

## Artículo original

## Utilidad del índice de yeso y acolchonamiento en el pronóstico de las fracturas de antebrazo en niños

Mario Antonio Ortega Vadillo,\* Arnulfo Robles Valle,\* Daniel Bermúdez Martínez\*\*

Hospital General «José Haro Ávila», Fresnillo, Zacatecas.

**RESUMEN.** *Antecedentes:* Las fracturas más frecuentes en los pacientes pediátricos son las de las diáfisis media o distal del radio y cúbito. La mayoría pueden tratarse con reducción cerrada y yeso braquipalmar, pero algunas veces presentan redespazamiento o angulación a las pocas semanas. Se han diseñado mediciones radiográficas que pueden pronosticar estas complicaciones y este trabajo estudia su certeza y utilidad. *Métodos:* Se incluyeron 24 pacientes de entre 2 y 14 años de edad con fracturas cerradas de la diáfisis media o distal del radio y cúbito tratadas con maniobras de reducción bajo anestesia y colocación de aparato de yeso braquipalmar. Se hicieron las mediciones del índice de yeso, acolchonamiento y Canterbury y se cotejaron a las tres semanas con los resultados clínicos y radiográficos. Se calculó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo. *Resultados:* Las mediciones radiográficas tuvieron una sensibilidad de 43%, especificidad de 88%, valor predictivo positivo de 60% y valor predictivo negativo de 79%. *Conclusión:* Los resultados de las mediciones son consistentes con los hallazgos de otros estudios, corroborando su utilidad, por lo que su uso debe ser estimulado para prevenir complicaciones de desplazamiento o angulación de fracturas de antebrazo en pacientes pediátricos.

**Palabras clave:** fractura, niño, antebrazo, fijación externa, molde quirúrgico, radiología, evaluación, utilidad.

**Nivel de evidencia:** IV (Act Ortop Mex, 2010)

\* Médico adscrito al Servicio de Ortopedia y Traumatología.

\*\* Jefe del Servicio de Ortopedia y Traumatología.

Hospital General «José Haro Ávila», Fresnillo, Zacatecas.

Dirección para correspondencia:

Mario Antonio Ortega Vadillo. Antonio García Cubas Núm. 501, Col. Fovissste. Celaya, Gto. México, CP. 38010

E-mail: ortega.vadillo@gmail.com

**ABSTRACT.** *Background:* The most frequent fractures in pediatric patients are those of the mid or distal shaft of the radius and ulna. Most of them can be treated with closed reduction and a brachio-palmar cast, but sometimes redisplacement or angulation occur within the first few weeks. X-ray measurements to foresee these complications have been designed; this paper focuses on their certainty and usefulness. *Methods:* Twenty-four patients ages 2-14 years of age were included, all of them with closed fractures of the mid or distal shaft of the radius and ulna treated with reduction maneuvers under anesthesia and placement of an brachio-palmar cast. Measurements of the cast, padding and Canterbury indices were performed, which were compared with the clinical and X-ray results at three weeks. The sensitivity, specificity, and the positive and negative predictive value were calculated. *Results:* X-ray measurements had a sensitivity of 43%, a specificity of 88%, a positive predictive value of 60% and a negative predictive value of 79%. *Conclusion:* The results of the measurements are consistent with the findings of other studies, which proves their usefulness; their use should therefore be encouraged to prevent complications like the displacement or angulation of forearm fractures in pediatric patients.

**Key words:** fracture, child, forearm, external fixation, casts, surgical, radiology, evaluation, utility.

**Introducción**

Las fracturas que con mayor frecuencia se presentan en los pacientes pediátricos (menores de 18 años) son aquellas que se producen en la diáfisis media o distal del radio y cúbito.<sup>1</sup> La gran mayoría de ellas pueden ser tratadas con maniobras de reducción cerrada y la colocación de un yeso braquipalmar.<sup>2</sup> Sir John Charnley estableció en su texto clásico sobre el manejo de fracturas que el mejor tratamiento para estas lesiones específicas es un aparato de yeso mol-

deado en tres puntos que aplique presión en el fragmento distal y proximal para así poder usar el periostio dorsal que se encuentra intacto para lograr una inmovilización que neutralice las fuerzas biomecánicas que actúan sobre la fractura y que causarían su desplazamiento o angulación.<sup>3</sup>

Desafortunadamente, en la práctica cotidiana, factores como las características individuales de cada paciente,<sup>4</sup> la «personalidad» de la fractura<sup>5</sup> y las deficiencias en la técnica de colocación del yeso, tales como un moldeado inadecuado o un acolchonamiento excesivo<sup>4</sup> pueden ocasionar que el tratamiento no obedezca adecuadamente lo descrito por Charnley y conduzca a un resultado insatisfactorio con grados de desplazamiento o angulación inaceptables de las fracturas a las pocas semanas, aun cuando se haya conseguido una reducción adecuada al inicio del tratamiento.<sup>6</sup>

Es por ello que en tiempos recientes se ha prestado mayor atención a la calidad en la aplicación y el moldeado del yeso como factores de gran importancia en el pronóstico y resultado del manejo.<sup>7</sup> Hasta hace relativamente poco tiempo,<sup>8</sup> no se contaba con un método objetivo y reproducible para determinar la calidad de un molde de yeso braquiopalmar y que pudiera ser utilizado como método para predecir los resultados del tratamiento.<sup>9</sup> Recientemente, para tal propósito<sup>7</sup> se han propuesto las mediciones radiográficas de los índices de yeso y de acolchonamiento y su derivado, el índice de Canterbury. Este estudio se realizó con el objetivo de establecer la certeza de dichos índices en pacientes pediátricos de nuestro medio a fin de corroborar o descartar su utilidad para ayudarnos a prevenir las secuelas de redespazamiento o angulación de las fracturas de antebrazo que se presentan en nuestros pacientes pediátricos, contribuyendo además a reducir la necesidad de dar manejos secundarios y acelerando la recuperación de los niños y su reintegración a la vida social.

## Material y métodos

Este estudio se realizó con la aprobación del Comité institucional correspondiente y con el consentimiento informado de los tutores legales de los participantes, por tratarse de menores de edad. Se incluyeron pacientes de entre 2 y

14 años de edad de ambos sexos atendidos en el período de Agosto 2008 a Marzo 2009 que presentaron fractura cerrada diafisaria media o distal del radio y cúbito, tratada dentro de las primeras veinticuatro horas posteriores al traumatismo con maniobras de reducción cerrada bajo anestesia y colocación de aparato de yeso braquiopalmar siguiendo los principios de fijación en tres puntos<sup>6</sup> (*Figura 1A y 1B*). Se tomó control radiográfico inmediato posterior a la reducción y fijación con yeso. Las proyecciones radiográficas solicitadas fueron la anteroposterior y lateral de la extremidad afectada, a ellas se les midió el índice de yeso y el índice de acolchonamiento y con ellos se calculó el índice de Canterbury (*Figura 2A y 2B*). Los pacientes fueron citados a consulta de seguimiento a las tres semanas después del evento para evaluarlos clínica y radiológicamente. Se dieron datos de



**Figura 1A.** Paciente masculino de 4 años con fractura de diáfrisis de radio y cúbito, proyección lateral previa a la reducción. Angulación dorsal de 40°. **1B:** Proyección anteroposterior previa a la reducción. Angulación cubital de 28°.



**Figura 2A.** Proyección lateral posterior a la reducción. Se ha medido el espesor lateral del yeso (a) y el grosor del acolchonamiento (de la huata) al nivel del punto de máxima corrección de la deformidad (x). **2B:** Proyección anteroposterior posterior a la reducción. Se ha medido el espesor del aparato de yeso (b) y la distancia interósea radiocubital máxima (y).

alarma e información en la prevención de complicaciones por compromiso neurocirculatorio a los tutores y se les dio cita abierta al Departamento de Urgencias. Ninguno de los pacientes presentó lesión neurovascular asociada ni al inicio ni durante el tratamiento. No se incluyeron en el estudio aquellas fracturas con trazos intraarticulares o en terreno patológico, así como las asociadas a lesiones del cartílago de crecimiento.

El *índice de yeso* se calcula como el resultado de la división  $a/b$  en la que «a» es el espesor del yeso en la proyección lateral y «b» es el espesor en la proyección antero-posterior (*Figura 3A*). Ambos son medidos a nivel del foco de fractura y entre más circular el yeso, el valor de «a» se aproximará al de «b» y el índice de yeso será más cercano al valor de 1.<sup>8</sup>

El *índice de acolchonamiento* es la división  $x/y$  en la que «x» es el espesor del acolchonamiento (de la huata) debajo del yeso en la proyección lateral al nivel de máxima corrección de la deformidad y «y» es la distancia interósea máxima en la proyección anteroposterior<sup>7</sup> (*Figura 3B*).

En un molde de yeso demasiado acolchonado, el valor de «x» aumentará y por lo tanto el resultado de  $x/y$  aumentará también; habrá más «juego» entre el yeso y la extremidad, esto reducirá la tensión en los tejidos blandos en el foco de

fractura y tenderá a haber una pérdida de la fijación de 3 puntos de la fractura.<sup>7</sup>

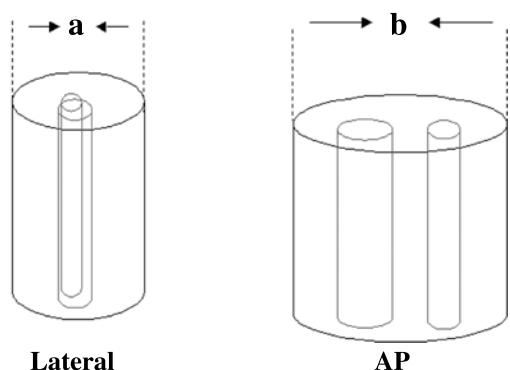
La suma de los índices de yeso y de acolchonamiento constituye el *índice de Canterbury*. Se ha postulado que una fractura de antebrazo tratada con reducción cerrada y yeso braquio-palmar que presente un índice de yeso de más de 0.8, un índice de acolchonamiento mayor de 0.3, y/o un índice de Canterbury de más de 1.1 es más propensa a desplazamiento o angulación,<sup>7</sup> definiéndose éstos como desplazamiento translacional mayor de 50% y/o angulación de más de 20 grados en las radiografías de control a las tres semanas.<sup>10</sup>

Se registraron los resultados de las mediciones y en base a ellos se estableció un pronóstico de presencia o ausencia de desplazamiento o angulación para cada paciente. Con el índice de Canterbury, se hizo un pronóstico de los pacientes que presentarían mayor riesgo de desplazamiento o angulación. Los resultados de las mediciones y las predicciones sobre el desplazamiento se muestran en la *tabla 1*. Tomando como «estándar de oro» el resultado clínico y radiográfico registrado a las tres semanas de evolución y usando estadística Bayesiana, se calcularon los valores de sensibilidad y especificidad del índice de Canterbury como factor pronóstico de angulación y desplazamiento. También se calcularon los coeficientes predictivos positivo y negativo, así como los valores predictivos positivo y negativo. Dichos resultados, con sus correspondientes intervalos de confianza, se muestran en la *tabla 2*.

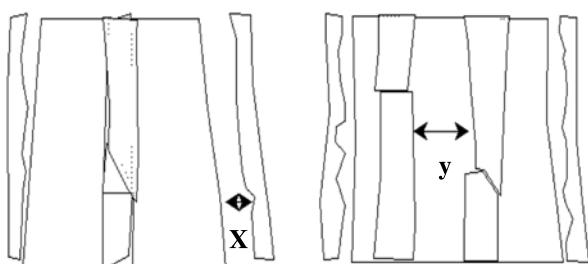
El coeficiente de probabilidad positivo es el cociente entre la tasa de verdaderos positivos y falsos positivos y el de coeficiente de probabilidad negativo, a su vez, es el cociente entre la tasa de verdaderos negativos y la de falsos negativos. El valor predictivo positivo es la proporción de sujetos que verdaderamente presentarían desplazamiento y/o angulación, de entre los que dieron positivo. El valor predictivo negativo nos dice la proporción de sujetos que no presentaron desplazamiento y/o angulación de entre los que dieron negativo según el índice de Canterbury.

## Resultados

De los veinticuatro pacientes incluidos en el estudio, 15 masculinos (62.5%) y 9 femeninos (37.5%) siete de ellos presentaron desplazamiento o angulación en su consulta de seguimiento (29.16%). El índice de Canterbury predijo adecuadamente 3 de estos 7 desplazamientos (sensibilidad = 43%,  $p = 0.06$ ). Estos pacientes fueron tratados con remanipulación de las fracturas y recolocación del molde de yeso. Todos ellos evolucionaron satisfactoriamente después de este tratamiento y ya no presentaron nuevas complicaciones o secuelas. Los cuatro pacientes restantes (16.66%) presentaron desplazamiento o angulación a pesar de la predicción contraria del índice de Canterbury (coeficiente de probabilidad negativo = 65%,  $p = 0.33$ ) y también recibieron nuevo tratamiento con remanipulaciones de las fracturas bajo anestesia y colocación de otro yeso braquio-palmar con evolución posterior satisfactoria.



**Figura 3A.** Índice de yeso (a/b). Espesor del yeso en proyección lateral (a) entre espesor del yeso en proyección anteroposterior (b). (Reproducida con permiso de: Bhatia M, Housden PL. Redisplacement of paediatric forearm fractures: Role of plaster moulding and padding. Injury 2006; 37: 259-68).



**Figura 3B.** Índice de acolchonamiento (x/y). Grosor de la huata al nivel de máxima corrección de la deformidad (x) entre la distancia interósea radio-cubital máxima (y). (Reproducida con permiso de: Bhatia M, Housden PL. Redisplacement of paediatric forearm fractures: Role of plaster moulding and padding. Injury 2006; 37: 259-68).

**Tabla 1. Resultados de mediciones y predicciones.**

Edad	Índice de yeso	Índice de acolchonamiento	Índice de Canterbury	Pronóstico desplazamiento	Realidad desplazamiento
2	0.69	0.15	0.84	no	no
2	0.7	0.15	0.85	no	no
4	0.69	0.17	0.86	no	no
5	0.73	0.15	0.88	no	no
6	0.7	0.19	0.89	no	sí
7	0.7	0.2	0.9	no	no
8	0.74	0.18	0.92	no	no
5	0.78	0.16	0.94	no	no
10	0.73	0.21	0.94	no	sí
6	0.75	0.21	0.96	no	no
5	0.77	0.19	0.96	no	no
11	0.76	0.21	0.97	no	no
8	0.77	0.2	0.97	no	sí
13	0.78	0.19	0.97	no	no
7	0.75	0.22	0.97	no	sí
9	0.77	0.2	0.97	no	no
8	0.76	0.22	0.98	no	no
9	0.76	0.28	1.04	no	no
14	0.78	0.28	1.06	no	no
10	0.73	0.41	1.14	sí	sí
6	0.82	0.36	1.18	sí	sí
8	0.9	0.33	1.23	sí	no
7	0.81	0.46	1.27	sí	sí
9	0.9	0.58	1.48	sí	no

**Tabla 2. Resultados de coeficiente y valores predictivos.**

	Intervalo de confianza 95%		
Sensibilidad	0.43	0.06	0.8
Especificidad	0.88	0.73	1.04
CP+	3.64	0.77	17.3
CP-	0.65	0.33	1.26
VP+	0.6	0.17	1.03
VP-	0.79	0.61	0.97

CP+ = Coeficiente de probabilidad positiva  
CP- = Coeficiente de probabilidad negativa  
VP+ = Valor predictivo positivo  
VP- = Valor predictivo negativo

Diecisiete niños de los veinticuatro (70.83%) no presentaron desplazamiento o angulación de sus fracturas cuando fueron revisados a las tres semanas. El índice de Canterbury pronosticó correctamente este resultado en 15 de los niños (especificidad = 88%,  $p = 0.73$ ; valor predictivo negativo = 79%,  $p = 0.61$ ). Así mismo, Canterbury pronosticó que cinco pacientes (20.83%) presentarían desplazamiento o angulación, las cuales se encontraron en tres de ellos (valor predictivo positivo = 60%,  $p = 0.17$ ).

En su conjunto, los veinticuatro pacientes participantes en este estudio evolucionaron satisfactoriamente a pesar de que algunos de ellos requirieron remanipulación, como ya fue mencionado. Todos los niños han presentado adecuada recuperación funcional y no presentan secuelas clínicas o radiográficas en consultas subsecuentes.

## Discusión

El índice de yeso fue introducido en 1994 como una forma de evaluar la calidad de un aparato de yeso braquial y con ello su utilidad terapéutica.<sup>8</sup> Este índice se basa en la morfología del yeso en el sitio de fractura y su idea central es que el aparato de yeso debe tener forma elíptica y no circular en un corte transversal a nivel del foco de fractura para considerarse como un aparato útil. Este índice se enfoca principalmente en angulación dorsal de la fractura y como se demostró en otros estudios no es adecuado por sí solo para predecir desplazamiento en dirección radial o cubital de la fractura.<sup>11</sup>

Los índices de acolchonamiento y de Canterbury fueron diseñados por Bathia y Housden para contribuir al entendimiento de los factores intrínsecos y extrínsecos de estabilidad de las fracturas del antebrazo y así ofrecer un mejor panorama en la evaluación de la técnica y la calidad de los moldes de yeso aplicados en pacientes pediátricos que presentan este tipo de fracturas.<sup>7</sup> Su ventaja es que el índice de acolchonamiento se calcula utilizando como denominador la distancia interósea máxima entre el radio y el cúbito, la cual se relaciona más con una adecuada reducción de las fracturas diafisarias de estos huesos. Como el índice de Canterbury depende directamente del mismo cálculo, se beneficia igualmente de ello.

Los resultados de nuestro estudio corroboraron los hallazgos de reportes previos sobre la utilidad y la certeza de estos índices. Usados en combinación, los índices de yeso, acolchonamiento y de Canterbury tienen una sensibilidad y

un valor predictivo positivo relativamente bajos. Su especificidad y su valor predictivo negativo, sin embargo, son elevados, como se ve en la *tabla 2*. Estos resultados están en concordancia con lo hallado en otras series.<sup>11</sup>

Tomando como base estos hallazgos, podemos concluir que el uso de los índices de yeso, acolchonamiento y Canterbury es útil y debe ser difundido y estimulado. Nuestra experiencia con su uso ha sido positiva hasta el momento y consideramos que la implementación sistemática de la medida y el cálculo de estos índices requiere una inversión de esfuerzo y tiempo mínima para el ortopedista tratante, pero le permite contar con una base más sólida para tener un pronóstico sobre la evolución del paciente con estas lesiones, lo cual se traduce directamente en mayor seguridad en el tratamiento.

#### Bibliografía

1. Jones K, Weiner DS, Leighley B: The management of forearm fractures in children: A plea for conservatism. *J Pediatr Orthop* 1999; 19: 811-22.
2. Webb GR, Galpin RD, Armstrong DG: Comparison of short and long arm plaster casts for displaced fractures in the distal third of the forearm in children. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: 9-17.
3. Chamley J: The closed treatment of common fractures. Baltimore: Williams and Wilkins; 1968: 116-27.
4. Zamzam MM, Khoshhal KI: Displaced fracture of the distal radius in children: factors responsible for redisplacement after closed reduction. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87: 841-3.
5. Proctor MT, Moore DJ, Paterson JMH: Redisplacement after manipulation of distal radial fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 1993; 75: 453-4.
6. Wilkins KE: Nonoperative management of pediatric upper extremity fractures. *Tech Orthop* 2005; 20(2): 115-41.
7. Bhatia M, Housden PL: Redisplacement of paediatric forearm fractures: Role of plaster moulding and padding. *Injury* 2006; 37: 259-68.
8. Chess DG, Hyndman JC, Leahey JL, Brown DC, Sinclair AM: Short arm plaster cast for distal pediatric forearm fractures. *J Pediatric Orthop* 1994; 14: 211-3.
9. Malviya A, Taintzas D, Mahawar K, Bache CE, Glithero PR: Gap index: a good predictor of failure of plaster cast in distal third radius fractures. *J Pediatr Orthop B* 2007; 16: 48-52.
10. Roberts JA: Angulation of the radius in children's fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68: 751-4.
11. Alemdaroğlu KB, İltaç S, Cimen O, Uysal M, Alagöz E, Atlihan D: Risk factors in redisplacement of distal radial fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 1224-30.