

## Artículo original

# Ángulo de anteversión acetabular de la cadera en población adulta mexicana medida por tomografía computada

Rubalcava J,\* Gómez-García F,\*\* Ríos-Reina JL\*\*\*

Hospital Ángeles Mocol de la Ciudad de México

**RESUMEN.** *Antecedentes:* El conocimiento de las características radiogramétricas de un determinado segmento esquelético en una población sana es de primordial importancia clínica. La principal justificación para este estudio es que no hay ninguna descripción publicada del parámetro radiogramétrico de anteversión acetabular en población adulta sana mexicana. *Material y métodos:* Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo y transversal que incluyó a individuos de ambos sexos mayores de 18 años ortopédicamente sanos a quienes se les hizo a un estudio tomográfico axial de 2 dimensiones en ambas caderas para medir los ángulos de anteversión acetabular. El análisis estadístico consistió en obtener medidas de tendencia central y de dispersión. Se sometió a un análisis de varianza multivariado (ANOVA) y significancia estadística. *Resultados:* Se estudiaron 118 individuos, 60 hombres y 58 mujeres con un promedio de edad de  $47.7 \pm 16.7$ , con rangos entre 18 a 85 años. La anteversión de todo el grupo fue de  $18.6^\circ \pm 4.1^\circ$ . La anteversión en hombres fue de  $17.3^\circ \pm 3.5^\circ$  ( $10^\circ - 25^\circ$ ) y de las mujeres fue de  $19.8^\circ \pm 4.7^\circ$  ( $10^\circ - 31^\circ$ ). No hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) en cuanto a la anteversión derecha e izquierda en todo el grupo; sin embargo, sí hay diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.005$ ) cuando se comparan los hombres y mujeres tanto en el lado derecho como en el iz-

**ABSTRACT.** *Background:* Knowledge of the radiogrametric characteristics of a specific skeletal segment in a healthy population is of the utmost clinical importance. The main justification for this study is that there is no published description of the radiogrametric parameter of acetabular anteversion in a healthy Mexican adult population. *Material and methods:* A prospective, descriptive and cross-sectional study was conducted. Individuals of both genders older than 18 years and orthopedically healthy were included. They underwent a two-dimensional axial tomographic study of both hips to measure the acetabular anteversion angles. The statistical analysis consisted of obtaining central trend and scatter measurements. A multivariate analysis of variance (ANOVA) and statistical significance were performed. *Results:* 118 individuals were studied, 60 males and 58 females, with a mean age of  $47.7 \pm 16.7$ , and a range of 18-85 years. The anteversion of the entire group was  $18.6^\circ \pm 4.1^\circ$ . Anteversion in males was  $17.3^\circ \pm 3.5^\circ$  ( $10^\circ - 25^\circ$ ) and in females  $19.8^\circ \pm 4.7^\circ$  ( $10^\circ - 31^\circ$ ). There were no statistically significant differences ( $p \leq 0.05$ ) in right and left anteversion in the entire group. However, there were statistically significant differences ( $p \geq 0.005$ ) both in the right and left sides when males and females were compared. *Conclusions:* Our study showed that there are great variations in the anteversion ranges of

## Nivel de evidencia: IV (Act Ortop Mex, 2012)

\* Médico Radiólogo adscrito al Servicio de Radiología.

\*\* Cirujano Ortopédico adscrito al Staff Médico.

\*\*\* Jefe de Servicio de la Unidad de Radiología.

Hospital Ángeles Mocol de la Ciudad de México

Dirección para correspondencia:

Dr. Felipe Gómez García,

Gob. Ignacio Esteva Núm. 107-03, San Miguel Chapultepec, Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11850, México, D.F.

E-mail: sla@prodigy.net.mx

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

**quierdo. Conclusiones:** Nuestro estudio mostró que hay grandes variaciones en los rangos de anteversión de una población sana y cuando se contrastan nuestros resultados con los publicados con otros autores, el promedio de la mayoría de las mediciones sobrepasa los 15 grados, lo cual debe servir para tomar decisiones terapéuticas donde está involucrada la anteversión acetabular.

**Palabras clave:** cadera, ángulo, epidemiología, México, tomografía computada.

**a healthy population. When our results are compared with those published by other authors the mean of most measurements exceeds 15 degrees. This should be useful to make therapeutic decisions that involve acetabular anteversion.**

**Key words:** hip, angle, epidemiology, Mexico, computed tomography.

## Introducción

El conocimiento de las características radiogramétricas de un determinado segmento esquelético en una población sana, es de primordial importancia para determinar su normalidad y, con ello, identificar grados de malformación, planificar procedimientos quirúrgicos, evaluar resultados, generar modificaciones al diseño de implantes y de herramientas diagnósticas, así como aportar nuevos conocimientos para el desarrollo de tecnologías en la cirugía ortopédica como son las técnicas de cirugía asistida por computadora.

Recientes conocimientos han hecho evidente la existencia de una amplia variabilidad morfométrica esquelética entre un mismo grupo poblacional, de modo que es más evidente cuando se compara con las características de otros grupos étnicos.<sup>1-5</sup>

Lo anterior ha generado la necesidad de investigar tales características en grupos humanos específicos y contrastarlas con las mediciones «clásicas» que se han usado en la práctica profesional habitual. Debe resaltarse que estas referencias fueron generadas en poblaciones nativas de otros países, por lo que la validez para aplicar estos conocimientos abre razonables dudas del valor de aplicación clínica en una forma generalizada a la población mexicana.

## Antecedentes

El conocimiento de los signos, índices o constantes radiográficas se dieron en la cadera infantil y surgieron como una necesidad ante el problema de controlar el tratamiento y la evolución de la displasia congénita de la cadera y representan el antecedente más importante en desarrollo de la radiogrametría articular del acetábulo. Morrison,<sup>6</sup> Wiberg,<sup>7</sup> Laurenson,<sup>8</sup> Sharp<sup>9</sup> y muchos otros más han ayudado a este conocimiento en otros países. En México han contribuido en este campo Peón y cols.<sup>10</sup> Fernández Herrera,<sup>11</sup> Sierra Rojas<sup>12</sup> y otros más.

La radiogrametría de la cadera en adultos no ha sido tan prolífica como en los niños y son pocas las referencias que se pueden encontrar: Ambuster y cols.,<sup>13</sup> Hubbard,<sup>14</sup> Anda,<sup>15</sup> Delaunay,<sup>16</sup> Lequesne<sup>17,18</sup> y Keats<sup>19,20</sup> son algunos autores re-

levantes. En México sólo hay un antecedente de mediciones radiográficas de acetábulos en adultos sanos.<sup>21</sup>

## Justificación

Ya hemos mencionado la importancia de conocer las características radiogramétricas de un segmento esquelético en una población sana, por lo que consideramos necesario establecer puntos de referencia numéricos acerca de las características de normalidad o anormalidad de la anteversión acetabular. La principal justificación para este estudio es que no hay ninguna descripción publicada de este parámetro radiogramétricas en población adulta mexicana.

## Material y métodos

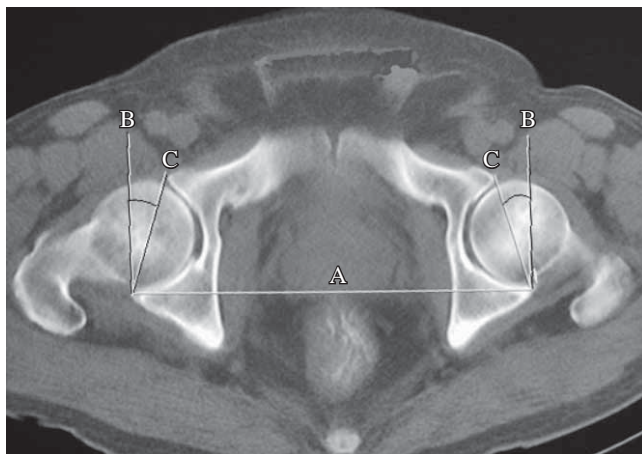
Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo, transversal que incluyó a 118 individuos ortopédicamente sanos que acudieron a la sala de Tomografía Computada del Departamento de Radiología e Imagen del Hospital Ángeles Mocol en la Ciudad de México para someterse a un estudio de tomografía axial computarizada (TAC) por presentar algún problema abdominal o intrapélvico. Las variables estudiadas fueron edad, sexo y ángulo de anteversión acetabular.

El protocolo de estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital. Todos los participantes fueron claramente informados de la naturaleza, alcances y riesgos del estudio. Los que aceptaron el estudio firmaron una carta de consentimiento informado.

Los criterios de inclusión fueron: tener más de 18 años, género indistinto y que aceptaran participar en el estudio. No se incluyeron a aquellos cuyas condiciones físicas o mentales en el momento de la propuesta les impidiera comprender la naturaleza del estudio para aceptarlo o rechazarlo; que tuvieran antecedentes de fracturas, secuelas o datos clínicos de mal funcionamiento en cadera y si eran mujeres que cursaran con embarazo. Se eliminaron a los que por alguna razón no fue posible obtener un estudio que se ajustara a las especificaciones que se enumeran en los métodos. La muestra se seleccionó en forma consecutiva a los voluntarios que cumplieran con los criterios de inclusión.

La exploración se realizó en decúbito supino neutro con un tomógrafo helicoidal multidetector (Modelo GE-2335179-2) obteniendo imágenes directas en cortes axiales desde ambos hemidiafragmas hasta por debajo de la región trocantérica, realizando modulación para tejido óseo y reconstrucción con un filtro de 70S a 6 mm e incrementos de reconstrucción de 3 mm. Posteriormente con las propias herramientas del equipo se obtuvieron los ángulos de anteversión.

La anteversión acetabular se obtuvo empleando el corte transversal que mejor mostrará el perfil más largo de la silueta acetabular. A esta silueta se le trazó una línea en plano coronal que partiendo del borde posterior de la concavidad cotiloidea alcanzara el borde más posterior del acetábulo contra lateral. A esta línea se le denominó «línea base».



**Figura 1.** En esta figura se muestra la «línea base» (A) la «línea de referencia», (B) y la «línea de anteversión», (C) A la apertura del ángulo formado por las líneas B y C corresponden al ángulo de anteversión acetabular.

**Tabla 1. Anteversión acetabular por edad.**

	n	Edad media + DE (Rango)	p
Todos	118	47.7 ± 16.7 (18-85)	-
Hombres	60	50.2 ± 17.1 (19-88)	5
Mujeres	58	44.9 ± 16.4 (18-85)	

Observe que en la muestra hay diferencias estadísticamente significativas en edad. Los hombres fueron en promedio 5.3 años mayores que las mujeres.  
DE = Desviación estándar.

Posteriormente se trazó una segunda línea en plano longitudinal que partiendo del borde posterior del cótilo alcanzará al bode anterior del mismo. A esta línea se llamó «línea de anteversión». Usando las herramientas de medición del equipo se procedió a calcular la apertura del ángulo formado por estas líneas, al que se denominó «ángulo de anteversión acetabular». Se hizo el mismo procedimiento en los dos acetábulos (Figura 1).

El instrumento de recolección de la información fue una ficha que agrupaba las variables radiogramétricas estudiadas, para analizar estadísticamente a las variables se obtuvieron: medidas de tendencia central y de dispersión, la distribución de los valores se evaluó mediante un análisis estadístico descriptivo. La relación entre los parámetros, el lado de las variables y sexo fueron tasados mediante un análisis de varianza multivariado (ANOVA). Los valores de  $p < 0.05$  fueron considerados significativos.

## Resultados

En la *tabla 1* se muestran los resultados en cuanto a edad. Observe que en la muestra hay diferencias estadísticamente significativas en la edad. Los hombres fueron en promedio 5.3 años mayores que las mujeres.

En la *tabla 2* se muestran los datos comparativos en anteversión derecha e izquierda de todo el grupo, de hombres y mujeres. Observe que no hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la anteversión derecha e izquierda en todo el grupo; sin embargo, sí hay diferencias estadísticamente significativas cuando se comparan los hombres y las mujeres tanto en el lado derecho como en el izquierdo.

## Discusión

Las alteraciones en la morfología y morfometría del acetábulo generalmente se han asociado a causas de patología en la cadera. Es de todos conocido que la coxartrosis puede tener una etiología mecánica por alteraciones congénitas, del desarrollo o adquiridas; sin embargo, hay controversias en que las alteraciones en la versión femoroacetabular puedan o no producir coxartrosis ya que hay autores a favor<sup>22-25</sup> y en contra.<sup>26-28</sup>

La mayoría de los cirujanos pensamos que las alteraciones anatómicas sí son causa de artrosis y hay consenso en la literatura<sup>29-31</sup> que enfermedades tales como la displasia con-

www.mediagraphic.org.mx

**Tabla 2. Anteversión acetabular.**

	N	Anteversión der. media + DE (Rango)	Anteversión izq. media + DE (Rango)	p
Todos	118	19.2° ± 4.4° (10°-32°)	18.0° ± 3.9° (10°-30°)	> 0.05
Hombres	60	17.8 ± 4.06 (10-26)	16.8 ± 3.17 (10-24)	< 0.05
Mujeres	58	20.4 ± 5.13 (10-32)	19.3 ± 4.37 (10-30)	

Observe que no hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la anteversión derecha e izquierda en todo el grupo; sin embargo, sí hay diferencias estadísticamente significativas cuando se comparan los hombres y las mujeres tanto en el lado derecho como en el izquierdo.

génita de la cadera, la enfermedad de Legg-Calvé-Perthes y epifisiolisis femoral que cursan con malformaciones femorales y acetabulares son causa de artrosis y que ciertas alteraciones no displásicas como la coxa profunda y la retroversión acetabular, son también causa de artrosis. Esta última alteración había estado oculta hasta que en fecha reciente Ganz y otros la han traído a la luz.<sup>32-34</sup> No obstante lo anterior hay dudas en cuanto tratamos de relacionar a las alteraciones acetabulares aisladas como causa directa o indirecta de coxartrosis, ya que hay muy pocos autores que han estudiado este tema.<sup>35</sup>

Se han hecho múltiples estudios para medir la orientación del acetábulo<sup>24,36-44</sup> que incluyen radiologías simples y tomografía axial en 2 o 3 dimensiones.

La radiología simple nos puede ayudar a medir la anteversión acetabular, sin embargo tiene escasa precisión y exactitud. Tönnis<sup>45</sup> describió un método que nos puede ayudar a disminuir este problema.

Este autor menciona que en una radiografía simple antero-posterior una versión normal debe medir 1.5 cm entre los márgenes anterior y posterior del acetábulo. Cualquier distancia mayor o menor debe considerarse como anormal. Una disminución en esta distancia sugiere una disminución de anteversión acetabular (*Figura 2-A*), mientras que un aumento sugiere un aumento de la versión acetabular (*Figura 2-B*).

La retroversión acetabular está presente cuando el margen posterior termina en una posición más medial que el margen anterior, en relación con el aspecto superior del borde acetabular (*Figura 2-C*). Los signos del lazo y la medialización de la pared posterior también indican alteraciones de retroversión acetabular (*Figura 2-C*). Debe tenerse cuidado al efectuar estas estimaciones ya que la inclinación anterior de la pelvis reduce la anteversión, mientras que la inclinación posterior la incrementa; así mismo, la rotación lateral de la pelvis disminuye la anteversión acetabular en el lado ipsilateral.<sup>30,46-47</sup>

Como ya hemos mencionado la radiología simple es un método muy inexacto para tener la validez necesaria para

tomar decisiones clínicas (ya que depende de un muy buen posicionamiento del paciente y del grado de inclinación acetabular), por lo que se considera a la tomografía axial computarizada como estándar de oro para medir la versión acetabular.

Los resultados clínicos de la anteversión de la cadera involucran a los dos componentes de la articulación: el acetábulo y el fémur, por lo que es necesario hacer una evaluación simultánea de anteversión de ambos componentes. En la presente comunicación sólo se estudia la anteversión acetabular.

Hoy por hoy se considera a los análisis tomográficos axiales como el estándar de oro para tales evaluaciones y con esta tecnología se pueden obtener imágenes de suma-ción compuesta del acetábulo y cuello femoral.<sup>48,49</sup>

Para tasar el grado de afectación del par articular Tönnis y Heinecke<sup>50</sup> partieron del supuesto de que el rango normal de anteversión femoral y acetabular es de 15 a 20 grados (grado 1) y propusieron una clasificación para lo mismo (*Tabla 3*). De la misma manera McKibbin<sup>51</sup> propuso un índice que gradúa la inestabilidad articular. Este autor basó sus resultados en el supuesto que los efectos de la anteversión femoral y acetabular pueden ser aditivos y compensarse entre sí. Este índice se calcula sumando los ángulos de anteversión femoral y acetabular, agrupándolos por rangos y otorgándoles una calificación. Por ejemplo, un índice de -3 (menos de 20°) representa un índice de inestabilidad baja

**Tabla 3. Grados de anteversión acetabular y femoral según Tönnis.<sup>50</sup>**

Grado	Rango en grados	Descripción
-3	< 10	Disminución severa
-2	10 a 14	Disminución moderada
1	15 a 20	Normal
+2	21 a 25	Incremento moderado
+3	> 25	Incremento severo

Tönnis D, Heinecke A: *JBJS Am* 1999; 81: 1747-70.



**Figura 2.** Los márgenes acetabulares anterior y posterior normalmente se encuentran separados aproximadamente 1.5 centímetros medidos a partir de una línea que parte del centro de la cabeza femoral y se dirige al centro del borde anterior del acetabular. La figura 2-A muestra un acetábulo anteverso, la figura 2-B muestra un acetábulo neutro y la figura 2-C un acetábulo en retroversión.



y un índice de +3 (más de 50°) representa una gran inestabilidad (Tabla 4).

La versión acetabular medida en estudios de tomografía computarizada, se define como el ángulo formado entre las líneas base, de referencia y de anteversión<sup>38</sup> (Figura 1).

Como en toda medición radiográfica el correcto posicionamiento del paciente también es de importancia. Viser<sup>52,53</sup> y otros<sup>54,55</sup> encontraron que en la tomografía axial y en la radiología simple una inclinación anterior de la pelvis reduce la anteversión acetabular, mientras que la inclinación posterior la aumenta.

La posición neutra correcta de la pelvis se obtiene colocando al paciente en decúbito ventral con las crestas ilíacas anteriores y la sínfisis púbica descansando sobre la mesa (plano anterior de la pelvis paralela a la mesa radiológica). Se recomienda colocar un cojín debajo los tobillos y mantener los pies paralelos entre sí.

Los estudios y observaciones antes mencionados justifican nuestro interés en conocer más acerca de las características morfométricas del acetábulo y por esta causa consideramos pertinente estudiar este parámetro ya que no hay antecedentes de haberlo hecho en población mexicana.

En nuestro estudio las mediciones las hicimos con el paciente en decúbito dorsal ya que los estudios se hicieron para investigar problemas intraabdominales o intrapélvicos, por lo que la inclinación en el plano anteroposterior de la pelvis no fue controlada. Lo anterior debe tenerse en cuenta ya que constituye un sesgo en la exactitud de las mediciones

efectuadas por nosotros. Sin embargo, cuando analizamos a los pacientes del estudio tomamos en consideración varias posibles fuentes de error que pudieran afectar la exactitud del mismo. Para evitar al máximo los errores en la medición tuvimos cuidado en revisar que la pelvis se encontrara exactamente a la misma altura en ambos lados ya que con frecuencia esto no es posible.

Una parte crítica fue la determinación del sitio donde se deben trazar las líneas de referencia para efectuar las mediciones. Tomamos en cuenta que el rastreador del tomógrafo se mueve de arriba hacia abajo desde el techo acetabular lo que hace que las imágenes parezcan más retroversas y a medida que desciende el rastreador el acetábulo aparenta estar más anteverso. Para evitar estos errores hicimos las mediciones en la imagen que muestra el diámetro más grande de la cabeza femoral y se consideró que en un acetábulo anormal la medición tiene valor únicamente en el sitio donde la cabeza femoral es totalmente congruente con el cótilo, tanto posterior como anteriormente. Este nivel se eligió para la medición.

Nuestro estudio analizó 118 personas adultas, ortopédicamente sanas, 60 hombres y 58 mujeres con edad promedio de casi 48 años [ $47.7 \pm 16.7$  (18 a 85)] La anteversión acumulada de todo el grupo fue de  $18.6^\circ \pm 4.1^\circ$ . La anteversión en hombres fue de  $17.3^\circ \pm 3.5^\circ$  (10° - 25°) y de las mujeres fue de  $19.8^\circ \pm 4.7^\circ$  (10° - 31°). No hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en cuanto a la anteversión derecha e izquierda en todo el grupo; sin embargo, sí hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.005$ ) cuando se comparan los hombres y mujeres tanto en el lado derecho como en el izquierdo.

Nos dimos a la tarea de contrastar nuestras mediciones (Tabla 5) con los resultados obtenidos por otros autores que también hicieron las mediciones con TAC (7 comunicaciones). El promedio general de este ejercicio es que la anteversión promedio de todos estos estudios es de  $18.6^\circ$ , en todas las comunicaciones se observó que la anteversión es mayor en mujeres (promedio =  $20.3^\circ$ ) que en hombres (promedio =  $18^\circ$ ). En nuestro estudio obtuvimos resultados similares

**Tabla 4. Grados de inestabilidad (Índice de McKibbin<sup>51</sup>).**

Grado	Índice de inestabilidad
-3	> 20
-2	20 a < 30
1	30 a 40
+2	>40 a 50
+3	> 50

McKibbin B: *JBJS* 1970; 52-B(1): 148-59.

**Tabla 5. Anteversión acetabular medida con TAC Axial 2D por diferentes autores.**

Autor	n Total	n Masc	n Fem	Método de medición	Anteversión ambos sexos	Av masc	Av fem
Tallroth <sup>56</sup>	70	35	35	TC axial 2-D	$21^\circ \pm 7^\circ$ (4°-37°)	$17^\circ \pm 6^\circ$ (4°-30°)	$23^\circ \pm 7^\circ$ (10°-37°)
Reikeras <sup>24</sup>	47	21	26	C axial 2-D	$17.0^\circ \pm 6^\circ$	ND	ND
Anda <sup>55</sup>	41	ND	ND	TC axial 2-D	ND	$19^\circ \pm 4.5^\circ$	$22^\circ \pm 5.1^\circ$
Saikia <sup>1</sup>	92	52	36	TC axial 2-D	$18.2^\circ \pm 5.6^\circ$ (8° - 40°)	$18.0^\circ \pm 6.1^\circ$	$18.4^\circ \pm 6.2^\circ$
Stem <sup>58</sup>	100	42	58	TC axial 2-D	$23.0^\circ \pm 5^\circ$ (12° - 39°)	$22^\circ \pm 6^\circ$ (12° -39°)	$24^\circ \pm 5^\circ$ (16° -34°)
Kim <sup>59</sup>	27	ND	ND	TC axial 2-D	$18.1^\circ$ (8° - 32°)	ND	ND
Baharuddin <sup>60</sup>	120	ND	ND	TC axial 2-D	$14.9^\circ \pm 5.0^\circ$ (4°-26.2°)	$14.8^\circ \pm 6.3^\circ$ (4.1° - 24.6°)	$15.1^\circ \pm 4.6^\circ$ (6.2°-24.4°)
Presente estudio	119	62	57	TC axial 2-D	$18.6^\circ \pm 4.1^\circ$	$17.3 \pm 3.5$ (10-25)	$19.8 \pm 4.7$ (10-31)
Promedio general					$18.6^\circ$	18.0	20.3

al promedio general; ambos sexos:  $18.6^\circ \pm 4.1^\circ$ , hombres:  $18.0^\circ$  y mujeres  $20.3^\circ$ . Debe llamar la atención que los rangos de anteversión en todos los estudios (incluyendo el nuestro) son muy amplios por lo que es imprescindible considerar este dato en la planificación quirúrgica acetabular.

## Conclusiones

Aunque el promedio general de anteversión es casi de  $20^\circ$ , hay grandes variaciones en los rangos de una población ortopédicamente sana. La anteversión es mayor en mujeres que en hombres y cuando se contrastan nuestros resultados con los publicados por otros autores, el promedio de la inmensa mayoría de las mediciones sobrepasa los  $15^\circ$ . Este último dato nos debe hacer reflexionar en abandonar el paradigma de colocar las copas protésicas acetabulares con anteversión de  $15^\circ$  y efectuar acuciosas evaluaciones de este parámetro. Y no olvidar que pueden existir errores de medición derivados de un mal posicionamiento y/o las variaciones que ocasiona la inclinación anterior de la pelvis durante la toma de los estudios.

## Bibliografía

- Saikia KC, Bhuyan SK, Rongphar R: Anthropometric study of the hip joint in northeastern region population with computed tomography scan. *Indian J Orthop* 2008; 42(3): 260-6.
- Skirving AP: The center-edge angle of Wiberg in Adult Africans and Caucasians: A radiographic comparison. *J Bone Joint Surg* 1981; 63-B(4): 567-8.
- Gómez GF: Antropomorfometría endóstica del fémur proximal en población Mexicana. *Rev Mex Ortop y Traumat* 1995; 9(2): 59-70.
- Urabe K, Mahoney OM, Mabuchi K, Itoman M: Morphologic differences of the distal femur between Caucasian and Japanese women. *J Orthop Surg* 2008; 16(3): 312-5.
- Rahmani A, Locatelli E, Lacour JR: Differences in morphology and force/velocity relationship between Senegalese and Italian sprinters. *Eur J Appl Physiol* 2004; 91(Issue 4): 399-405.
- Morrison LB: A study of the hip joint stand point of the roengenologist. *Ann J Roentgen* 1932; 28: 484.
- Wiberg G: Studies on dysplastic acetabulum and congenital subluxation of the hip joint with special reference to the complication of osteoarthritis. *Acta Chir Scand Suppl* 1939; 58: 5-135.
- Laurenson RD: The acetabular index. *J Bone Joint Surg* 1959; 41-B: 702.
- Sharp J: Acetabular Dysplasia. *J Bone Joint Surg* 1961; 43-B: 268.
- Peón VH, Vargas PO: El índice acetabular real y aparente en la LCC. *Anales de Ortop Traumat México* 1970; 5: 39.
- Fernández HE: El centrado concéntrico de la cadera normal y reducción concéntrica en la cadera luxada. Estudio radiológico para su determinación y aplicación clínica. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1978; 35: 159.
- Sierra RL, Fernández HE: *En luxación congénita de la cadera. Diagnóstico radiológico, control del tratamiento y la evolución*. Ed. Limusa; 1992; 7: 71-100.
- Ambuster TG, Guerra J Jr., Resnick D et al. The adult hip. An anatomic Study. Part 1: The bony landmarks. *Radiology* 1978; 128(1): 1-10.
- Hubbard MJS: The measurement of progresion in protrusio acetabuli. *Am J Roentgenol Ther Nucl Med* 1969; 506-8.
- Anda S, Terjesen T, Avistad KA, Svenningsen S: Acetabular angles and femoral anteversion in dysplastic hips in adults. CT investigation. *J Comput Assist Radiol* 1991; 20: 267-71.
- Delaunay S, Dussault RG, Kaplan PA, Alford BA: Radiogrametric Measurements of dysplastic adult hips. *Skeletal Radiol* 1996; 26: 75-81.
- Lequesne M, de Seze S: Le faux-profil du bassin. *Rev Rhum* 1961; 28: 643-52.
- Lequesne M: Coxometrie. Mesure des angles fondamentaux de la hanche radiographique de l'adulte par un rapporteur combine. *Rev Rhum* 1963; 30: 479-85.
- Keats TE, Teeslink R, Diamond AE, Williams JH: Normal axial relation-hips of the mayor joints. *Radiology* 1966; 87: 904-7.
- Keats TE, Sistrom Ch: Pelvis y caderas en Atlas de mediciones radiológicas. Edit. Elsevier Science, Séptima Edición. *Traducida del Atlas of Radiologic Measurement* 2002: 211-43.
- Gómez GF: Características radiogramétricas del acetábulo en población adulta sana en México. Trabajo libre (Tercer lugar); presentado en el XXVIII Congreso Nacional de Ortopedia de la Sociedad Mexicana de Ortopedia. México, D.F. Mayo de 2006.
- Giunti A, Moroni A, Olmi R, Rimondi E, Soldati D, Vicenzi G: The importance of the angle of anteversion in the development of arthritis of the hip. *Italian J Orthop and Traumat* 1985; 11: 23-7.
- Reikeras O, Hoiseth A: Femoral neck angles in osteoarthritis of the hip. *Acta Orthop Scandinavica* 1982; 53: 781-4.
- Reikeras O, Bjerkreim I, Kolbenstvedt A: Anteversion of the acetabulum and femoral neck in normals and in patients with osteoarthritis of the hip. *Acta Orthop Scandinavica* 1983; 54: 18-23.
- Terjesen T, Benum P, Anda S, Svenningsen S: Increased femoral anteversion and osteoarthritis of the hip. *Acta Orthop Scandinavica* 1982; 53: 571-5.
- Hubbard DD, Staheli LT, Chew DE, Mosca VS: Medial femoral torsion and osteoarthritis. *J Pediat Orthop* 1988; 8: 540-2.
- Kitaoka HB, Weiner DS, Cook AJ, Hoyt WA Jr, Askew MJ: Relationship between femoral anteversion and osteoarthritis of the hip. *J Pediat Orthop* 1989; 9: 396-404.
- Swanson AB, Greene PW Jr, Allis HD: Rotational deformities of the lower extremity in children and their clinical significance. *Clin Orthop* 1963; 27: 157-75.
- Ganz R, Leunig M, Leunig-Ganz K, Harris WH: The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466(2): 264-72.
- Siebenrock KA, Schoeniger R, Ganz R: Anterior femoro-acetabular impingement due to acetabular retroversion. Treatment with periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85: 278-86.
- Reynolds D, Lucas J, Klaue K: Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br* 1999; 81: 281-8.
- Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA: Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 417: 112-20.
- Beck M, Kallhor M, Leunig M, Ganz R: Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87: 1012-8.
- Beck M, Leunig M, Parvizi J, Boutier V, Wyss D, Ganz R: Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 418: 67-73.
- Menke W, Schmitz B, Schild H, Köper C: Transversale skelettachsen der unteren extremität bei coxarthrose. *Zeitschr Orthop* 1991; 129: 255-9.
- Abel MF, Sutherland DH, Wenger DR, Mubarak SJ: Evaluation of CT scans and 3-D reformatted images for quantitative assessment of the hip. *J Pediat Orthop* 1994; 14: 48-53.
- Browning WH, Rosenkrantz H, Tarquinio T: Computed tomography in congenital hip dislocation. The role of acetabular anteversion. *J Bone Joint Surg* 1982; 64-A: 27-31.
- Conway WF, Totty WG, McEnery KW: CT and MR imaging of the hip. *Radiology* 1996; 198: 297-307.
- Jacquemier M, Jouve JL, Bollini G, Panuel M, Migliani R: Acetabular anteversion in children. *J Pediat Orthop* 1992; 12: 373-5.
- Murphy SB, Simon SR, Kijewski PK, Wilkinson RH, Griscom NT: Femoral anteversion. *J Bone Joint Surg* 1987; 69-A: 1169-76.
- Murray DW: The definition and measurement of acetabular orientation. *J Bone Joint Surg* 1993; 75-B(2): 228-32.
- Terver S, Dillingham M, Parker B, Bjorke A, Bleck E, Levai JP, Teinturier P, Viallet JF: Etude de l'orientation réelle du cotyle grace au tomodensitometre axial ou scanner. Premiers resultats. *J Radiol* 1982; 63: 167-73.

43. Weiner LS, Kelley MA, Ulin RI, Wallach D: Development of the acetabulum and hip: computed tomography analysis of the axial plane. *J Pediat Orthop* 1993; 13: 421-5.
44. Wilkinson JA: A post-natal survey for congenital displacement of the hip. *J Bone Joint Surg* 1972; 54-B(1): 40-9.
45. Tönnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81: 1747-70.
46. Myers SR, Eijer H, Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement after periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 363: 93-9.
47. Siebenrock KA, Wahab KH, Werlen S, Kalhor M, Leunig M, Ganz R: Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impingement. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 418: 54-60.
48. Visser JD, Jonkers A: A method for calculating acetabular anteversion, femur anteversion and the instability index of the hip joint. *Netherlands J Surg* 1980; 32: 146-9.
49. Visser JD, Jonkers A, Hillen B: Hip joint measurements with computerized tomography. *J Pediat Orthop* 1982; 2: 143-6.
50. Tönnis D, Heinecke A. Current concepts review - acetabular and femoral anteversion: Relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81: 1747-70.
51. McKibbin B: Anatomical factors in the stability of the hip joint in the newborn. *J Bone Joint Surg* 1970; 52-B(1): 148-59.
52. Visser JD, Jonkers A: A method for calculating acetabular anteversion, femur anteversion and the instability index of the hip joint. *Netherlands J Surg* 1980; 32: 146-9.
53. Visser JD, Jonkers A, Hillen B: Hip joint measurements with computerized tomography. *J Pediat Orthop* 1982; 2: 143-6.
54. Abel MF, Sutherland DH, Wenger DR, Mubarak SJ: Evaluation of CT scans and 3-D reformatted images for quantitative assessment of the hip. *J Pediat Orthop* 1994; 14: 48-53.
55. Anda S, Svenningsen S, Grontvedt T, Benum P: Pelvic inclination and spatial orientation of the acetabulum. A radiographic, computed tomographic and clinical investigation. *Acta Radiol* 1990; 31: 389-94.
56. Tallroth K, Lepistö J. Computed tomography measurement of acetabular dimensions: Normal values for correction of dysplasia. *Acta Orthopaedica* 2006; 77(4): 598-602.
57. Anda S, Svenningsen S, Dale L G, Benum P. The acetabular sector angle of the adult hip determined by computed tomography. *Acta Radiol Diagn* 1986; 27: 443-7.
58. Stem ES, O'Connor MI, Kransdorf MJ, Crook J. Computed tomography analysis of acetabular anteversion and abduction. *Skeletal Radiol* 2006; 35: 385-9.
59. Kim SS, Frick SL, Wenger DR. Anteversion of the acetabulum in developmental dysplasia of the hip: analysis with computed tomography. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 1999; 19(4): 438-42.
60. Baharuddin MY, Zulkifly AH, Kadir MRA, Saat A, Aziz AA, Lee MH. Morphometric study of the acetabulum in Malay population normal hips and its clinical applications. *J Med Sci* 2011; 11: 213-9.