



# INVESTIGACIÓN ORIGINAL

## ESTUDIO DE CONCORDANCIA DE MEDICIONES RADIOLÓGICAS EN FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HÚMERO EN NIÑOS

Interobserver agreement in radiological measurements of supracondylar humerus fractures in children

Andrés Camilo Abril-Aguilar<sup>1</sup>, Luis Guillermo Buitrago-Buitrago<sup>1</sup>,  
Enrique Manuel Vergara-Amador<sup>2</sup>,

1. Residente IV año Ortopedia y Traumatología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
2. Ortopedia y Traumatología, Cirugía de Mano y Microcirugía, Profesor Asociado, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Correspondencia: [enriquevergaraa@yahoo.com](mailto:enriquevergaraa@yahoo.com)

### Resumen

**Antecedente.** En la valoración radiológica de las fracturas supracondíleas de codo en niños existen algunas mediciones utilizadas como el ángulo de Baumann, el ángulo de inclinación diafisario-condíleo, la línea humeral anterior y la valoración rotacional. No se dispone de evidencia acerca de la concordancia de estas mediciones y los parámetros para determinar un tratamiento o los resultados del mismo, bajo esos criterios.

**Objetivo.** Determinar la concordancia de esas mediciones y su relación con el tratamiento de las fracturas supracondíleas de húmero en niños.

**Material y métodos.** Diseño observacional, descriptivo, prospectivo de concordancia, de serie de casos de fracturas supracondíleas de húmero distal en niños. Se realizaron las mediciones pre y postoperatorias del ángulo de Baumann, ángulo humerocondilar, línea humeral anterior y porcentaje rotacional en la proyección lateral, por tres observadores para obtener la concordancia interobservador según los criterios de Landis y Koch para correlación interobservador e intraobservador. El análisis estadístico se obtuvo con la correlación con el valor Kappa en variables nominales y coeficiente de correlación de Pearson para variables continuas.

**Resultados.** 27 niños con edad promedio de 5.7 años. La concordancia interobservador fue buena o excelente para todas las mediciones en la clasificación de Gartland, el tipo de fractura (extensión o flexión), en la medición del ángulo de Baumann pre y post tratamiento y en las evaluaciones de línea humeral anterior y porcentaje rotacional. Los valores fueron aceptables y pobres para las mediciones de la línea humeral anterior y porcentaje rotacional posterior al tratamiento y con mala correlación según los parámetros de Landis y Koch para los tratamientos elegidos y para la duración del mismo así como la aceptación de los resultados del tratamiento.

**Conclusión.** Aunque la concordancia para las mediciones radiológicas en estas fracturas según los criterios de Landis y Koch en nuestro trabajo fue en general entre buena y excelente, no son determinantes en la decisión del tratamiento. El uso del porcentaje rotación, dada su buena correlación, debe ser tenido en cuenta para la evaluación sistemática de estas fracturas, con mayor valor luego del tratamiento.

**Palabras clave:** fracturas del húmero, técnicas, medidas, equipos de medición, análisis estadístico.

**Abril-Aguilar A, Buitrago-Buitrago L, Vergara-Amador E.** Estudio de concordancia de mediciones radiológicas en fracturas supracondíleas de húmero en niños. *Rev.Fac.Med.* 2008;56: 318-324.

## Summary

**Background.** In the radiological assessment of supracondylar fractures of the elbow in children, there are some measurements as the Baumann angle, the angle of tilt-diaphyseal condyle, the line above and the humeral rotational valuation. There is no available evidence about the relationship of these measurements and the treatment or its results.

**Objetive.** To determine the relationship between some of these measurements and the treatment of supracondylar fractures of the humerus in children.

**Materials and methods.** An observational, descriptive and prospective trial with supracondylar cases of fractures of distal humerus in children. Measurements of angle Baumann, angle humerocondilar line angle and humeral rotational rate in the lateral projection were performed pre and postoperative, for three observers with criteria of Landis and Koch for interobserver and intraobserver correlation. Statistical analysis was obtained with the Kappa score for nominal in variables and Pearson coefficient for continuous variables.

**Results.** 27 children with average age 5.7 years old. The interobserver agreement was good or excellent for all

measurements in the classification of Gartland, the type of fracture (extension or flexion), in measuring the angle of Baumann pre and post treatment and evaluations of previous humeral line and rotational rate. The results were acceptable and poor for measurements of the line and percentage rotational humeral previous post-treatment and poor correlation with the parameters according to Landis and Koch for types of treatment chosen, and its duration as well as the acceptance of results treatment.

**Conclusions.** Although the match for radiological measurements in these fractures according to the criteria of Landis and Koch in our work was generally between good and excellent, are not decisive in the decision of the treatment by the observers. The use of the turnover rate, given its good correlation, should be considered for the systematic evaluation of these fractures, with higher value after treatment.

**Key words:** humeral fractures, techniques, measures, measurements, statistical analysis.

**Abril-Aguilar A, Buitrago-Buitrago L, Vergara-Amador E.** Interobserver agreement in radiological measurements of supracondylar humerus fractures in children. *Rev.Fac.Med.* 2008;56: 318-324.

## Introducción

Las fracturas supracondíleas del húmero distal son las fracturas de codo más frecuentes en niños (1,2). Su pico de incidencia etáreo se encuentra entre los cinco y ocho años. Generalmente el mecanismo del trauma lo da la caída con el codo en extensión. Se pueden encontrar fracturas en extensión (97,5%) y en flexión (2,5%) (3,4). Cuando estas fracturas presentan un gran desplazamiento, se constituyen en la lesión pediátrica más común a nivel técnico que requiere el afectado (5,6).

La evaluación radiológica de las fracturas supracondíleas no es fácil algunas mediciones radiológicas de referencia con valores normales

para los ángulos calculables en radiografías del codo A-P y laterales, útiles en la selección del tratamiento. Entre ellas las más utilizadas dada su difusión clínica en grupos de trabajo de ortopedistas y radiólogos son: la medición del ángulo de Baumann (7-12) y el ángulo de inclinación diafisario-condíleo (o ángulo de la paleta humeral) (7,13), así como la línea humeral anterior (4,7) y la valoración rotacional en la proyección lateral (14).

El ángulo húmerocondilar es otra medición radiológica en la proyección lateral, basada en la intersección de una línea trazada a lo largo del eje longitudinal del húmero, con la línea del eje longitudinal del *capitulum*. Otro parámetro radiológico es la línea humeral anterior la cual



sigue el borde anterior de la diáfisis del húmero distal y debe pasar siempre por el tercio medio del *capitulum*. Su paso por anterior indica angulación posterior del húmero distal (7).

La valoración del grado de rotación del fragmento humeral distal, se ha descrito en la radiografía lateral pura del codo y definido como la cantidad absoluta de desplazamiento de la metáfisis humeral proximal en el sitio de fractura, dividido por el ancho de la porción humeral distal justo distal al sitio de la fractura, en la proyección lateral, multiplicado por 100 (4,14,15).

Es importante en todo tipo de medición la validación con el análisis de concordancia, como determinante en las conductas clínicas de tratamiento y opciones quirúrgicas, por esto dichas mediciones deben ser realizadas de manera juiciosa, y con una reproducibilidad medible (16).

### Material y métodos

El objetivo fue determinar la variabilidad interobservador de las mediciones radiológicas y su relación con el tratamiento en las fracturas supracondíleas de húmero en niños, en los Hospitales de La Misericordia y el Tunal, buscando reconocer los tipos de fracturas y el tratamiento realizado a cada una de ellas según las variables clínicas y radiológicas implicadas así como establecer la utilidad clínica del ángulo de Baumann, el ángulo húmero-condilar, la línea humeral anterior y el índice rotacional en el diagnóstico y tratamiento de este tipo de fracturas.

El diseño del estudio fue observacional, descriptivo, prospectivo de concordancia con una serie de radiografías simples de codo AP y lateral de niños con fractura supracondílea de húmero, recolectadas en un período de nueve meses.

Los criterios de inclusión fueron pacientes con diagnóstico de fractura distal supracondílea cerrada de húmero en edad pediátrica (2-16 años).

Como criterios de exclusión se tuvieron: antecedente de fractura supracondílea de húmero ipsilateral o refractura del húmero. Como métodos de medición se utilizaron radiografías anteroposterior (AP) y lateral del codo pre y post-tratamiento; en ellas se evaluaron el tipo de fractura (extensión o flexión), la clasificación de la fractura (Gartland), el ángulo de Baumann (Figura 1), la línea humeral anterior (Figura 2), el ángulo húmero-condilar (Figura 3) y el porcentaje rotacional lateral (Figura 4).

Las mediciones radiológicas fueron realizadas por un ortopedista infantil, un ortopedista de trauma y un residente de ortopedia y traumatología, quienes utilizaron el instructivo de realización de las mediciones.

### Consideraciones éticas

Este estudio se realizó dentro de las normas éticas que tienen su principio en la declaración de Helsinki, con la realización del consentimiento informado avalado por el comité ético de cada hospital del estudio.

### Análisis estadístico

Se determinó el valor Kappa en variables nominales y el índice de correlación de Pearson en variables continuas interobservadores. Se utilizó el Software estadístico de la oficina para el desarrollo de la investigación versión 1.1.21 Wessa,P ([www.wessa.net/](http://www.wessa.net/)).

### Resultados

Se recolectaron 27 casos de fracturas supracondíleas de húmero en niños con un pro-

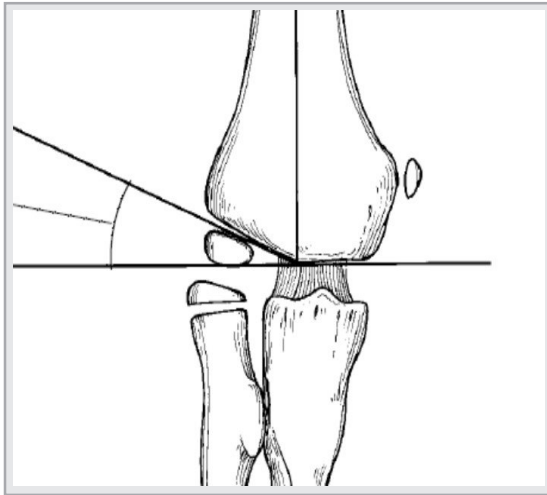


Figura 1. Ángulo de Baumann

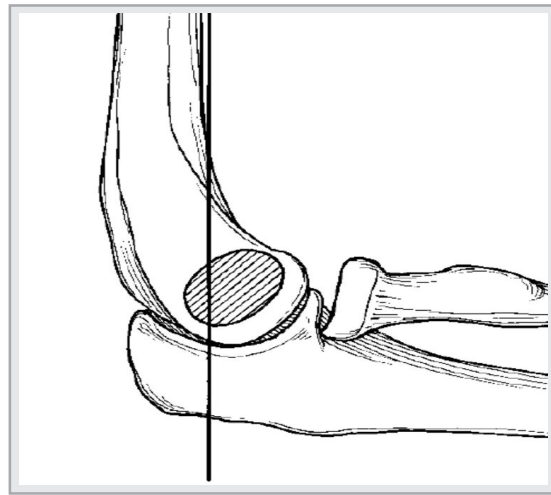


Figura 2. Línea humeral anterior

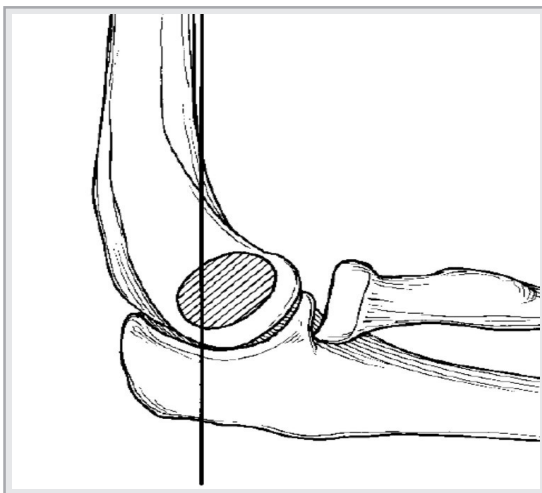


Figura 3. Ángulo diafisario-condíleo

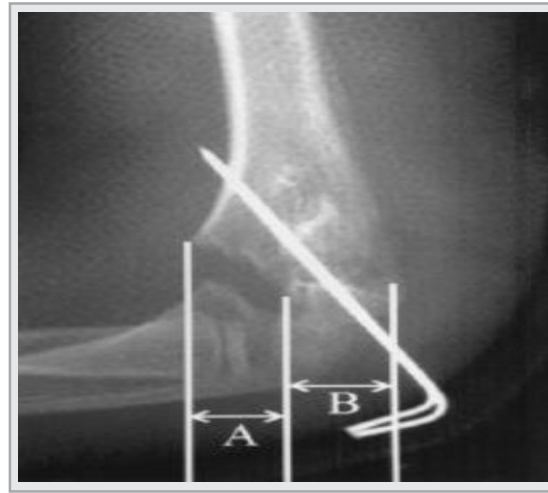


Figura 4. Porcentaje Rotacional Lateral:  $A/B \times 100$ .

medio de edad de 5.7 años con un rango entre 3-11 años.

La interpretación del valor Kappa se basó en la guía de Landis y Koch (16) y se resume en la tabla 1. El valor Kappa para el tipo de fractura (extensión o flexión) fue de 0.77 y para la clasificación según Gartland fue de 0.70. Las variables continuas fueron analizadas mediante el coeficiente de correlación de Pearson con una interpretación de iguales características del va-

lor Kappa (16). El valor de Pearson para la medición del ángulo de Baumann entre observadores fue de 0.88 antes del tratamiento y de 0.77 después del tratamiento. El ángulo humerocondilar antes del tratamiento presentó un valor de Pearson de 0.65 y posterior al manejo de 0.42. Los valores del porcentaje rotacional lateral fueron de 0.74 y 0.58 antes y después del tratamiento. La línea humeral anterior presentó un índice Kappa de 0.60 antes y de 0.43 después del tratamiento.



Respecto al valor Kappa para la aceptación del método de tratamiento fue de 0.34 y de la aceptación del resultado fue de 0.28. El valor Kappa para el tratamiento recomendado por los observadores fue de 0.22 y del tiempo propuesto de manejo de 0.06.

El valor Kappa para la medición del tipo de fractura entre los observadores ortopedistas fue de 0.65, entre el ortopedista pediátrico y el residente de 1 y entre el ortopedista de trauma y el residente de 0.65. El valor para la clasificación entre los ortopedistas fue de 0.88, entre el ortopedista pediátrico y el residente fue de 0.58 y entre el ortopedista de trauma y el residente de 0.63.

Los valores del índice de correlación para la medición del ángulo de Baumann entre ortopedistas fue de 0.96 antes y 0.76 después del tratamiento, entre ortopedista pediátrico y residente fueron de 0.79 y 0.62, y entre el ortopedista de trauma y el residente fueron de 0.89 y 0.94 respectivamente. Los valores del coeficiente para el ángulo humerocondilar antes y después del tratamiento fueron entre ortopedistas de 0.97 y 0.76, entre ortopedista pediátrico y residente de 0.58 y 0.26 y entre ortopedista de trauma y residente de 0.4 y 0.94.

El porcentaje rotacional lateral demostró un índice de correlación pre y post tratamiento entre ortopedistas de 0.93 y 0.93, entre ortopedista pediátrico y residente de 0.65 y 0.4 y entre ortopedista de trauma y residente de 0.64 y 0.41 respectivamente. El valor Kappa de la línea humeral anterior entre ortopedistas fue de 0.77 y 0.66 antes y después del tratamiento, entre ortopedista pediátrico y residente de 0.47 y 0.38, y entre ortopedista de trauma y residente de 0.56 y 0.25.

La concordancia para aceptación de tratamiento entre ortopedistas fue de 0.61, entre ortopedista pediátrico y residente de 0.20 y en-

**Tabla 1.** Interpretación del valor Kappa

ESTADÍSTICA KAPPA	FUERZA DE CONCORDANCIA
< 0.00	Mala
0.00 – 0.20	Pobre
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Aceptable
0.61-0.80	Bueno
0.81-1	Excelente

tre ortopedista de trauma y residente de 0.20; para la aceptación de resultado entre ortopedistas el valor Kappa fue 0.44, entre ortopedista pediátrico y residente de 0.27 y entre ortopedista de trauma y residente de 0.20. El valor para el tratamiento recomendado entre ortopedistas fue de 0.48, entre ortopedista pediátrico residente de 0.10 y entre ortopedista de trauma y residente de 0.10. En cuanto al tiempo de manejo propuesto, el valor Kappa entre ortopedistas fue de 0.10, entre ortopedista pediátrico y residente 0.03 y entre ortopedista de trauma y residente 0.06.

El valor promedio del valor Kappa para todas las mediciones realizadas fue de 0.42 y el valor promedio de índice de correlación de Pearson fue de 0.67, valores considerados como correlaciones entre aceptables y buenos según la guía de Landis y Koch (Tabla 1).

## Discusión

Tras la revisión de la literatura en las bases de medline-Pubmed e imbiomed (septiembre 2008), no encontramos trabajos acerca de la concordancia entre observadores de las mediciones radiológicas en fracturas supracondíleas de húmero en niños, ni de la concordancia de métodos utilizados y resultados de tratamiento de las mismas. Tan sólo hubo un estudio de variabilidad interobservador e intraobservador para los sistemas de clasificación en fracturas de húmero distal de adultos (17).

Las fracturas supracondíleas de húmero son las lesiones traumáticas más frecuentes del codo en niños. La evaluación clínica y radiológica detallada determina el tratamiento óptimo para estas fracturas. Las mediciones radiológicas se utilizan como una guía para la descripción de las características de la fractura, del grado de desplazamiento y en ocasiones para decidir un tratamiento o evaluar un resultado.

Aunque los diversos estudios publicados en la literatura sobre concordancia interobservador para la clasificación de las fracturas han mostrado correlaciones entre moderadas y pobres, nosotros encontramos una concordancia interobservador buena o excelente para todas las mediciones en la clasificación de Gartland, el tipo de fractura (extensión o flexión), así como para la medición del ángulo de Baumann pre y post tratamiento y las evaluaciones de la línea humeral anterior y el porcentaje rotacional en la proyección lateral.

Los valores de concordancia fueron entre aceptables y pobres para las mediciones de la línea humeral anterior y porcentaje rotacional post tratamiento, podemos inferir según las anotaciones de los observadores, que la calidad de las radiografías es menor, señalando el efecto del yeso de la inmovilización como uno de estos factores así como la posición en flexión de las mismas para la toma de la proyección, factor que puede ser también determinante en la variabilidad en las mediciones al ingreso.

El hallazgo más significativo fue la mala correlación entre observadores para los tipos de tratamientos y la duración propuesto del mismo, y la aceptación de los resultados de los tratamientos realizados a los pacientes. Todas estas variables presentaron los Kappa más bajos del estudio; entre los factores posibles para este resultado se encontrarían la divergencia de opi-

niones por escuela de formación de postgrado de los observadores y el nivel de formación de los mismos así como su experiencia (cabe anotar que fue mayor la correlación entre los dos ortopedistas *versus* la medición hecha por el residente) así como el deseo de perfección y la inconformidad con un resultado en el que no se ha intervenido.

Llama la atención la divergencia en el tiempo de duración de tratamiento propuesto, que también puede estar influenciado por los factores referenciados previamente.

Todas estas afirmaciones nos llevan a considerar que aunque la concordancia interobservador para las mediciones radiológicas en las fracturas supracondíleas en niños como tal son buenas o excelentes, no son determinantes en la decisión de los observadores de realizar uno u otro tipo de tratamiento. Además el uso del valor del porcentaje de rotación en la proyección lateral dada su buena correlación entre observadores, debe tenerse en cuenta para en la evaluación sistemática de estas fracturas, dándole más valor a dicha medición en el post-tratamiento.

## Referencias

1. **Otsuka NY, Kasser JR.** Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. *J Am Acad Ortho Surg.* 1997; 5:19-26.
2. **Beaty J.** Elbow Fractures in Children and Adolescents. *Instruc. Corse Lectures.* 2003; 52: 661-665.
3. **Beaty J, Kasser J, Rockwood & Wilkins.** Fracturas en el niño. Quinta Edición 2003. Tomo 1, páginas 570-572. Ed Marban.
4. **Farnsworth CL, Silva PD, Mubarak SJ.** Etiology of Supracondylar Humerus Fractures. *J Pediatrics Orthop.* 1998; 18:38-42.
5. **Cheng JC, Lam TP, Maffulli N.** Epidemiological Features of Supracondylar Fractures of the humerus in Chinese Children. *J Pediatric Orthop Part B.* 2001; 10:63-67.



6. **Heras J, Duran D.** Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. *Clin Orthop.* 2005; 432:57-64.
7. **Muñoz J.** Atlas de Mediciones Radiográficas Ortopedia y Traumatología. Ed Mc Graw – Hill Americana. Páginas 103-106.
8. **Mohammad S, Rymaszewski LA.** The Baumman Angle in Supracondylar Fractures of the distal humerus in Children. *J Pediatrics Orthop.* 1999;19: 65-69.
9. **Keenan W, Clegg J.** Variation of Baumman's Angle with Age, Sex, and Side. *J Pediatrics Orthop.* 1996, 16(1) 97-98.
10. **Williamson D, Coates CJ.** Normal characteristics of the Baumann angle: An aid in assesement of supracondylar fractures. *J Pediatric Orthopedics.* 1992; 12:636-639.
11. **PPS Ko , JKY Ng, JJ Lam, CY Lam.** Characteristics of the Baumann's angle in Hong Kong Chinese children. *Hong Kong Medical Journal.* 1996; 2:363-365.
12. **Cekanauskas E, Degliute R, Kalesinskas RJ.** Treatment of supracondylar humerus fractures in children, according to Gartland classification. *Medicina (Kaunas).* 2003; 39:379-83.
13. **Abraham E, Gordon A, Abdul-Hadi O.** Management of supracondylar fractures of humerus with condylar involvement in children. *J Pediatric Orthop.* 2005; 25:709-16.
14. **Gordon JE, Patton CM, Luhmann SJ, Bassett GS, Schoenecker PL.** Fracture stability after pinning of displaced supracondylar distal humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 2001; 21:313-8.
15. **Arino VL, Lluch EE, Ramirez AM.** Percutaneous Fixation of Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. *J Bone Joint Surg Am.* 1977; 59:914-6.
16. **Landis RJ, Koch GG.** An application of hierarchical Kappa type statistic in the assessment of majority agreement amount multiple observers. *Biometrics.* 1977; 33: 363-74.
17. **Wainwright AM, Williams JR, Carr AJ.** Interobserver and intraobserver variation in classification systems for fractures of the distal humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 2000; 82:636-42.