

## Valor predictivo de la Escala de Graf para diagnóstico de displasia del desarrollo de cadera en lactantes de 1 a 6 meses de edad

### Predictive value of the Graf Scale for diagnosing developmental dysplasia of the hip in infants aged 1 to 6 months

Aulio Cesar Ibarra-Zavala<sup>1</sup>, Alberto López-Valladares<sup>1</sup>, María de Lourdes Castellanos-Villalobos<sup>2</sup>,  
Ingrid Angheven-Espinoza<sup>2</sup>, Rosa María Torres-Hernández<sup>2\*</sup>

1. Hospital de Alta Especialidad de Veracruz. Secretaría de Salud.
2. Cuerpo Académico UV-CA477 "Investigación Clínica y multidisciplinaria". Facultad de Medicina UV

\*Autor de correspondencia: Rosa María Torres Hernández

Facultad de Medicina, Universidad Veracruzana, Región Veracruz.

Iturbide S/N esquina Carmen Serdán. Veracruz, Veracruz. CP: 91700. Correo: [rotorres@uv.mx](mailto:rotorres@uv.mx)

DOI <http://dx.doi.org/10.28960/revmeduas.2007-8013.v15.n2.003>

Recibido 08 de enero 2025, aceptado 24 de marzo 2025

#### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el valor predictivo de la Escala de Graf para diagnóstico temprano de displasia del desarrollo de cadera en lactantes de 1 a 6 meses de edad por medio de ultrasonido (USG)

**Material y Métodos:** Se realizó un estudio observacional, analítico y retrospectivo en expedientes de pacientes con diagnóstico de displasia del desarrollo de cadera con la revisión y recolección de datos de los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$  de los reportes de estudios de USG. Se midieron los ángulos formados por las líneas de Hilgenreiner y Perkins, así como congruencia de la línea de Shenton.

**Resultados:** Se revisaron 127 expedientes clínicos pacientes de edad  $4.45 \pm 1.94$  meses. En el USG de cadera el ángulo  $\alpha$  y  $\beta$  fue normal en 9 paciente (mayor de  $60^\circ$  y menor de  $55^\circ$  respectivamente) de los cuales 3 son mujeres y 6 hombres, y anormal en 118 pacientes de los cuales 76 son mujeres y 42 hombres, (NS). La especificidad de 66% (.66), sensibilidad de 97% (.97), valor predictivo positivo de 97% (.97%) y valor predictivo negativo de 75% (0.75).

**Conclusiones:** El USG de cadera para confirmación diagnóstica, tiene un valor predictivo alto como prueba diagnóstica, y un valor predictivo negativo relativamente bajo.

**Palabras clave:** displasia congénita de cadera, ultrasonido de cadera, valor predictivo clasificación de Graf.

#### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the predictive value of the Graf classification system for the early diagnosis of developmental dysplasia of the hip in infants aged 1 to 6 months using hip ultrasound (US).

**Materials and Methods:** An observational, analytical, and retrospective study was conducted by reviewing medical records of patients diagnosed with DDH. Data on  $\alpha$  and  $\beta$  angles from US reports were collected. Measurements included angles formed by Hilgenreiner and Perkins lines, as well as the congruence of Shenton's line.

**Results:** A total of 127 clinical records were reviewed, with patients averaging  $4.45 \pm 1.94$  months of age. Hip US showed normal  $\alpha$  and  $\beta$  angles (greater than  $60^\circ$  and less than  $55^\circ$ , respectively) in 9 patients (3 females and 6 males), and abnormal angles in 118 patients (76 females and 42 males). The test showed a specificity of 66% (0.66), sensitivity of 97% (0.97), positive predictive value of 97% (0.97), and negative predictive value of 75% (0.75).

**Conclusions:** Hip US demonstrates a high positive predictive value as a diagnostic tool for DDH, though its negative predictive value is relatively lower.

**Keywords:** developmental dysplasia of the hip, hip ultrasound, predictive value, Graf classification

#### Introducción

La displasia del desarrollo de cadera (DDC), es un trastorno que integra un amplio espectro de anormalidades anatómicas que afectan la articulación coxofemoral incluyendo el borde anormal del acetábulo y mala posición de la cabeza

femoral, causando desde subluxación hasta una luxación, afectando el desarrollo de la cadera.<sup>1,2</sup>

Representa una de las patologías más frecuentes dentro de la consulta de ortopedia pediátrica la displasia del desarrollo de cadera en 26.04%

diagnosticada en la exploración del recién nacido y pediatría frecuente en la exploración del recién nacido.<sup>3</sup> La displasia de cadera no es detectada con regularidad al nacer, encuestas de detección han reportado una incidencia de hasta 1 de cada 100 recién nacidos vivos con evidencia de inestabilidad y de 1 a 1.5 casos de luxación por cada 1,000 recién nacidos.<sup>1,4</sup>

En México tiene una incidencia de 2 a 6 por cada mil nacidos vivos y es la primera causa de hospitalización en el departamento de ortopedia pediátrica.<sup>2</sup>

Su etiología es multifactorial al presentar componentes genéticos y mecánicos. No se ha encontrado un gen relacionado, sin embargo, está bien establecido el riesgo aumentado al presentar un familiar de primer grado con antecedente de displasia de cadera; la hiperlaxitud ligamentosa es considerada como un factor genético.<sup>1,2,5,6</sup>

los estrógenos inhiben la síntesis de colágeno y favorecen el entrecruzamiento de sus fibras y formación de elastina. Experimentalmente se ha demostrado que la administración de estrógenos disminuye el contenido de colágeno en la capsula articular de la cadera, mientras que la progesterona lo incrementa. Se puede concluir que los estrógenos dificultan la luxación de la cadera, mientras que la progesterona la facilita.<sup>1,5,7</sup>

Por otro lado, las fuerzas aplicadas constantemente pueden originar deformidad que ocurre con mayor facilidad en el periodo de crecimiento, aunado a esto, la relativa plasticidad, predisponen al feto. Las fuerzas deformantes pueden estar provocadas por la musculatura abdominal o uterina; por una postura mantenida, sobre todo en flexión de cadera y extensión de rodillas; o por una disminución del espacio libre del feto, ya sea por su tamaño o volumen de líquido amniótico.<sup>6</sup>

Dentro de los factores de riesgo más importantes se encuentra el sexo femenino, producto primogénito, presentación pélvica, madre primigesta, oligohidramnios y el posicionamiento posnatal.<sup>1,2</sup>

Se manifiesta con la limitación a la abducción de la cadera, contracturas en abducción de la cadera contralateral, asimetría de pliegues cutáneos de los muslos, signo de Galleazzi positivo, durante la deambulación se pueden identificar los signos de Trendelenburg, marcha tipo Duchenne y el signo de Loyd Roberts.<sup>2,3</sup>

El abordaje diagnóstico incluye las maniobras de Barlow y Ortolani.<sup>2,3,7</sup> El diagnóstico puede complementarse con el estudio radiográfico de la cadera en las proyecciones de posición neutral y de Von Rosen. Las radiografías deben evaluarse considerando la posición de la cabeza femoral con respecto al acetáculo, trazando las líneas de Shenton, Hilgenreiner y

Perkins, incluyendo la medición del ángulo acetabular.<sup>2</sup>

La ecografía es un método preciso para evaluar la cadera, permitiendo visualizar la cabeza femoral, el acetáculo y detectar inestabilidad.<sup>2,8,9</sup>

Es el método de detección temprana utilizado en diversos países como Austria, Alemania y China.<sup>10</sup> En 1980, Reinhard Graf introdujo la ecografía estática para evaluar la morfología de la cadera, mientras que Harcke desarrolló la técnica dinámica para analizar su estabilidad.<sup>1,10</sup>

El USG ha demostrado mayor sensibilidad que la exploración física en la detección de DDC, especialmente dentro de los primeros 28 días de vida. Su uso ha reducido la necesidad de cirugías correctivas en muchos países.<sup>1,9</sup>

La técnica ecográfica incluye la medición de los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$  para evaluar la cobertura ósea y cartilaginosa de la cabeza femoral, siendo el ángulo  $\alpha$  el principal indicador de displasia.<sup>11</sup> La clasificación de Graf permite determinar el grado de desplazamiento y deformidad de la cadera.<sup>1,12</sup>

El USG es la prueba diagnóstica que permite, en un estadio temprano, la evaluación en tiempo real y tridimensional de la cadera de un neonato.<sup>10,11</sup> Se ha posicionado como estándar de oro, ya que proporciona información comparable a la artrografía o la RM, con menos costo, sin radiación y sin necesidad de sedación. La

escala de Graf es una clasificación con base a la morfología de la cadera se clasifica en grados del I – IV, de acuerdo a los valores del ángulo  $\alpha$  que evalúa el techo acetabular y el ángulo  $\beta$  que evalúa la posición del *labrum*.<sup>13,14</sup> La detección temprana de la displasia de desarrollo de cadera es crucial para evitar tratamientos quirúrgicos complejos en casos diagnosticados tardíamente.<sup>11,13</sup>

El objetivo del estudio fue evaluar el valor predictivo de la Escala de Graf para diagnóstico temprano de displasia del desarrollo de cadera en lactantes de 1 a 6 meses de edad por medio de USG.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, analítico y retrospectivo en expedientes de los pacientes lactantes del servicio de Ortopedia Pediátrica del Hospital de Alta Especialidad Veracruz, previa autorización del comité de investigación y ética, del Hospital de Alta Especialidad de Veracruz con el No. de folio HAEV/INTr/021/2020.

Se seleccionaron los expedientes de pacientes de la consulta externa de Ortopedia Pediátrica, con los criterios de inclusión: lactantes menores de 6 meses de edad, ambos sexos. criterios de exclusión: Lactantes mayores de 6 meses de edad, y Criterios de Eliminación: Lactantes con ultrasonidos incompletos. Se medió el estudio radiográfico realizado en una proyección AP de

pelvis. La medición incluyó la determinación del índice acetabular y el centraje concéntrico de cabeza femoral y el estudio de USG con la evaluación estática de características morfológicas de la cadera con la Escala de Graf, se tomaron los valores del reporte ultrasonográfico, y su respectiva clasificación en la escala de Graf. Tipo I: cadera normal o mayor de 60°. Tipo II: cadera con retraso en el desarrollo acetabular:  $\alpha$  entre 50° y 60°. Tipo IIa. Menores de 3 meses. Tipo IIb. Mayores de 3 meses. Tipo IIc. Ángulo  $\alpha$  entre 43° y 49° y ángulo  $\beta$  menor de 77°. Tipo IId: cadera descentrada alfa entre 43° y 49° y  $\beta$  mayor de 77°. Tipo III: ángulo  $\alpha$  menor de 43°. Tipo IV: ángulo  $\alpha$  menor de 43°. La diferencia entre las tipo III y tipo IV está dado por el desplazamiento del cartílago, si este está desplazado a craneal (Tipo III) o a caudal (Tipo IV).

Se comparó la radiografía de pelvis con el ultrasonido para valorar el valor predictivo positivo del ultrasonido de cadera, y de esta manera tomarlo en un futuro como método diagnóstico como tamiz para detección oportuna de displasia del desarrollo de cadera.

Una vez recabados los datos en instrumento de recolección (anexo), se vaciaron a Excel, y fueron analizados con frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas, y con promedios y desviación estándar para variables cuantitativas utilizando programa estadístico SPSS v24.0.

## RESULTADOS

Se revisaron 127 expedientes clínicos de pacientes entre 1 mes y 6 meses de edad, con edad promedio de  $4.45 \pm 1.94$  meses, con diagnóstico de displasia del desarrollo de cadera. De los 127 expedientes 79 fueron sexo femenino y 48 masculino. Se les midió el índice acetabular en estudios radiográficos AP, en los cuales 76 pacientes de sexo femenino y 47 del sexo masculino fue mayor de 25°, (NS). El centro de la cabeza femoral en 3 mujeres y 1 hombre se encontraba en el cuadrante 1 de Putti, 3 mujeres y 2 hombre en el cuadrante 2, y 73 mujeres y 45 hombres en el cuadrante 3, ( $p < 0.05$ ). En el ultrasonido de cadera el ángulo  $\alpha$  y  $\beta$  fue normal en 9 paciente (mayor de 60° y menor de 55° respectivamente) de los cuales 3 son mujeres y 6 hombres, y anormal en 118 pacientes de los cuales 76 son mujeres y 42 hombres, (NS). (Cuadro 1)

Inicialmente se reportaron 116 verdaderos positivos, 3 falsos positivos, 2 falsos negativos y 6 verdaderos negativos. De acuerdo a los ángulos obtenidos 9 pacientes entran en el grupo I, 72 pacientes entran en el grupo III y 46 pacientes entran dentro de la clasificación IV de Graf. Se obtuvieron con esos datos una especificidad de 66% (.66), sensibilidad de 97% (.97), valor predictivo positivo de 97% (.97%) y valor predictivo negativo de 75% (0.75). ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 2)

**Cuadro 1.** Características de los pacientes diagnóstico de displasia del desarrollo de cadera en lactantes de 1 a 6 meses de edad

|  | Feme-nino (n=79)                  | Masculino (n=48)                  | p     |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|
| <b>Edad en meses</b>   | 4.45±1.94                         | 4.02±2.04                         | NS    |
| <b>Índice acetabular</b><br><25°<br>>25°                                   | 3 (4%)<br>76 (96%)                | 1 (2%)<br>47 (98%)                | NS    |
| <b>Cuadrantes de Putti</b><br><b>1</b><br><b>2</b><br><b>3</b><br><b>4</b> | 3 (4%)<br>0<br>3 (4%)<br>73 (92%) | 1 (2%)<br>0<br>2 (4%)<br>45 (94%) | <0.05 |
| <b>USG α&gt;60</b><br><b>Normal</b><br><b>Anormal</b>                      | 3 (4%)<br>76 (96%)                | 6 (4%)<br>42 (88%)                | NS    |
| <b>USG β &lt;55</b><br><b>Normal</b><br><b>Anormal</b>                     | 3 (4%)<br>76 (96%)                | 6 (12%)<br>42 (88%)               | NS    |

\*Prueba Chi-cuadrada de Pearson p<0.05. No significativo (NS)

**Cuadro 2.** Sensibilidad 0.98 y especificidad 0.55 los pacientes diagnósticos de displasia del desarrollo de cadera en lactantes

|                 | Luxación congénita |          | p     |
|-----------------|--------------------|----------|-------|
| Ultrasonido     | positivo           | negativo |       |
| <b>positivo</b> | 116                | 3        | 0.001 |
| <b>negativo</b> | 2                  | 6        |       |
| <b>Total</b>    | 118                | 9        |       |

Prueba X<sup>2</sup> con un valor de significancia de p<0.05

## DISCUSIÓN

El USG es el examen universal en todos los bebés, la edad es un factor crítico, la interpretación es por medio de la clasificación de Graf en el periodo de 6 – 16 semanas se considera como

el momento óptimo para obtener la máxima precisión diagnóstica. En Europa los programas generalmente muestran una disminución en el número de caderas que necesitan una reducción quirúrgica. En un estudio controlado aleatorizado de detección por USG en Noruega que se comparó con un examen físico bien realizado mostró tasas de tratamiento más altas, pero no una disminución significativa en los casos tardíos de DDC. La detección dentro de los 28 días da como resultado una sensibilidad perfecta y los 8 casos de tratamiento con DDH. La técnica ecográfica incluye la evaluación estática de características morfológicas de la cadera, tal como se popularizó en Europa por Graf, y una evaluación dinámica, desarrollada por Harcke, que evalúa la cadera para determinar la estabilidad de la cabeza femoral en la cavidad. El USG es la única prueba diagnóstica que permite, en un estadio temprano, la evaluación en tiempo real y tridimensional de la cadera de un neonato. La evaluación de la cadera por USG la propuso Graf, consiste en la obtención de una imagen en el plano coronal por medio de abordaje lateral con el paciente en decúbito supino. Es importante insistir en la medición de los ángulos para cuantificar la cobertura de la cabeza femoral con base en puntos de referencia acetabulares. En esta investigación el USG de cadera fue una herramienta diagnóstica para el diagnóstico temprano de displasia del desarrollo de cadera.<sup>15</sup>

Los pacientes con USG de cadera, la edad fue de  $4.45 \pm 1.94$  meses. los estudios radiográficos pasan por alto 5 pacientes con displasia de cadera, que posteriormente fueron captados al realizarse el USG de cadera. Similar al estudio de Dorien Geertsema, realiza radiografías de pelvis a un grupo de niños de 5 meses de edad siendo normales 417/460, y con displasia 43/460; y USG a un segundo grupo de niños de 3 meses de edad, siendo normales 605/651, y con displasia 46/651.<sup>16</sup>

Las pacientes sexo femenino 79 y 48 masculino, lo que reporta Hernández<sup>2</sup> sobre la prevalencia de afección del sexo femenino. En los estudios radiográficos, el centro de la cabeza femoral en 3 mujeres y 1 hombre se encontraba en el cuadrante 1 de Putti, 73 mujeres y 45 hombre en el cuadrante 2, y 3 mujeres y 2 hombres en el cuadrante 3; como lo reporta Requeiro<sup>21</sup>, el cuadrante normal en el que se debería encontrar una cadera normal es en el 1, una cadera subluxada en el cuadrante 2, y una luxada a partir del 3er cuadrante. Lo que nos indica que el 92% de estos pacientes se encontraban con una cadera subluxada.<sup>17</sup>

Los estudios de USG de cadera, el ángulo  $\alpha$  y  $\beta$  fue normal en 9 paciente (mayor de  $60^\circ$  y menor de  $55^\circ$  respectivamente) de los cuales 3 son mujeres y 6 hombres, entrando en el grupo I de la clasificación de Graf, y anormal en 118 pacientes de los cuales 76 son mujeres y 42 hombres. En 72 pacientes están dentro del grupo III,

y 46 en grupo IV de la clasificación de Graf, se recomendó tratamiento conservador con arnés de Pavlik.<sup>16</sup>

Se obtuvieron una especificidad de 66% (.66), sensibilidad de 97% (.97), valor predictivo positivo de 97% (.97%) y valor predictivo negativo de 75% (0.75). que de acuerdo a Robin W. Panton<sup>23</sup>, comparado con la clínica cuya sensibilidad es de 60% y su VPP es de 22%; en cambio reporta que la sensibilidad del USG es de 100% y especificidad de 94.2% en pacientes con factores de riesgo y un VPP de 20.5%<sup>17</sup>

## Referencias

1. Bracken J, Tran T, Ditchfield M. Developmental dysplasia of the hip: controversies and current concepts. *J Paediatr Child Health*. 2012;48(11):963-72.
2. Tian-tian Dong, Fang Nie, Lu-lu Yang. Ultrasonography in the evaluation of various factors of developmental dysplasia of the hip in infants: Results from a retrospective study in a large hospital of northwest China. *J Orthop Sci*. 2024;29:976-982.
3. Nicholson A, Dunne K, Taaffe S, Sheikh Y, Murphy J. Developmental dysplasia of the hip in infants and children. *BMJ*. 2023;383:e074507.
4. Claro HJC, Mora RFG, Mejía RC, García RV.F, Hernández LO. Epidemiología de la displasia del desarrollo de la cadera. *Rev Esp Méd Quir*. 2017;22(2):22-27.

5. Mendoza MGA, Proaño MLF, Villota MBA, Miranda BLA, Arias FJD, Padilla TDG. Displasia de cadera en el desarrollo. *Rev Ocronos.* 2024;7(7):694.
6. Kenanidis E, Gkekas NK, Karasmani A. Genetic Predisposition to Developmental Dysplasia of the Hip. *J Arthroplasty.* 2020;30:291-300
7. Moraleda L, Albiñana J, Salcedo M. González M. Displasia del desarrollo de la cadera; Unidad de Traumatología y Ortopedia Infantil, Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España; *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2013; 57(1):67-77.
8. Isunza RA, Isunza-Alonso OD. Displasia de la cadera. *Acta Pediatr Méx* 2015;36(3):205-207.
9. Lussier EC, Sun YT, Chen HW, Chang TY, Chang CH. Ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip after 4 weeks increases exam accuracy and decreases follow-up visits *Pediatr Neonatol.* 2017;36:239-251.
10. Holen KJ, Tegnander A, Bredland T, Johansen OJ, Saether OD, Eik-Nes SH. Universal or selective screening of the neonatal hip using ultrasound? A prospective, randomised trial of 15,529 newborn infants. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(6):886-90.
11. Gahleitner M, Pisecky L, Gotterbarm T, Höglér W, Luger M, Klotz MC. Long-term Results of Developmental Hip Dysplasia Under Therapy With Pavlik Harness. *J Pediatr Orthop.* 2024;44(3):135-140.
12. Cooper AP, Doddabasappa SN, Mulpuri K. Evidence-based management of developmental dysplasia of the hip. *Orthop Clin North Am.* 2014;45(3):341-54.
13. Starr V, Yoon BH. Imaging Update on Developmental Dysplasia of the Hip With the Role of MRI. *AJR Am J Roentgenol.* 2014;203(6):1324-35.
14. Villanueva MS, Hermida OEH, Benavides RD, Hermida OJ. Aplicación del método de Graf para el diagnóstico y tratamiento oportuno de displasia de cadera. *Acta Ortop Mex.* 2022; 36: 2-7.
15. Geertsema D, Meinardi JE, Kempink DRJ, Fiocco M, van de Sande MAJ. Screening program for neonates at risk for developmental dysplasia of the hip: comparing first radiographic evaluation at five months with the standard twelve week ultrasound. A prospective cross-sectional cohort study. *Int Orthop.* 2019;43:1933–1938.
16. Gümüştaş SA, Orak MM, Onay T, Bulut G. Late. Developmental Dysplasia of the Hip That Was Sonographically Determined to Be Stable at First Examination: A Case Report. *JBJS Case Connect.* 2013 13;3(4 Suppl 3):e114.
17. Paton RW. Screening in Developmental Dysplasia of the Hip (DDH). *Surgeon.* 2017;15(5):290-296.