

# Medidas radiológicas útiles en patología músculo esquelética cotidiana

Gonzalo Miranda G., Jorge Díaz J., Valeria Schonstedt G.

*Centro de Imagenología, HCUCh.*

**SUMMARY** *There are multiple and diverse measurements described in medical literature that can be used for the radiological assessment of osteoarticular pathology. These are presented in regards to simple radiography as well as in computed tomography (CT) and Magnetic Resonance (MRI). However, this great diversity of available measurements has lead to a paradoxical and undesirable sub-utilization of these measurements in our daily practice. On the other hand, it is paramount that those measurements are recognized by other radiologists as well as by traumatological teams. An adequate interdisciplinary agreement is thus achieved. These days, with the use of digital radiology, conducting radiological measurements, drawing lines and assessing degrees, result in a fast and easy-to-use tool, provided it is adequately know. This revision presents an outline on the main radiological measurements used to evaluate osteoarticular pathology. These measurements are universally known and do not present major difficulties in their execution or interpretation.*

## INTRODUCCIÓN

Las medidas radiológicas son una herramienta útil para objetivar hallazgos que podemos observar en los estudios imagenológicos. Diversos trabajos realizados en población sana han determinado rangos de normalidad para una serie de condiciones, como por ejemplo, la curvatura escoliótica de la columna, ángulo plantar, luxación de la rótula, entre muchas otras, y por lo tanto, nos definen que es lo anormal<sup>(1,2)</sup>. En nuestros informes podemos objetivar una apreciación visual a través de las medidas radiológicas. Esto se hace perentorio en casos límites, en los que se debe definir un diagnóstico.

Antiguamente, las mediciones en placas convencionales eran realizadas con lápiz de cera y goniómetro,

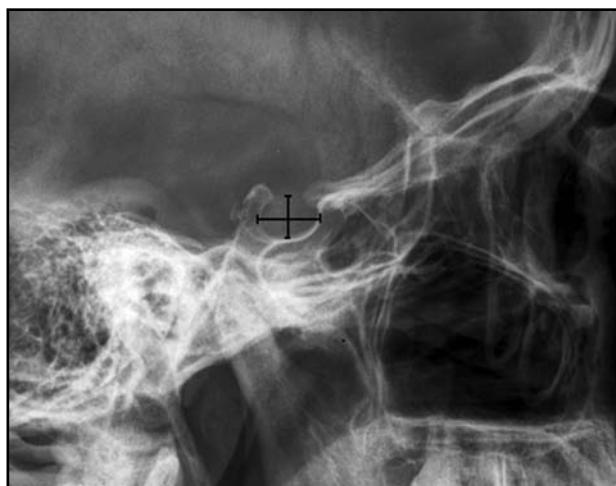
lo cual requería de mayor dedicación y tiempo, obteniéndose valores menos precisos. Hoy en día, la radiografía digital ha facilitado enormemente la realización de líneas, ángulos y mediciones.

Revisaremos las medidas radiológicas más útiles en la práctica clínica radiológica musculoesquelética en radiografía simple, mostrando la forma de realizar las medidas o ángulos correspondientes y en algunos casos, ejemplificando con casos patológicos. Hemos agrupado las medidas en cabeza-cráneo, columna vertebral, pelvis-caderas, extremidad superior y extremidad inferior. La elección de las medidas las realizamos después de evaluar su utilidad práctica según el criterio de radiólogos y traumatólogos.

## CABEZA Y CRÁNEO

### Tamaño de la silla turca

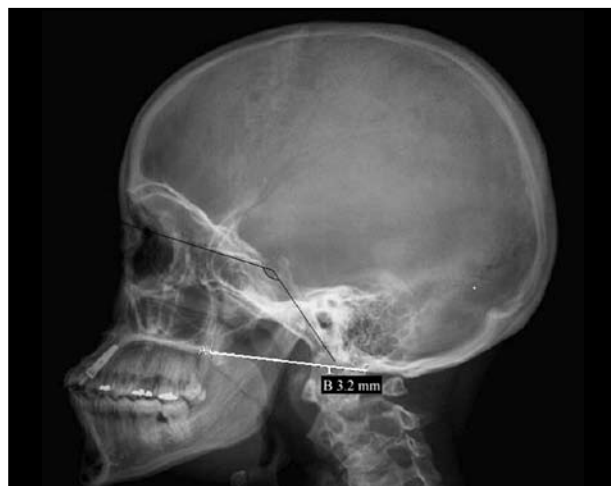
Hemos decidido seleccionar esta medida porque es motivo de controversia, ya que se trata de un estudio de baja utilidad que aún sigue siendo solicitado con cierta frecuencia. Sus medidas en adulto son de 16 mm. en sentido anteroposterior (longitudinal) y no debe superar los 12 mm. de profundidad (cráneo-caudal). Estas medidas son muy variables, por lo que estos valores deben ser tomados con cautela. Un aumento de tamaño de la silla turca puede significar patología subyacente como un macroadenoma<sup>(1)</sup>. (Figura 1)



**Figura 1.** Medidas silla turca. Se mide al diámetro anteroposterior y craneo-caudal mayor. El borde superior corresponde a la línea interclinoidea.

### Línea de Chamberlain

Es una de las medidas que se utiliza para evaluar la invaginación basilar. En la radiografía lateral de cráneo se traza una línea desde el borde posterior del paladar duro hasta la cara posterior del agujero magno. El extremo superior de la odontoides no debe sobrepasar por más de 7 mm. esta línea. Por sobre esta medida es altamente sugerente de invaginación basilar<sup>(3)</sup>. (Figura 2)



**Figura 2.** Negro: ángulo basilar. Blanco: línea de Chamberlain.

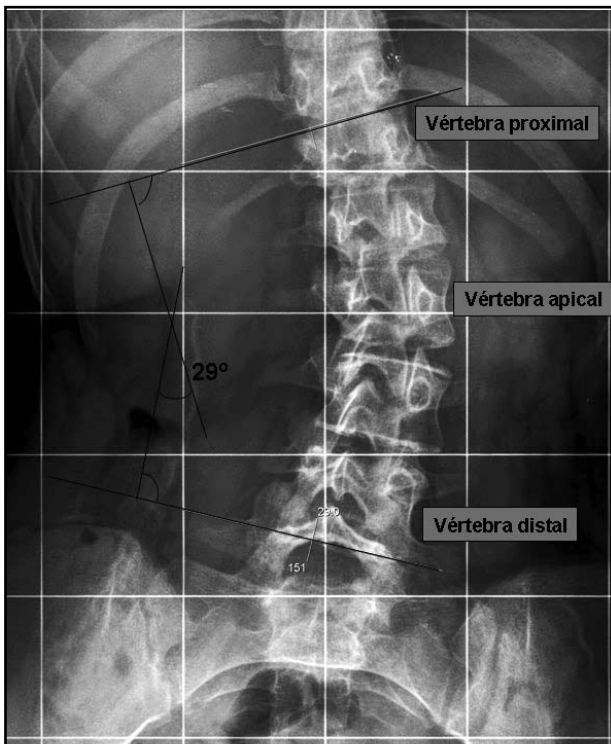
### Ángulo basilar (ángulo basal)

Este ángulo nos permite evaluar la platibasia, que puede estar asociada o no a invaginación basilar. Se mide el ángulo formado entre una línea trazada desde el nasion al centro de la silla turca y una línea que va desde el centro de la silla turca hasta el margen anterior del agujero occipital. Este ángulo mide normalmente entre 137 a 157°. Ángulos elevados se observan en la platibasia que puede observarse en casos de enfermedades con reblandecimiento óseo como la enfermedad de Paget y la osteodistrofia renal<sup>(4)</sup>. (Figura 2)

## COLUMNA VERTEBRAL

### Ángulo de Cobb

Utilizado para medir las curvaturas en plano coronal así como sagital de la columna. Se trazan líneas que pasen por la plataforma vertebral superior e inferior de los cuerpos vertebrales proximal y distal que constituyen la curvatura. Éstas deben ser las vértebras más inclinadas hacia la concavidad de la curva. Trazamos líneas perpendiculares a las líneas anteriores y medimos el ángulo superior o inferior (ángulo de Cobb indirecto). En el caso de las deformidades coronales de la columna vertebral se define como escoliosis curvaturas laterales mayores de 10 grados<sup>(5)</sup>. (Figura 3)



**Figura 3.** Líneas paralelas al platillo vertebral superior de la vértebra proximal e inferior de la distal de esta curva de escoliosis, para conformar ángulo de Cobb.

### Distancia atlanto-odontoidea

Corresponde a la distancia entre la porción posterior del arco anterior del atlas y la superficie anterior del odontoides. Se acepta como normal una distancia de máxima de 3 mm. en adultos y de 5 mm. en niños. Se altera en luxaciones atlanto-odontoideas donde aumenta su valor. Esta condición puede verse en pacientes con síndrome de Down, enfermedad de Morquio, traumatismo y clásicamente en la artritis reumatoidea, aunque puede verse en otras artritis inflamatorias<sup>(6)</sup>. (Figura 4)

### Cifosis dorsal

El aumento de cifosis dorsal es un hallazgo frecuente en los pacientes de edad avanzada. Se trazan líneas a lo largo de la plataforma vertebral superior de D1 e inferior de D12, con las cuales se puede obtener el ángulo de Cobb directo o indirecto. Cabe destacar que en la literatura se han

utilizado diversos niveles para evaluar la cifosis, entre los que se cuentan D5 – D12, D3 – D11, D3 – D12, D4 –D12, etc. Esto se ha debido a la pobre visualización del rango D1 – D3 lo que disminuye la reproducibilidad del método. A pesar de lo anterior, el rango de normalidad oscila entre 10° y 40°. Un aumento de la cifosis se puede ver en pacientes de edad secundario a osteoporosis o fracturas que comprometan a los cuerpos vertebrales dorsales<sup>(7)</sup>.

### Lordosis lumbar

La lordosis lumbar se mide en forma similar a lo descrito para la cifosis dorsal. Se trazan líneas a lo largo de las plataformas vertebrales superiores de L1 y S1. El ángulo de Cobb directo o indirecto obtenido corresponde a la lordosis lumbar cuyo valor normal oscila entre los 40° a 60°. La pérdida de la lordosis es un hallazgo inespecífico que se asocia a dolor lumbar y a hernias discales, entre otras causas<sup>(1,2)</sup>.



**Figura 4.** Distancia atlanto-odontoidea.



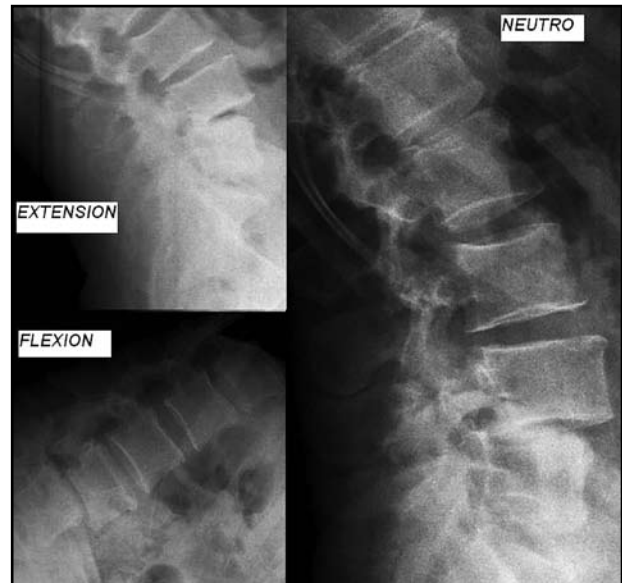
**Figura 5.** Graduación de Meyerding para la espondilolistesis. Anterolistesis grado II.

### Graduación de Meyerding para la espondilolistesis

Es una escala muy utilizada para graduar la magnitud de la espondilolistesis. Se efectúa una graduación en base al porcentaje de desplazamiento sobre el platillo vertebral que se ubica inferiormente. Cuando el desplazamiento es menor a un 25% del largo anteroposterior del platillo vertebral inferior corresponde al grado I. Entre un 25 a 50% de desplazamiento, al grado II. Entre un 50 a 75% de desplazamiento se trata de un grado III, y el grado IV corresponde a un desplazamiento de más del 75%<sup>(2)</sup>. (Figura 5)

### Inestabilidad segmentaria

Si bien no es una medida específica, creemos necesario incluirla para poder establecer criterios radiológicos de inestabilidad de columna lumbar. Los criterios a utilizar son dos. Primero, un desplazamiento de más de 3 a 4 mm. del borde posterior de un cuerpo vertebral respecto al inferior entre ambas proyecciones, y segundo, que se produzca una diferencia en la angulación del disco vertebral de más de 10° a 12°<sup>(8)</sup>. (Figura 6)



**Figura 6.** Inestabilidad segmentaria. Proyecciones en flexión, extensión y neutra.

## PELVIS-CADERAS

Si bien existen muchas medidas radiológicas disponibles para evaluación de este segmento, para simplificar su estudio, hemos seleccionado aquéllas que nos permitan evaluar patología degenerativa, displasia acetabular y coxa vara-valga.

### Ángulo techado externo horizontal (de Tonnis)

Corresponde al ángulo entre la horizontal y la línea que forma la unión del límite medial del techo acetabular y su borde lateral. Se considera normal un ángulo menor o igual a 10° y patológico cuando es mayor de 15°. Mide la orientación del techo acetabular. Es utilizado para evaluar la presencia de displasia de cadera en adultos<sup>(9)</sup>. (Figura 7)

### Ángulo centro borde de cobertura (de Wiberg)

Este ángulo mide la cobertura lateral del techo acetabular respecto a la cabeza femoral. Se realiza una línea horizontal entre el centro de ambas cabezas femorales y se traza una línea perpendicular a ésta que atraviesa el centro de la cabeza femoral a estudiar. Se traza otra línea entre el centro de la cabeza femoral y el borde más lateral del acetábulo y se mide el ángulo formado



**Figura 7.** Blanco: ángulo de Wiberg. Negro: ángulo de Tönnis.

con respecto a la línea vertical. Se considera normal un valor mayor a 25°, entre 20 a 25° se considera límite, e inferior a 20° patológico. Los valores bajos suelen indicar una displasia de cadera<sup>(1,2)</sup>. (Figura 7)

### Ángulo del cuello del fémur

Corresponde al ángulo entre el eje medio de la diáfisis femoral y el eje medio de la cabeza y cuello femoral (*neck-shaft angle*). Su valor normal es de 124°. Un valor menor a 110° se considera coxa vara y mayor de 130° coxa valga<sup>(10)</sup>. (Figura 8)

## EXTREMIDAD SUPERIOR

### Hombro

#### Distancia subacromial y tipos de acromion

La disminución del espacio subacromial (acromio-



**Figura 8.** Ángulo del cuello del fémur.

humeral) se relaciona básicamente con patología degenerativa y rotura del manguito rotador. La distancia subacromial se puede medir en proyección anteroposterior u *outlet*. Su valor normal es de 10 mm. en promedio, considerándose patológico un valor menor a 7 mm<sup>(1,2)</sup>, lo que se asocia a roturas del manguito rotador.

Existe una clasificación de la morfología de los tipos de acromion propuesta por Bigliani y Morrison<sup>(11)</sup>. Estos autores describen tres tipos de acromion a saber: tipo I (plano), tipo II (curvo) y tipo III (ganchoso). La descripción de su forma siempre se hace en la proyección *outlet* y tiene importancia porque el acromion tipo III se correlaciona con el pinzamiento subacromial del manguito rotador. (Figura 9)



**Figura 9.** Morfología del acromion (Bigliani y Morrison). A: acromion tipo I. B: acromion tipo II. C: acromion tipo III.

### Espacio acromioclavicular

El espacio acromioclavicular se mide entre el borde medial del acromion y lateral de clavícula. La distancia normal es de 3 a 8 mm<sup>(12)</sup>. Esta medición, en asociación a la distancia coracoclavicular, determinará la severidad de una disyunción acromioclavicular. En aquellos casos en que el diagnóstico no sea evidente, se puede realizar una proyección con carga, lo que acentuará la separación de los extremos articulares. Idealmente debe ser evaluada en comparación a su contralateral, para detectar asimetrías. (Figura 10)

### Codo

#### Línea humeral anterior

Es una línea que se utiliza en aquellos pacientes con traumatismo de codo en quienes estemos sospechando una fractura supracondilea. Esta línea debe pasar a lo largo de la superficie anterior del húmero, dejando una porción significativa de los cóndilos por delante y sólo una pequeña porción por detrás. Es muy útil en codos pediátricos<sup>(13)</sup>.

#### Línea radiocapitelar

También es utilizada en casos de traumatismo, especialmente en niños. Corresponde a una línea del eje del radio que debe pasar por el centro del núcleo del capitelum, o al menos contactarlo. Si está alterada ayuda a determinar la presencia de fractura o luxación<sup>(13)</sup>.

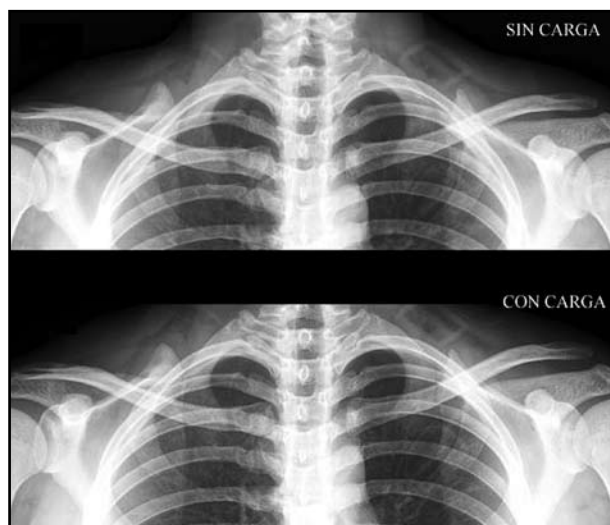


Figura 10. Espacio acromioclavicular, con y sin carga.

### Muñeca

#### Varianza cubital

La variancia cubital ya sea positiva o negativa se asocia a enfermedades como la enfermedad de Kienböck (varianza negativa) y síndrome de impac-tación cubital (varianza positiva). Se mide en proyección anteroposterior de muñeca, trazando una línea tangencial a la superficie articular del radio en su borde cubital. La posición del cúbito respecto a esta línea determinará si es positiva (por sobre) o negativa (por debajo) respecto a la línea trazada. Se acepta una variación de 2 mm. como normal antes de denominarlo positivo o negativo<sup>(14,15)</sup>. (Figura 11)



Figura 11. Varianza cubital. A: negativa. B: neutra. C: positiva.



**Figura 12.**  
A: ángulo capitolar.  
B: ángulo escafolunar.



**Figura 13.** A: ángulo anatómico  
B: ángulo mecánico.

### Ángulo escafo - semilunar

Este ángulo se utiliza para el diagnóstico de inestabilidades ligamentosas de la muñeca. Corresponde al ángulo formado entre una línea que pasa por el eje del semilunar y el eje del escafoides en radiografía lateral de muñeca. Su valor normal es de  $30^\circ$  a  $60^\circ$ <sup>(1,2,15)</sup>. (Figura 12) Valores sobre  $60^\circ$  hacen sospechar una inestabilidad segmentaria intercalada dorsal (DISI), aunque valores mayores a  $80^\circ$  son categóricos. Valores menores de  $30^\circ$  hacen sospechar una inestabilidad segmentaria intercalada volar (VISI).

### Ángulo semilunar - grande

Al igual que el ángulo anterior, se utiliza para diagnosticar inestabilidades ligamentosas de la muñeca. Es el ángulo entre el eje del hueso grande y el eje del semilunar. Se considera anómalo si supera los

$30^\circ$ <sup>(1,2,15)</sup>. (Figura 12) Valores sobre  $30^\circ$  se ven en inestabilidad segmentaria intercalada volar (VISI) y en la inestabilidad segmentaria intercalada dorsal (DISI).

## EXTREMIDAD INFERIOR

### Radiografía panorámica de extremidades inferiores con carga

#### Ángulo anatómico

Está formado por la intersección del eje longitudinal o diafisario del fémur con el eje longitudinal de la tibia. Trazadas estas líneas se puede obtener un ángulo con vértice medial (en valgo) o lateral (en varo). Los valores normales para el valgo en hombres son hasta  $9^\circ - 12^\circ$  y en mujeres hasta  $12^\circ - 15^\circ$ . En el caso del varo los rangos normales llegan hasta  $3^\circ - 5^\circ$  en hombres y hasta  $5^\circ - 8^\circ$  en mujeres<sup>(16)</sup>. (Figura 13)

## Eje-ángulo mecánico

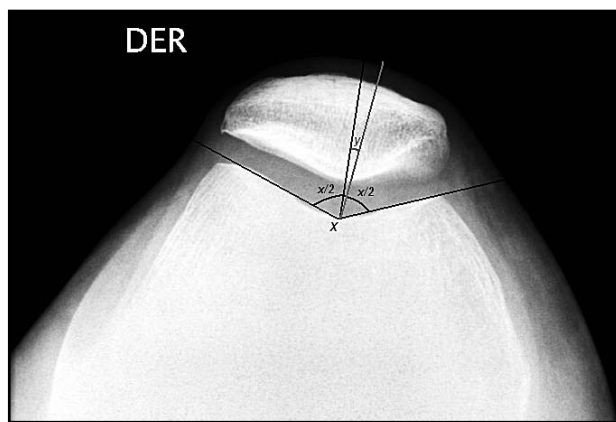
Es el más utilizado para evaluar el genu varo y genu valgo. Corresponde al ángulo que se forma entre una línea que une el centro de la cabeza femoral con el centro de la hendidura intercondílea y otra línea que va desde el medio de la eminencia intercondílea tibial al centro del astrágalo. Los valores normales de este ángulo son hasta 6° de valgo y no se tolera la presencia de varo<sup>(16)</sup>. (Figura 13)

## Rodilla

En este segmento incluiremos dos ángulos que evalúan la relación femoro-rotuliana. Si bien han sido descritos en radiografías con distintos ángulos de flexión de la rodilla (30°, 60 y 90°), se recomienda hacerlo en flexión de 20 a 30°, ya que en flexiones mayores el desplazamiento rotuliano puede reducirse<sup>(17,18)</sup>.

## Ángulo de congruencia

Este ángulo se forma entre una línea bisectriz al ángulo del surco troclear y otra línea desde el punto más bajo del surco troclear a través del ápice de la rótula. Su valor es positivo si el ángulo es lateral y negativo si es medial. Su valor normal varía entre -14 a 0°. Valores sobre 16° son francamente patológicos. Los pacientes con luxación recidivante tienen en promedio un valor de 23°<sup>(1,2)</sup>. (Figura 14)



**Figura 14.** Ángulo de congruencia. x: ángulo del surco. x/2: Bisectriz. y: ángulo de congruencia.

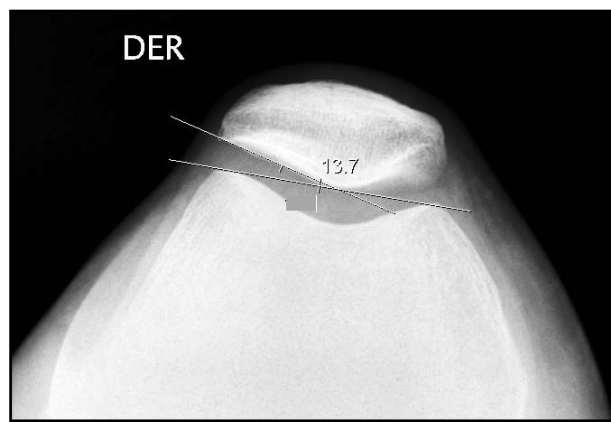
## Ángulo fémoro-rotuliano

Este ángulo está formado entre una línea que une la parte más anterior de los cóndilos femorales y una línea a través de la superficie de la carilla articular lateral de la rótula. La mayoría de las personas sanas tienen este ángulo abierto hacia lateral (90%) y es paralelo o cerrado hacia lateral en pacientes que presentan subluxaciones recidivantes<sup>(17)</sup>. (Figura 15)

## Índice de Insall Salvati

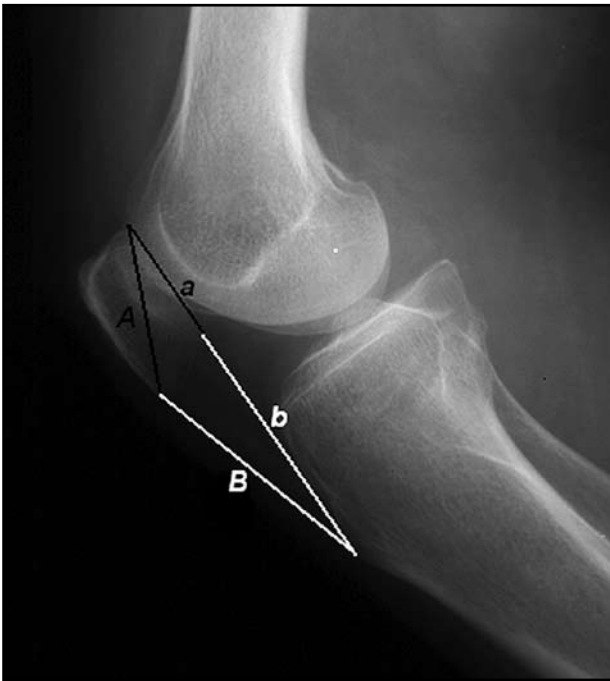
Este índice evalúa la posición de la rótula en radiografía lateral de rodilla en emiflexión de 30°. Corresponde a la razón entre la distancia desde el polo inferior de la rótula a la tuberosidad anterior de la tibia con respecto a la distancia desde el polo cefálico al polo inferior de la rótula. El rango normal va entre 0,8 y 1,2, correspondiendo los valores inferiores al rango a una rótula baja y los superiores a una rótula alta. Puede verse alterado, entre otras situaciones, por traumatismo, condromalacia (rótula alta) y acondroplasia, poliomielitis, artritis reumatoídea (rótula baja)<sup>(1,19)</sup>. (Figura 16)

Se cree que el índice de Insall – Salvati modificado es más fidedigno para el diagnóstico de la posición de la rótula, ya que obvia la variabilidad anatómica de longitud de ésta. Se obtiene de la relación entre la distancia desde el borde inferior de la superficie articular de la rótula y la tuberosidad anterior



**Figura 15.** Ángulo fémoro-rotuliano.





**Figura 16.** Mayúscula: índice Insall Salvati. Minúscula: índice Insall Salvati modificado.

tibial y la distancia de la superficie articular de la rótula. Un valor mayor de 2 corresponde a rótula alta. (Figura 16)

### Pie

Los ángulos que se mencionan a continuación están estandarizados para radiografías en bipedestación (con carga).

#### Ángulos de Costa-Bertoni-Moreau

Si bien existen dos ángulos que miden el arco plantar longitudinal, por externo e interno, consideramos más útil la evaluación del arco interno para determinar pie cavo o plano. Este ángulo se forma por una línea que pasa por el punto más inferior del sesamoideo medial al punto más bajo de la articulación astrágalo-escafoídea, y desde este punto, hasta la región más baja de la tuberosidad posterior del calcáneo. Su valor normal es 120 a 135°. Valores menores a 120° se observan en el pie cavo y mayores a 135° en el pie plano<sup>(1)</sup>. (Figura 17)



**Figura 17.** Ángulo de Costa-Bertoni-Moreau. Arriba: ejemplo pie cavo. Abajo: ejemplo pie plano.

#### Ángulo del *hallux valgus*

Es el ángulo formado entre el eje mayor del primer metatarsiano y la falange proximal. Sobre 15° se considera *hallux valgus*. Otro ángulo útil para evaluar *hallux valgus* es el primer ángulo intermetatarsiano, que es un ángulo formado por el eje mayor del primer y segundo metatarsiano. Se consideran patológicos valores mayores de 10°<sup>(20)</sup>. (Figura 18)



**Figura 18.** Ángulos del *hallux valgus*.

## CONCLUSIONES

Muchos ángulos y medidas radiológicas están descritos en la literatura. Sin embargo, creemos que el conocer y manejar de manera correcta un número limitado de ángulos y medidas radiológicas resulta suficiente y efectivo para poder objetivar hallazgos radiológicos. Esto sobre todo en casos límites donde una medida o ángulo

radiológico nos puede ayudar a establecer un diagnóstico más certero. Hemos seleccionado las medidas radiológicas más útiles según radiólogos y traumatólogos. Puede existir algún grado de variación en las mediciones determinadas por factores técnicos que, sin embargo, gracias a la cada vez mayor estandarización de la técnica radiológica, resulta poco relevante.

## REFERENCIA

1. Dennis M. Marchiori. Imágenes radiológicas clínicas: esqueleto, tórax y abdomen. Madrid, España: Harcourt; 2000:55-101.
2. Theodore E. Keats, Christopher Siström. Atlas de medidas radiológicas. Madrid, España: Elsevier Science; 2002.
3. Chamberlain WE. Basilar impression (platybasia): a bizarre developmental anomaly of the occipital bone and upper cervical spine with striking and misleading neurologic manifestations. *Yale J Biol Med* 1939;11:487-96.
4. Poppel MH, Jacobson HG, Duff BK, Gottlieb C. Basilar impression and platybasia in Paget's disease. *Radiology* 1953;61:639-44.
5. Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. *Am Acad Orthop Surg Inst Course Lect* 1948;5:261-75.
6. Hinck VC, Hopkins CE. Measurement of the atlanto-dental interval in the adult. *AJR Am J Roentgenol* 1960;84:945-51.
7. Deed E. Harrison, Rene Cailliet, Donald D. Harrison. Reliability of centroid, cobb, and harrison posterior tangent methods. Which to choose for analysis of thoracic kyphosis. *SPINE*;11:227-34.
8. Antonio Leone, Giuseppe Guglielmi, Victor N. Cassar-Pullicino, Lorenzo Bonomo. Lumbar intervertebral instability: a review. *Radiology* 2007;245:62-77.
9. M. Lequesne. Coxométrie—measure des angles fondamentaux de la hanche radiographique de l'adulte par un rapporteur combiné. *Rev Rhum* 1963;30:479-85.
10. Keats TE, Teeslink R, Diamond AE, Williams JH. Normal axial relationships of the major joints. *Radiology* 1966;87:904-7.
11. Bigliani LU, Morrison DS, April EW. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 1986;10:216-20.
12. Petersson Cj, Redlund-Johnell I. Radiographics joint space in normal acromioclavicular joints. *Acta Othop Scand* 1983;54:431-3.
13. Hoffman AD, Graviss ER. Imaging of the pediatric elbow. The elbow and its disorders. Philadelphia, PA: Saunders 2000;155-63.
14. Cerezal L, Del Piñal F, Abascal F, García-Valtuille R, Pereda T, *et al.* Imaging findings in ulnar-sided wrist impaction syndromes. *RadioGraphics* 2002;22:105-21.
15. Mann F, Wilson A, Gilula A. Radiographic evaluation of the wrist: what does the hand surgeon want to know? *Radiology* 1992;184:15-24.
16. Sailer J, Scharitzer M, Peloschek P, Giuera A, Imhof A, Grampp S. Quantification of axial alignment of the lower extremity on conventional and digital total leg radiographs. *European Radiology* 2005;15:170-3.

17. Newberg A, Seligson D. The patellofemoral joint: 30°, 60°, and 90° views. Radiology 1980;137:57-61.
18. Beaconsfield T, Pintore E, Maffulli N, Petri GJ. Radiological measurements in patellofemoral disorders. A review. Clin Orthop 1994;308:18-28.
19. Insall JN, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. Radiology 1971;101:101-4.
20. Smith RW, Reynolds JC, Stewar MJ. Hallux valgus assessment: Report of research committee of American Orthopaedic Foot and Ankle Society. Foot Ankle 1984;5:92-102.

**CORRESPONDENCIA**

Dr. Gonzalo Miranda González  
Centro de Imagenología  
Hospital Clínico Universidad de Chile  
Santos Dumont 999, independencia, Santiago  
Fono: 9788412 / 07 4953643  
E-mail: gomiranda2000@yahoo.com

