mayor de complicación por cada año cumplido extra al momento de la presentación de la lesión inicial manejados con tratamiento conservador⁷. Esto se corrobora con un paciente de 13 años en nuestro estudio en el cual ya habían transcurrido ochomeses desde la lesión inicial y que obtuvo una valoración del 13.6% de incapacidad en el cuestionario Quick DASH, lo que significó una incapacidad funcional tres veces mayor a la del resto de los pacientes de su grupo de edad (11 años a 13 años y 11 meses).

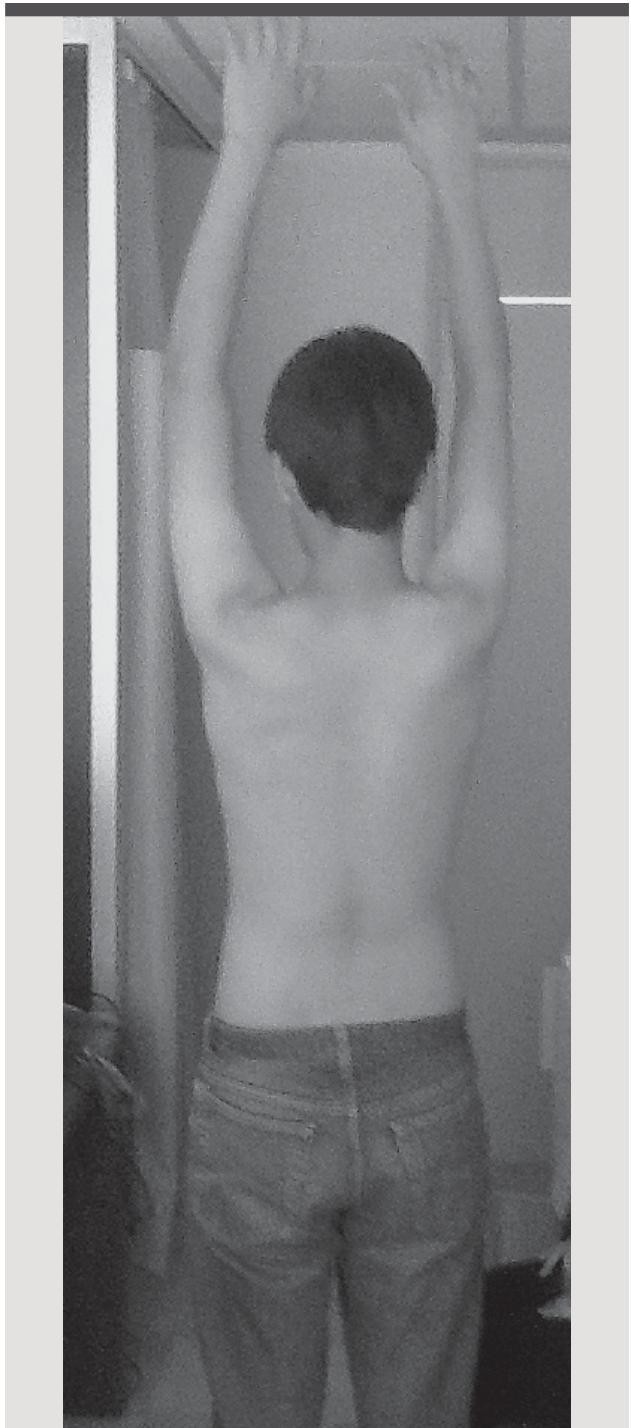


Figura 4. Fotografía de paciente de 10 años de edad, 24 meses después de tratamiento conservador de fractura metafisaria proximal de húmero.

En nuestro estudio encontramos algunas limitaciones para la interpretación y análisis de nuestros resultados. El cuestionario Quick DASH, a pesar de ser un instrumento para estudio en adultos, logra ser de adecuado entendimiento para el paciente pediátrico y nos brinda información importante de la función después de la lesión en el miembro torácico^{7,16}. A pesar de ser utilizado en pacientes de tres años en nuestro estudio, obtuvimos información de su función puesto que fue contestado de forma conjunta con los padres.

CONCLUSIONES

El entendimiento del manejo en las fracturas metafisarias en el húmero proximal nos permite proporcionar un tratamiento con buenos resultados en el paciente pediátrico menor de los 13 años de edad.

La importancia en la descripción de los resultados en nuestro estudio puede mejorar la explicación y las razones del porqué realizar un tratamiento conservador en el paciente pediátrico cuando lo amerite; así como poder evitar un riesgo mayor al instaurar un tratamiento quirúrgico cuando no se cumplan los criterios.

Nuestro estudio contribuye a la información existente de manera importante, ya que existe poca información de la utilización de un instrumento de evaluación funcional, el cuestionario Quick DASH, en pacientes pediátricos. Esto lo consideramos como una aportación adecuada para sistematizar los protocolos de seguimiento en los pacientes con lesiones en miembros torácicos en población pediátrica.

Las fracturas de húmero proximales metafisarias pueden llegar a ser impactantes al momento de diagnosticarlas y se podrían proponer tratamientos quirúrgicos innecesarios, por lo que nuestros hallazgos pueden contribuir a la consecución de un consenso para el manejo de este tipo de fracturas en las guías de práctica clínica nacionales, al estilo de la existente en Alemania^{4,17}.

BIBLIOGRAFÍA

- Rose SH, Melton LJ III, Morrey BF. Epidemiologic features of humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;198:224-30.
- Kohler R, Trillaud JM. Fracture and fracture separation of the proximal humerus in children: report of 136 cases. *J Pediatr Orthop.* 1983;3:326-32.

3. Lefèvre Y, Jorneau P, Angelliaume A. Proximal humerus fractures in children and adolescents. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100(1 Suppl):S149-56.
4. Bahrs C, Zippiles S, Ochs BG, et al. Proximal humeral fractures in children and adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(3):238-42.
5. Pahlavan S, Baldwin Keith D. Proximal humerus fractures in the pediatric population: a systematic review. *J Child Orthop.* 2011;5:187-94.
6. Neer CS 2nd, Horwitz BS. Fractures of the proximal humeral epiphyseal plate. *Clin Orthop Relat Res.* 1965;41:24-31.
7. Chaus GW, Carry PM, Pishkenari AK, et al. Operative versus nonoperative treatment of displaced proximal humeral physeal fractures: a matched cohort. *J Pediatr Orthop.* 2015;35(3):234-9.
8. Dameron TB Jr, Reibel DB. Fractures involving the proximal humeral epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg Am.* 1969;51(2):289-97.
9. Sohrab P, Keith D, et al. Proximal humerus fractures in the pediatric population: a systematic review. *J Child Orthop.* 2011;5:187-94.
10. Vega-Caicedo R, Piñeros-Ramirez DF, Amador-Gutierrez JA. Descripción epidemiológica y evaluación de los desenlaces de interés de las fracturas de la extremidad superior del húmero en un grupo de niños. *Rev Fac Med.* 2014;62(3):327-53.
11. Beatty JH. Fractures of the proximal humerus and shaft in children. *Instr Course Lect.* 1992;41:369-72.
12. Sherr-Lurie N, Bialik GM, Ganel A, et al. Fractures of the humerus in the neonatal period. *Isr Med Assoc J.* 2011;13:363-5.
13. Salter R, Harris W. Injuries involving the epiphyseal plates. *J Bone Joint Surg Am.* 1963;45:587-622.
14. Hirschmann MT, Quarz V, Audige L, et al. Internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an anatomically preshaped interlocking plate: a clinical and radiologic evaluation. *J Trauma.* 2007;63:1314-23.
15. Burgos-Flores J, Gonzalez-Herranz P, Lopez-Mondejar JA, et al. Fractures of the proximal humeral epiphysis. *Int Orthop.* 1993;17(1):16-9.
16. Canavesi F, Athlani L, Marengo L, et al. Evaluation of upper-extremity function following surgical treatment of displaced proximal humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 2014;23(2):144-9.
17. Popkin CA, Levine WN, Ahmad CS.. Evaluation and management of pediatric proximal humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23:77-86.