

INVESTIGACIÓN

Anteversión del componente acetabular

Evaluación de dos métodos radiológicos actuales de medición. Estudio in vitro

FEDERICO J. BURGO, DIEGO E. MENGELLE y CARLOS MARÍA AUTORINO

*Hospital Universitario Austral, Servicio de Ortopedia y Traumatología
Sector Cirugía Reconstructiva del Miembro Inferior. Sector Cadera*

RESUMEN

Introducción: En los últimos años se han publicado dos técnicas de medición de la anteversión acetabular mediante radiografías simples. No se han encontrado estudios que validen en forma comparativa la confiabilidad de estos métodos. El objetivo de este estudio consistió en comparar la precisión y la confiabilidad de dos técnicas de medición de la anteversión mediante radiografías simples de un modelo in vitro.

Materiales y métodos: Se utilizó un modelo in vitro a partir de una pelvis plástica de la cual se tomaron radiografías en cinco posiciones diferentes de anteversión utilizando un mismo ángulo de inclinación.

Se evaluaron los métodos descritos por Widmer y por Pradhan.

La anteversión radiológica fue medida por 10 observadores con las dos técnicas para cada orientación.

Se evaluaron la reproducibilidad interobservador, el acuerdo entre los métodos y la precisión de las mediciones.

Resultados: Ambos métodos mostraron un alto nivel de reproducibilidad interpersonal.

En el método de Widmer se observó un patrón sistemático de mediciones superiores a la real.

En la comparación con el método de referencia (*gold standard*), el método de Pradhan fue más preciso.

Conclusiones: Con ambos métodos se observó una tendencia a las mediciones superiores a la real. Si bien la correlación entre ambos fue buena $-0,96$ ($p < 0,01$)— el método de Widmer demostró ser menos confiable. Para la evaluación de una posición acetabular anómala el método

de Pradhan es más preciso. Para establecer la migración de un componente probablemente no lo sea y la anteversión planar deberá ser sólo parte de la información global requerida para la toma de decisiones.

PALABRAS CLAVE: Radiografías simples. Anteversión. Medición. Precisión. Confiabilidad.

ACETABULAR COMPONENT ANTEVERSION. ASSESSMENT OF TWO RADIOLOGICAL MEASURING METHODS. IN VITRO STUDY

ABSTRACT

Background: In late years two techniques have been published to measure acetabular anteversion using simple radiographs. To our knowledge, no reports have compared their accuracy. The goal of this study was to determine these techniques' accuracy and reliability using simple radiographs of an in-vitro model.

Methods: An in-vitro model was used based on a plastic pelvis from which x-rays were taken in 5 different anteversion positions with the same inclination angle.

The methods described by Pradhan and Widmer were evaluated.

For each different orientation, radiological anteversion was measured with both techniques by 10 observers.

We assessed inter-observer reliability, methods' agreement, and measurements' accuracy.

Results: The results showed that both methods have high inter-observer reproducibility.

Using the Widmer method, the measurements obtained were systematically higher than the real size.

As regards the comparison with the gold standard, the Pradhan technique was more accurate.

Conclusions: Both techniques exhibited a tendency to larger measurements than real ones. Although the correlation between methods is acceptable, $0,96$ ($p < 0,01$), the Wid-

Recibido el 27-4-2008. Aceptado luego de la evaluación el 5-1-2009.

Correspondencia:

Dr. FEDERICO J. BURGO
burgof@hotmail.com

mer technique is less reliable. The Pradhan method is more reliable to assess acetabular malpositioning, although for component migration, neither Pradhan nor Widmer techniques are useful. Planar anteversion should be just part of the information required for decision making.

KEY WORDS: Simple radiographs. Anteversion. Measurement. Accurate. Reliability.

La orientación de un componente acetabular incide en forma directa en el riesgo de luxación, el grado de desgaste y la amplitud de movimiento.^{2,7,9} Se la define a través de los ángulos de inclinación y anteversión, y puede obtenerse mediante tres sistemas diferentes: quirúrgico,^{11,18} radiológico^{11,18} y anatómico.^{1,11,18}

Durante el acto quirúrgico, la anteversión y la inclinación se establecen por medio de guías de posición acetabular y, de esta forma, se define la anteversión quirúrgica.^{1, 5, 6,11}

La anteversión radiológica o planar se determina en el posoperatorio mediante radiografías simples.^{1,11,16}

La anteversión anatómica se describió como la verdadera anteversión o anteversión tridimensional.^{1,11}

Como determinar la posición exacta de un componente acetabular con radiografías simples es difícil, se diseñaron numerosas técnicas de medición utilizando complejas fórmulas aritméticas.^{1,3,4,6,8,13-15,18}

Se han publicado métodos de mayor precisión que utilizan tomografía computarizada y tecnología digital.¹⁰

No obstante, la radiografía simple, por ser una herramienta diagnóstica de bajo costo, es accesible a cualquier centro ortopédico y continúa siendo el método más utilizado en la evaluación y el seguimiento en el caso de un reemplazo total de cadera.

La técnica de medición radiológica ideal será aquella que sea confiable, reproducible y de práctica veloz. En los últimos cinco años se han publicado dos técnicas de medición para las que sólo se requieren radiografías simples, una calculadora científica y una regla milimetrada.^{13,16} No se encontraron trabajos publicados que validen en forma comparativa la confiabilidad de estos métodos.^{4,6,8,14,15,18}

El objetivo de este estudio es comparar la precisión y la confiabilidad de estas dos técnicas de medición de anteversión utilizando radiografías simples de un modelo in vitro.

Materiales y métodos

Para la medición real de los ángulos se utilizó un modelo in vitro descrito por Pradhan.¹³

Se colocó una pelvis plástica en forma anatómica sobre una mesa radiolúcida con las espinas ilíacas anterosuperiores y la sínfisis pubiana en el mismo plano horizontal. Se confeccionó un dispositivo utilizando un transportador de 360° con una varilla roscada fijada a él en forma coaxial y un señalador montado sobre un soporte de madera anclado al suelo. El otro extremo de la varilla roscada se adosó sobre el diámetro transversal del cotilo protésico. La línea de 0° del transportador se orientó perpendicular al piso, paralela al eje longitudinal de dicho cotilo. Se calibró el señalador fijo con el transportador a 0°. Se utilizó un cotilo 50 con su correspondiente inserto plástico y un tallo femoral con cabeza de 22 (Fig. 1). Se tomaron radiografías de la cadera en cinco posiciones diferentes de anteversión acetabular, utilizando para todas un mismo ángulo de inclinación (Fig. 2).

El ángulo de inclinación elegido fue de 50° y se midió en forma directa con escuadra y transportador, en relación con una guía interespinosa.

Las posiciones de anteversión se eligieron considerando el rango de anteversión máxima segura publicada en la bibliografía. Las cinco posiciones fueron 10°, 15°, 20°, 25° y 30°.



Figura 1. Modelo de pelvis in vitro.

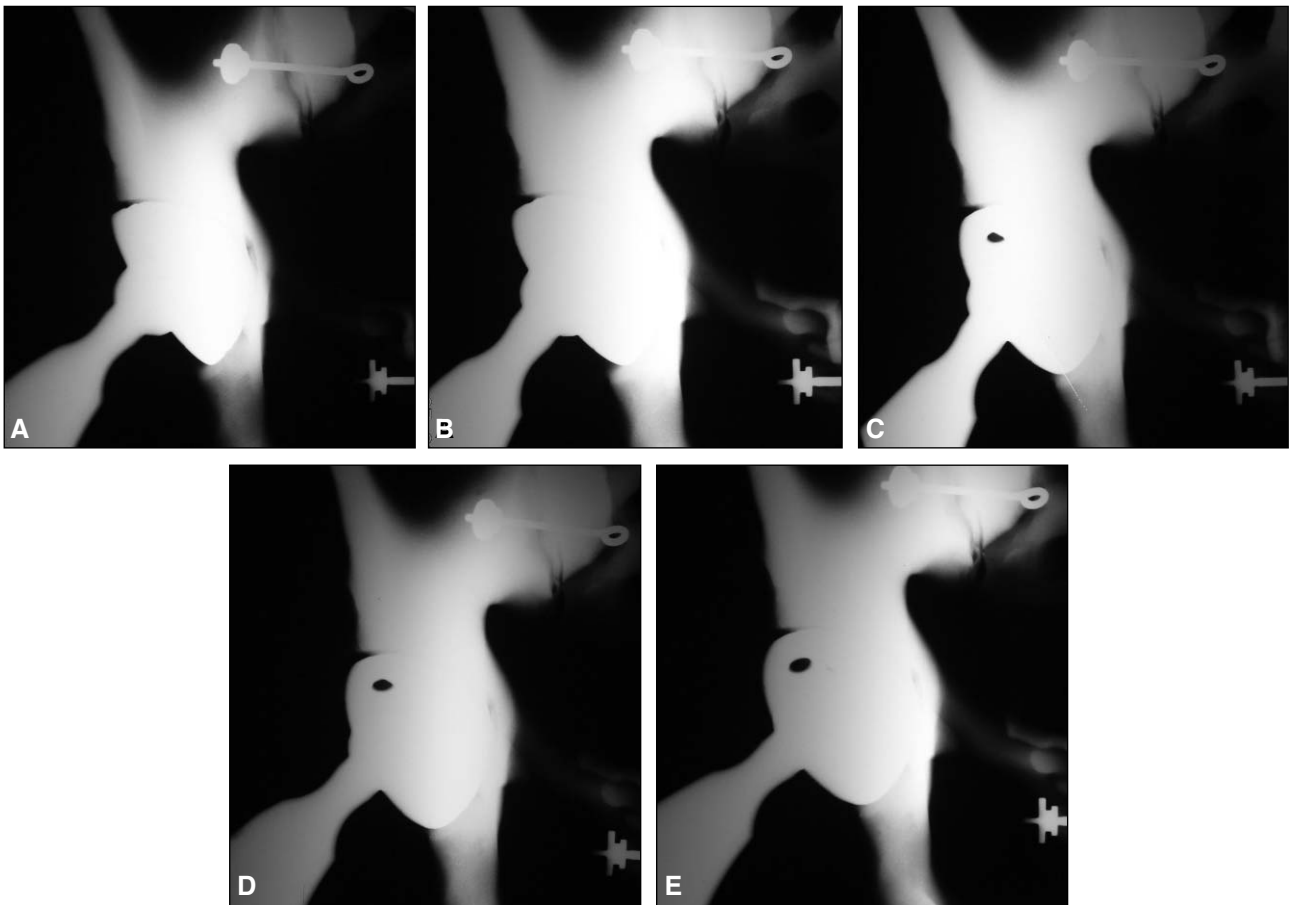


Figura 2. Radiografías del modelo in vitro en cinco posiciones diferentes de anteversión acetabular.

Todas las radiografías se tomaron con el foco a una distancia de 110 cm del objetivo.

Se evaluaron los métodos de medición de anteversión descritos por Widmer y por Pradhan.^{13,16}

En el método de Widmer, se estableció una correlación lineal entre el ángulo de anteversión obtenido según Murray y el cociente eje menor de la elipse sobre la distancia total de la copa proyectada en el eje menor (e/DT) (Fig. 2).^{11,16} De acuerdo con esta correlación lineal, ambos, el ángulo de anteversión y el cociente e/DT , fueron tabulados en una tabla publicada por el propio Widmer.¹⁶

Para este método se utiliza una radiografía de frente centrada en la cadera, se mide en milímetros el e y la DT , y se obtiene el cociente e/DT (Fig. 3). Luego, utilizando la tabla tabulada, se obtiene el ángulo de anteversión planar.

El método de Pradhan se basa en la geometría elemental del círculo y del triángulo, que deriva en una fórmula que requiere una calculadora científica. Se utiliza una radiografía de frente de cadera centrada en esta. Primero, se obtiene la distancia del eje mayor de la elipse (E) y se marca un punto a un quinto de esa distancia. Se mide la distancia perpendicular al eje mayor desde este punto hasta el arco (p).

Con una calculadora científica, se realiza la operación $p/0.4E$. Manteniendo este resultado en la pantalla, se aplica la función inversa del seno y se obtiene el ángulo de anteversión planar (Fig. 4).

La anteversión radiológica fue medida por 10 médicos especialistas en ortopedia y traumatología con las dos técnicas mencionadas, para cada una de las cinco orientaciones preestablecidas. Para evaluar la reproducibilidad interobservador de cada método, se utilizó el coeficiente de correlación intraclass y su correspondiente intervalo de confianza del 95%. Para determinar el acuerdo entre los dos métodos de medición se realizó una correlación de Spearman y con el objeto de evaluar la precisión de las mediciones, se aplicó el método de Blant y Altman.

Se estableció la comparación de los dos métodos con la medición real o anatómica utilizando la prueba de la t de Student.

Resultados

En la tabla 1 se observan los resultados de las mediciones de los dos métodos obtenidos por los 10 cirujanos ortopédicos comparados con sus respectivos valores de referencia de anteversión real.

Reproducibilidad interpersonal

- **Método de Pradhan:** el coeficiente de correlación intraclass es de 0,962, con un intervalo de confianza de 0,892 a 0,995.

- **Método de Widmer:** el coeficiente de correlación es de 0,961, con un intervalo de confianza de 0,887 a 0,995.

Acuerdo entre los dos métodos

El coeficiente de correlación entre el método de Pradhan y el de Widmer es de 0,96 ($p < 0,01$) (Fig. 5). La diferencia media es de $-1,28$. El intervalo de confianza para el acuerdo del método de Pradhan es de $-1,78$ a $-0,77$, y el del método de Widmer, $-4,858$ a $2,298$ (Fig. 6).

Comparación con el método de referencia. Prueba de la *t* de Student

Se observa en las tablas 2 y 3 el promedio de todas las mediciones para un valor preestablecido de cada método por separado, tomado con su respectivo intervalo de confianza del 95%, y la prueba de la *t* correspondiente.

Por ejemplo, para la anteversión real de 10° el promedio con el método de Pradhan es $10,85 \pm 1,2267$ (p no significativa) y con el método de Widmer, de $12,38, \pm 2,1734$ (p no significativa).

Discusión

Ambos métodos mostraron un alto nivel de reproducibilidad interpersonal. En la comparación con la anteversión real, el método de Pradhan fue más preciso. En el método de Widmer, se observó un patrón sistemático de mediciones superiores a la real debido probablemente a la dificultad encontrada en identificar el ápex de la elipse y a la imprecisión (surgida de completar en forma manual la elipse) para identificar el eje mayor de la copa.

En este método, la absorción de rayos X por parte de la esfera protésica metálica esconde parte de la elipse. Así, esta debe ser completada manualmente por el operador, lo cual incide en forma negativa en la precisión del método.

Como se dijo, en ambos métodos se observó una tendencia a las mediciones superiores a la real debido probablemente a la dificultad para identificar el ápex de la elipse. Esto fue sobre todo evidente en los ángulos de anteversión intermedios, 15° , donde el ápex no es muy redondeado ni muy agudo y su localización se torna más imprecisa.

Si bien la correlación entre ambos es buena $-0,96$ ($p < 0,01$)— se observa que cuando el método de Widmer da valores inferiores a la diferencia media entre ambos lo hace por una diferencia de casi cinco grados. Esta característica le resta confiabilidad al método.

La posición de un componente acetabular es un factor esencial en la duración de una prótesis total de cadera. La aplicabilidad de una técnica de medición de anteversión radiológica reside en su capacidad de utilizarla en el seguimiento clínico-radiológico de rutina en los pacientes que recibieron una artroplastia de cadera, identificando la migración de los componentes y estableciendo correlaciones entre su posición, las inestabilidades protésicas y el desgaste de los materiales.^{1,2,12,13,16,17} Para este objetivo, además de la precisión y la reproducibilidad, la rapidez con que se practica es una característica que debe ser inherente a la técnica elegida. De la revisión bibliográfica de los métodos de medición de anteversión planar descritos, concluimos que los propuestos por Widmer y por Pradhan son los que utilizan cálculos matemáticos más



Figura 3. Método de Widmer.



Figura 4. Método de Pradhan.

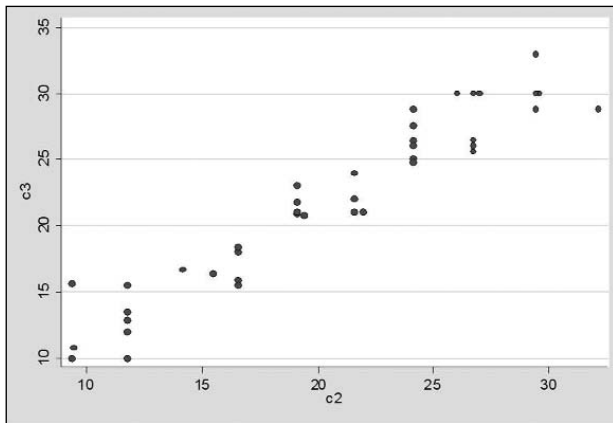


Figura 5. Acuerdo entre los dos métodos (Spearman).

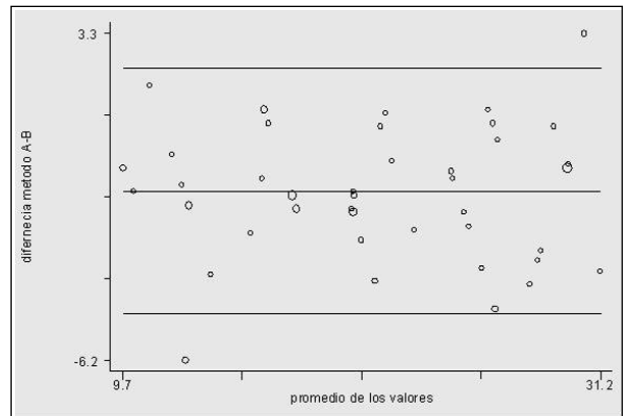


Figura 6. Intervalo de confianza para el acuerdo (método de Bland y Altman).

simples y menos elementos técnicos para la consecución del objetivo.^{1,3,4,6,8,13,14-16,18}

En este caso, el promedio de velocidad con que se llevaron a cabo ambas mediciones parece aceptable y no existió diferencia significativa en los tiempos evaluados.

Tabla 1. Resultados obtenidos para ambos métodos

10	15	20	25	30
11,8	14,2	21,6	26,7	32,1 P
11,8	16,6	22	24,1	27 R
9,5	16,6	19,1	21,6	26 A
12	16,6	24	26,7	29,4 D
11,8	16,6	21,6	26,7	29,5 H
11,8	16,6	19,1	26,7	29,4 A
11,8	17	22	24,1	29,4 N
11,8	16,6	19,1	24,1	29,4
9,4	16,6	19,1	24,1	29,4
11,8	16,6	19,1	24,1	26,7
12	16,7	22	28,8	28,8 W
12,9	15,9	21	26,4	30 I
10,8	21,8	20,9	24	30 D
18	18	22	26	33 M
13,5	15,5	21	26,5	30 E
13,5	18,4	21,8	25,6	30 R
16	20,7	21	27,6	28,8
11,5	18	21	25	27
12,6	18	21	24,8	26,4
13,5	18,4	23	26	30

Ninguna de las dos fórmulas diferencia anteversión de retroversión. Para esto, utilizamos el método descrito por Ackland.¹ Se toma una segunda placa radiográfica con foco dirigido 10° hacia caudal. Si la copa está anteversa, la elipse se cerrará, si está retroversa, se abrirá.

Otra limitación común a ambos métodos, y que los resultados de este trabajo no han considerado, es que cualquier rotación de la pelvis en su eje longitudinal o transversal determinará una proyección oblicua, que afectará la

Tabla 2. Resultados: método de Pradhan. Promedio de mediciones, con la prueba de la t de Student respectiva

**Ángulo promedio de mediciones.
Prueba de la t de Student real**

10	10,85	± 1,226	p = NS
15	16,25	± 0,798	p = NS
20	19,95	± 1,241	p = NS
25	24,63	± 1,623	p = NS
30	28,83	± 1,784	p = NS

NS: no significativa.

Tabla 3. Resultados: método de Widmer. Promedio de mediciones, con su prueba de la t de Student respectiva

**Ángulo promedio de mediciones.
Prueba de la t de Student real**

10	12,38	± -2,173	p = NS
15	17,08	± -1,202	p = 0,025
20	21,32	± -0,726	p = 0,025
25	26,07	± -1,388	p = NS
30	30,06	± -1,147	p = NS

p = NS (p= no significativa)

verdadera medición y lectura de la anteversión planar.^{1,13,16}

La estadística permite interpretar los valores medidos, pero no puede definir si la precisión de este método es aceptable en la práctica diaria. Ninguno de estos métodos ha probado ser eficaz si se requiere una medición exacta de la anteversión acetabular. Esto obedece a dos factores: a) la medición de una imagen en dos dimensiones que se realiza sobre una placa radiográfica de un componente

orientado en tres dimensiones y b) la medición manual de distancias con límites poco definidos, que es dependiente del operador.^{1,16}

Para la evaluación de la inestabilidad protésica consideramos que la precisión obtenida con el método de Pradhan es aceptable. Para establecer la migración de un componente probablemente no lo sea y la anteversión planar deberá ser sólo parte de la información global requerida para la toma de decisiones.

Bibliografía

1. **Ackland MK, Bourne WB, Uhthoff HK.** Anteversion of the acetabular cup. Measurement of angle after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1986 May; 68(3):409-14.
2. **D' Lima DD, Urquhart AG, Buehler KO, et al.** The effect of orientation of acetabular and femoral components on the range of motion of the hip at different head-neck ratios. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:315.
3. **Fabeck L, Farrokh D, Tolley M, Descamps PY, Gebhart M, Delince P.** A method to measure acetabular cup anteversion after total hip replacement. *Acta Orthop Belg.* 1999; 65(4):485-91.
4. **Ghelman B.** Radiographic localization of of the acetabular component of the hip prostheses. *Radiology* 1979;130:540-2.
5. **Hassan DM, Johnston GH, Dust WN, Watson G, Dolovich AT.** Accuracy of intraoperative assessment of acetabular prosthesis placement. *J Arthroplasty.* 1998; 13(1):80-4.
6. **Hassan DM, Johnston GH, Dust WN, Watson LG, Cassidy D.** Radiographic calculation of anteversion in acetabular prostheses. *J Arthroplasty.* 1995;10(3):369-72.
7. **Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Zimmerman JR.** Dislocation after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am.* 1978; 63-A:217-20.
8. **McCullum DE, Gray WJ.** Dislocation after total hip arthroplasty: causes and prevention. *Clin Orthop* 1990;261:159.
9. **Mclaren RH.** Prosthetic hip angulation. *Radiology* 1973;107:705.
10. **Mian SW, Truchly G, Pflum FA.** Computed tomography measurement of acetabular cup anteversion and retroversion in total hip arthroplasty. *Clin Orthop.* 1992;(276):206-9.
11. **Murray DW.** The definition and measurement of acetabular orientation. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75:228-32.
12. **Pollard JA, Daum WJ, Uchida T.** Can simple radiographs be predictive of total hip dislocation. *J Arthroplasty.* 1995;10(6):369-72.
13. **Pradhan R.** Planar anteversion of the acetabular cup as determined from plain anteroposterior radiographs. *J Bone Joint Surg Br.* 1999; 81(3):431-5.
14. **Schneider R, Freiburger RH, Ghelman B, Ranawat CS.** Radiologic evaluation of painful hip prostheses. *Clin Orthop.* 1982;316:156-68.
15. **Visser JD, Konnings JG.** A new method for measuring angles after total hip arthroplasty. A study of the acetabular cup and femoral component. *J Bone Joint Surg Br.* 1981;63(3):556-9.
16. **Widmer KH.** A simplified method to determine acetabular cup anteversion from plain radiographs. *J Arthroplasty.* 2004;19(3):387-90.
17. **Wroblewski BM.** Planar anteversion of the acetabular cup as determined from plain anteroposterior radiographs. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82(1):153.
18. **Yao L, Yao J, Gold RH.** Measurement of acetabular version on the axiolateral radiograph. *Clin Orthop.* 1995;(316):106-11.