

## CAPÍTULO 52

# MEDIDAS RADIOGRÁFICAS HABITUALES EN COLUMNA VERTEBRAL

**Autores:** Lucía García Avellaneda, Miguel Lobón Martín

**Coordinadora:** Encarnación Andújar Gutiérrez  
Hospital de Mérida, Badajoz

### 1. INTRODUCCIÓN

El estudio radiológico es un punto clave y determinante en el proceso diagnóstico de la patología de la columna vertebral (CV). Son necesarias al menos dos proyecciones. Es importante tener en cuenta que las placas de cribado suelen realizarse con el paciente en decúbito supino y, a menudo, la alineación empeora en las radiografías en carga<sup>(1)</sup>.

Los avances tecnológicos recientes han introducido sistemas de imagen de baja radiación como el EOS (definir EOS entre paréntesis), que proporciona imágenes de cuerpo completo con menos radiación que la radiografía convencional.

### 2. PATOLOGÍA TRAUMÁTICA

La patología traumática de la CV es compleja e incluye un amplio rango de lesiones óseas y de partes blandas.

Este tipo de patología divide a la columna en 5 segmentos:

- Occipitoatloaxoidea o columna cervical superior (C1-C2).
- Columna cervical inferior o subaxial (C3-C7).
- Columna torácica superior (T1-T10).
- Columna toraco-lumbar (T11-L2).
- Columna lumbar inferior (L3-L5).

La mayoría de las lesiones se producen en la región cervical inferior, charnela toracolumbar y columna lumbar que son las áreas con mayor rango de movilidad.

Uno de los parámetros más importantes que debemos evaluar es la estabilidad estructural de la columna. Tenemos varios métodos para su valoración, desde métodos sencillos como la división anatómica del raquis en 3 columnas hecha por Dennis, a métodos que tienen

en cuenta la morfología de la fractura, lesión de ligamentos y desplazamientos, como la clasificación de fracturas hechas por AO-Spine<sup>(2)</sup>.

La afectación de las columnas media y posterior es la más significativa para determinar los **criterios radiográficos de inestabilidad**, cuyos criterios radiológicos en proyección lateral son:

- Desplazamiento vertebral >2 mm.
- Aumento del espacio interlaminar.
- Aumento del espacio articular de las articulaciones facetarias.
- Fractura del margen posterior del cuerpo vertebral.
- Aumento de la distancia entre los pedículos<sup>(3)</sup>.

La alineación sagital de la columna se debe valorar determinando cuatro líneas imaginarias (Figura 1):

- Márgenes anteriores de los cuerpos vertebrales.
- Márgenes posteriores de los cuerpos vertebrales.
- Márgenes corticales anteriores de las láminas.
- Puntas de las apófisis espinosas<sup>(3)</sup>.

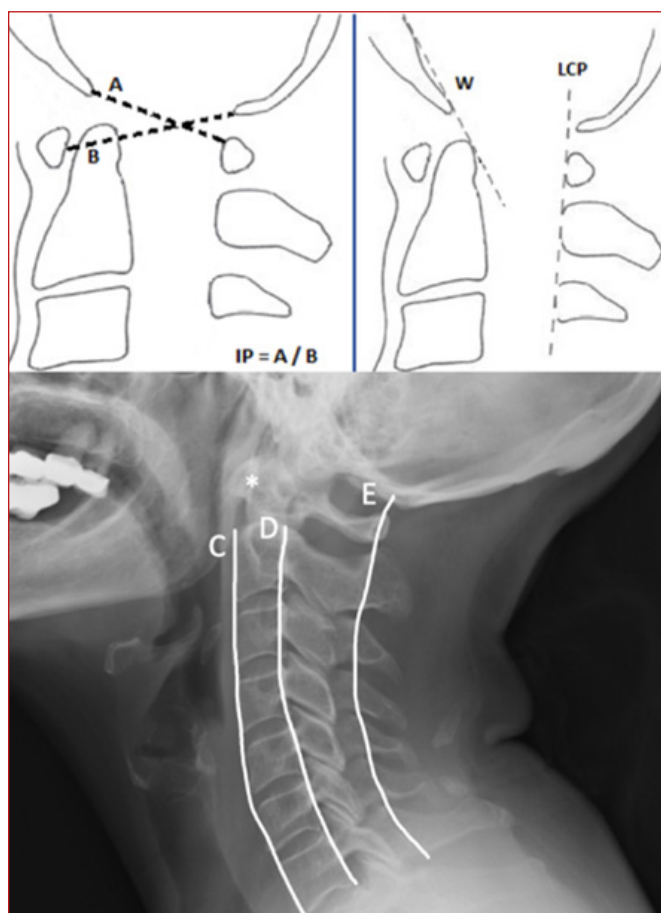
#### 2.1. Columna cervical superior

Ante un traumatismo cervical es imprescindible contar con radiografías simples en proyecciones anteroposterior y lateral, que incluyan desde la base del cráneo hasta al menos T1. Si no hay posibilidad de obtención de las radiografías incluyendo este campo completo, estaría indicado estudio mediante TAC.

El aumento de partes blandas retrofaríngeas y retrotraqueales en proyección lateral es un indicador indirecto de lesión cervical cuando es >4 mm o un tercio de la anchura del cuerpo vertebral.

##### • Luxación atlantooccipital:

- **Distancia entre foramen y odontoides** >5 mm en proyección lateral.
- **Índice de Powers:** se obtiene al dividir la distancia del basión al arco posterior del atlas entre la distancia del opistión al arco anterior del atlas. Se considera que existe luxación cuando es superior a 1,15. (Figura 1).



**Figura 1.** IP (índice de Powers)= A/B (A: bastión - arco posterior de C1; B: opistión - arco anterior de C1). W: línea de Wackenheim. LCP: línea cervical posterior. \*: intervalo atlo-axoideo. C: línea vertebral anterior. D: línea vertebral posterior. E: línea espinal laminar.

- **Subluxación atlantoaxoidea:**
  - **Intervalo atlo-axoideo:** aumento de la distancia entre la apófisis odontoides y margen posterior del arco anterior de C1. Se considera normal una distancia <3 mm en adultos y <5 mm en niños (Figura 1).
- **Inestabilidad rotatoria atloaxoidea:**
  - En la proyección transoral se valora la excentricidad de las apófisis odontoides con respecto a las masas laterales del atlas. El intervalo atlo-odontoides lateral normal es <2 mm. No debe existir una diferencia >1 mm entre ambos.
- **Fracturas vertebrales:**
  - Las fracturas del atlas son de difícil diagnóstico radiológico, ante la sospecha se debe realizar Rx transoral. Las fracturas de arco anterior y posterior se ven en Rx lateral.
  - **Línea espinal laminar anterior:** línea que se traza entre las corticales anteriores de las láminas del

atlas, del axis y de C3. Todos estos puntos de referencia deben encontrarse a una distancia de esta línea no superior a 1 o 2 mm (Figura 1) <sup>(3)</sup>.

- **Línea de Wackenheim:** se traza dibujando una línea recta en la prolongación caudal del clivus hacia la columna cervical superior. La punta de la odontoides no debe encontrarse a más de 1 o 2 mm de esta línea (Figura 1) <sup>(3)</sup>.

## 2.2. Columna cervical inferior

- **Distancia interespinosa (ISD).** Se mide desde el centro de la apófisis espinosa superior hasta el centro de la apófisis espinosa inferior. Una distancia interespinosa que mida más de 1,5 veces con respecto a la ISD del nivel superior o inferior, indica la presencia de una luxación cervical anterior.
- **Línea cervical posterior.** Se traza una línea a través de la cortical anterior de los arcos posteriores de C1, C2 y C3. En la verdadera luxación de C2 sobre C3, esta línea se encuentra a más de 2 mm del arco posterior de C2. Si está a 1,5 mm, hay que mantener la sospecha, siendo necesario realizar otras pruebas para descartarla (Figura 1) <sup>(3)</sup>.

## 2.3. Columna toracolumbar

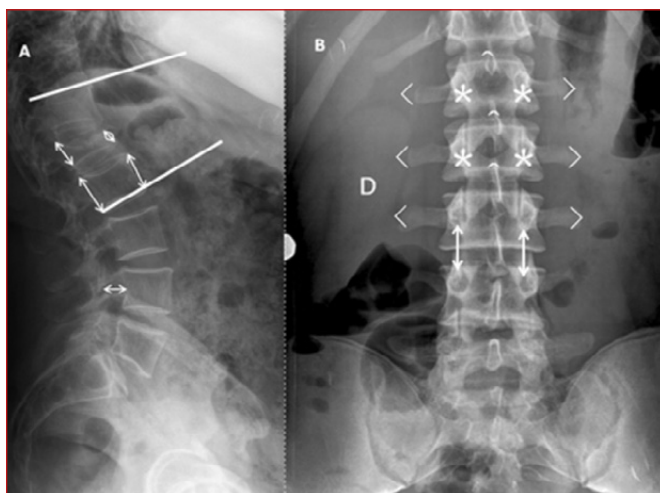
Al evaluar la radiografía lateral de un traumatismo toracolumbar para cuantificar el grado de la lesión se debe valorar la **pérdida de la altura del cuerpo vertebral**.

Para ello se determina la altura del cuerpo vertebral anterior y posterior del nivel lesionado y la altura en el no lesionado, la pérdida de esta se expresa en porcentaje. La pérdida de altura superior al 50% es sugestiva de una lesión del complejo ligamentoso posterior.

Cualquier deformidad **cifótica** en la unión dorsolumbar puede cuantificarse mediante el método de Cobb, que implica medir el ángulo entre el platillo epifisario superior de la vértebra craneal más cercana no lesionada y el platillo epifisario inferior de la vértebra caudal más cercana no lesionada <sup>(4)</sup>.

Cada **apófisis espinosa** debería alinearse con los niveles craneal o caudal correspondiente. Si la distancia entre apófisis espinosas aumenta, debe sospecharse una lesión de tipo flexión-distracción. Si la apófisis espinosa está desviada hacia un lado, debe sospecharse una lesión de tipo rotacional.

En columna torácica, la **línea paraespinal** no debe estar desplazada, pues un ensanchamiento o desplazamiento de esta en el contexto de un traumatismo, debe interpretarse como un hematoma paraespinal.



**Figura 2.** A: aplastamiento vertebral de L1 con pérdida de altura de un 75% y medición de la angulación cifótica mediante el método de Cobb, sin disminución del diámetro del canal. B: distancia interpedicular, interespinosa y transversas.

La **distancia interpedicular** de cada nivel también debe analizarse, un aumento agudo de dicha distancia puede indicar una fractura por estallido. En la región lumbar, la distancia entre los pedículos va aumentando progresivamente de L1 a L5 (Figura 2).

Otro aspecto para tener en cuenta es el **diámetro del canal raquídeo**. En la proyección lateral, se mide la distancia desde la parte media del borde posterior del cuerpo vertebral a la base de la apófisis espinosa (Figura 2).

La **clasificación AO Spine** para lesiones toracolumbares estratifica las lesiones en tres tipos principales según la morfología de la fractura y mecanismo:

- **Tipo A:** lesiones por compresión del cuerpo vertebral.
- **Tipo B:** lesiones por distracción de las bandas de tensión anterior o posterior.
- **Tipo C:** lesiones con luxación/traslación <sup>[5]</sup>.

### 3. DEFORMIDAD

La columna normal presenta unas curvas fisiológicas en cifosis y lordosis, cuya resultante es mantener la cabeza dentro de la vertical de la pelvis en perfecto equilibrio, disminuyendo el consumo energético postural, manteniéndose dentro del cono de economía de Dubousset.

Asimismo, esta mantiene relaciones anatómicas con pelvis y caja torácica.

- **Criterios de radiografía AP aceptable:** visualización mínima de C7, sacro y ambas cabezas femorales, y toda la anchura de caja torácica con clavículas.

- **Criterios de radiografía lateral aceptable:** visualización mínima C7-S1. Ideal visualizar el atlas.

#### Balance sagital

- Lordosis cervical: 20°-40°.
- Cifosis torácica: 20°-50°.
- Lordosis lumbar: 60°.

#### Balance coronal

El raquis debería presentar una alineación coronal neutra. Cualquier deformidad en este plano, se cuantifica mediante el método de ángulo de Cobb. Se considera deformidad significativa en este plano más de 10°.

- **Central sacral vertical line (CSVL):** línea vertical en eje central con sacro <sup>[6]</sup>.

### 3.1. Escoliosis

La escoliosis es una enfermedad tridimensional que resulta de la combinación de una curva lateral en el plano frontal, con una lordosis torácica en el plano sagital. La gran mayoría son de causa desconocida y tienen su inicio durante la infancia.

En la escoliosis es fundamental realizar radiografías simples que muestren claramente la alineación regional y global de la columna. Se deben realizar proyecciones postero-anteriores y lateral con el paciente en bipedestación que incluyan la cresta ilíaca en dirección distal y la mayor parte de la columna cervical en dirección proximal. Las proyecciones con inclinación lateral (bending) pueden ser de ayuda para establecer si la curvatura es estructural y en qué grado se puede corregir.

En las radiografías se pueden determinar anomalías vertebrales, el tipo de curva, el valor angular, el grado de madurez ósea (Risser), el grado de rotación vertebral y la inclinación asociada de cabeza y pelvis.

**3.1.1. Medición de las curvas escolióticas:** la **vértebra límite** de la curva es la vértebra más inclinada hacia la concavidad de la curva que se va a medir. Se considera que la localización de la curva está designada por el lado de la convexidad de la misma.

La **vértebra apical** es la que más se aleja del eje vertical y que presenta mayor rotación (situada en el centro de la curva). La **vértebra estable** es la más caudal de la curva que es biseccionada por la línea sacra vertical.

Una vez identificada la curva mayor (la que tiene el ángulo de Cobb mayor), se evalúan las características de las curvas menores. En el interior de la curva los espacios intervertebrales suelen ser más anchos en el lado convexo y más estrechos en el lado cóncavo.

El método más recomendado es la medición del **ángulo de Cobb**<sup>[7]</sup>, que consta de tres pasos es:

- **Paso 1:** localización de la vértebra del límite superior.
- **Paso 2:** localización de la vértebra del límite inferior.
- **Paso 3:** trazado de líneas perpendiculares al platillo superior de la vértebra del límite superior y al platillo inferior de la vértebra del límite inferior que se cortan en un punto. El ángulo de intersección de estas perpendiculares es el ángulo de la curva.

En el plano coronal también se puede valorar el **ángulo íleo-lumbar**, formado por la tangente al platillo inferior de L4 y la línea bicresta (Figura 3).

- **Línea vertical o plomada C7:** se traza en la radiografía frontal o lateral una línea vertical desde el centro de C7 hacia caudal, paralela al borde lateral de la radiografía. Dicha línea debe pasar por el centro del sacro, en cuyo caso se diría que la columna está equilibrada.

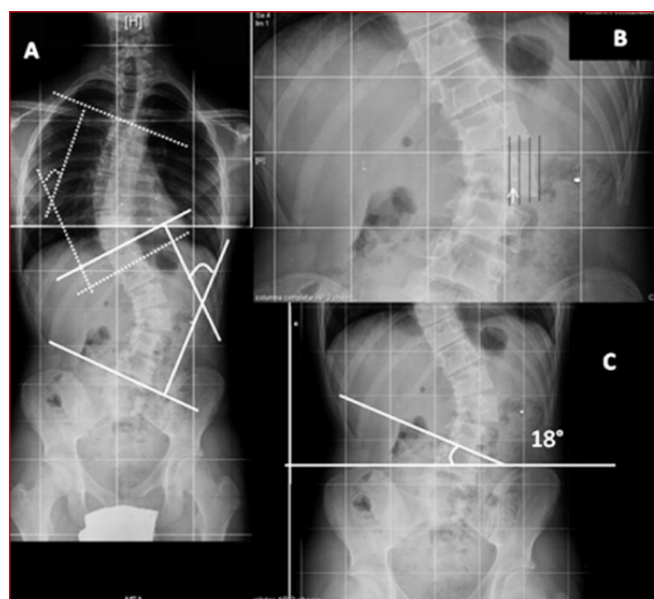
En el plano sagital, sería positivo en caso de localización ventral a la línea media del sacro (equilibrio sagital positivo) y negativo si localización dorsal (equilibrio sagital negativo)<sup>[7]</sup>.

En el plano coronal, sería positivo en caso de localizarse a la derecha de la línea media del sacro y negativo si se localiza a la izquierda<sup>[7]</sup>.

**3.1.2. Medición de la rotación vertebral:** habitualmente se sigue el **método de Nash y Moe**. Para ello se utiliza la vértebra apical. Se divide el cuerpo vertebral en 6 segmentos y se asignan grados dependiendo de la localización del pedículo en el interior del segmento (Figura 3). Debido a que el pedículo del lado cóncavo desaparece con poca rotación, se utiliza el pedículo del lado convexo como referencia:

- **Grado 0:** sin asimetría.
- **Grado I:** migra al interior del primer segmento.
- **Grado II:** migra al segundo segmento.
- **Grado III:** migra al segmento medio.
- **Grado IV:** sobrepasa la línea media hacia el lado cóncavo.

Si se utiliza la TAC, podemos medir la rotación vertebral mediante varios sistemas. El **método de Göçen** obtiene un ángulo formado por una línea que pasa por los puntos más posteriores de ambos pedículos y la línea vertical sobre el plano horizontal. Finalmente restamos este ángulo obtenido a 90° para conocer el grado de rotación vertebral.



**Figura 3.** A: medición de escoliosis idiopática (método de Cobb). Varón de 14 años con curvatura torácica derecha (T4-T11) de 41° y curva toracolumbar izquierda (T11-L4) de 42°. B: rotación vertebral grado III del método de Nash y Moe. C: ángulo íleo-lumbar de 18°.

**Ángulo costovertebral de Mehta:** recomendado en escoliosis congénitas. Se escoge la vértebra más alta de la curva, se traza una línea perpendicular a la lámina terminal y otra línea que corresponde al eje longitudinal de ambas costillas. Si la diferencia entre ambos ángulos es mayor de 20°, hay un 80% de riesgo de progresión de la curva<sup>[4]</sup>.

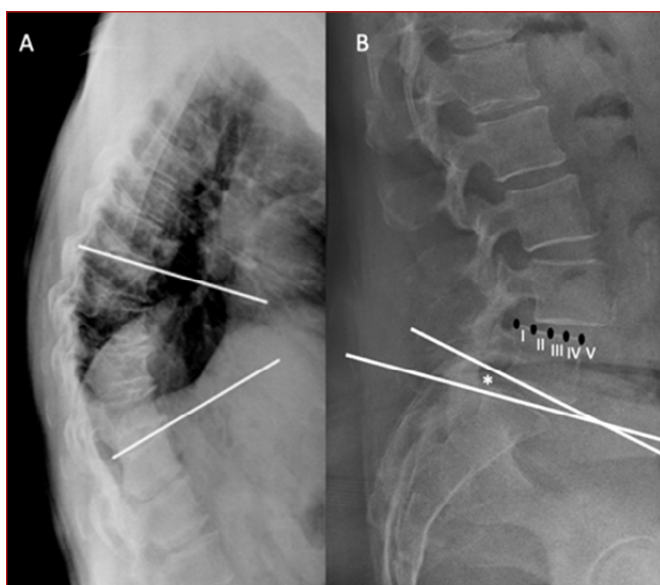
**3.1.3. Distancia T1-T12:** la longitud T1-T12 aumenta de manera drástica en los primeros 5 años de vida (2,2 cm/año), de manera más pausada los siguientes 5 años (1 cm/año) y de nuevo se incrementa con el inicio de la pubertad (1,8 cm/año).

La consecución de una longitud T1-T12 de al menos 18 cm al alcanzar la madurez se asocia a una mejor función pulmonar<sup>[8]</sup>.

## 3.2. Cifosis

La columna normal en el plano sagital consta de una cifosis dorsal compensada por la lordosis cervical y lumbar. La cifosis torácica suele ser de 20 a 45°, extendiéndose desde T2 hasta T12, siendo T7 la vértebra más dorsal.

La **hipercifosis** es la alteración en la alineación de un segmento del raquis con un aumento de la angulación normal en el plano sagital. La Scoliosis Research Society (2006) define la hipercifosis como una curvatura de la columna igual o mayor de 45°. Es muy útil la línea vertical o la plomada C7.



**Figura 4.** A: paciente con enfermedad de Scheuermann en la adolescencia presentando en la edad adulta un acuñamiento de cuatro vértebras con un ángulo de cifosis de  $42^\circ$ . B: espondilolistesis tipo II de Meyerding. \*: ángulo de desplazamiento.

La patología más frecuente relacionada con la hiper cifosis es la cifosis postural, más frecuente en preadolescentes y adolescentes. Cuando es dolorosa hay que descartar que se trate de una **cifosis de Scheuermann**, una osteocondrosis vertebral que se desarrolla en etapa puberal, consistente en un trastorno epifisario que afecta a las plataformas vertebrales. Se caracteriza por una deformidad en cuña de tres o más vértebras de más de  $5^\circ$ , con aumento de la cifosis dorsal más de  $40^\circ$  (Figura 4).

Hay que realizar una telerradiografía lateral, con el paciente en bipedestación, para medir el ángulo formado por las tangentes al borde superior de la vértebra superior y al borde inferior de la vértebra inferior de la curva <sup>[7]</sup>.

## 4. ESPONDILOLISIS Y ESPONDILOLISTESIS

La **espondilolisis** es la interrupción o insuficiencia de la conexión ósea entre las carillas articulares superior e inferior del arco vertebral posterior (*pars interarticularis*) sin desplazamiento. El 85% de los casos afecta a L5 y el 15% restante a L4. En cuanto al estudio radiológico, además de las proyecciones anteroposterior y laterales habituales, hay que realizar proyecciones oblicuas, pues es la única forma de objetivar el defecto de la *pars interarticularis*. En las proyecciones oblicuas de un paciente sano, observamos la imagen en forma de "perro" formada por las siluetas de los pedículos, las láminas

y las articulaciones interapofisiarias. En la espondilolisis, se observa "la decapitación del cuello del perro". Suele ser el paso previo a la espondilolistesis <sup>[9]</sup>.

La **espondilolistesis** es una deformidad de la columna vertebral que supone el deslizamiento anterior de una vértebra sobre su inmediata inferior. Para que se produzca, es necesaria la ruptura o alargamiento del arco posterior en el istmo o *pars interarticularis*. Los dos tipos más frecuentes son la degenerativa, en personas mayores, y la ístmica, en niños y adolescentes. Las radiografías en supino no muestran la espondilolistesis hasta en el 20% de los pacientes. Las imágenes en flexión y extensión pueden revelar deslizamientos sutiles o inestables que se acentúan con la flexión y se reducen con la extensión (Figura 4) <sup>[9,10]</sup>.

### 4.1. Grado de desplazamiento

Siguiendo la **clasificación de Meyerding** <sup>[9]</sup> se divide la superficie superior de S1 en cuatro cuartos y se mide la cantidad de desplazamiento de L5 con respecto a S1 (Figura 4):

- **Tipo I:** 0-25% de desplazamiento.
- **Tipo II:** 26-50% de desplazamiento.
- **Tipo III:** 51-75% de desplazamiento.
- **Tipo IV:** 76-100% de desplazamiento.
- **Tipo V:** >100% (espondiloptosis).

### 4.2. Alineación pelvirraquídea

Existe un creciente interés en la relación de la pelvis y la columna vertebral y el desarrollo y progresión de la espondilólisis y la espondilolistesis.

Algunos de los parámetros principales son: medición de la lordosis lumbar, inclinación sacra, basculación pélvica y la incidencia pélvica. Esta última es una constante anatómica, el resto varía con la posición (Figura 5) <sup>[6,9,10]</sup>.

- **Versión o inclinación pélvica (PT):** ángulo formado por la recta que une el medio del platillo sacro con el eje bi-coxo-femoral y la vertical ( $10^\circ-15^\circ$ ). Varía en función de la posición de la pelvis.
- **Pendiente sacra (SS):** ángulo formado por el platillo superior de S1 y la horizontal ( $37^\circ \pm 9^\circ$ ). Varía en función de la versión pélvica. Si la pendiente sacra es mayor de  $45^\circ$  habrá tendencia a la progresión de la lesión.
- **Incidencia pélvica (PI):** ángulo formado por la perpendicular al platillo sacro en su punto medio y la recta que une el medio del platillo sacro al medio

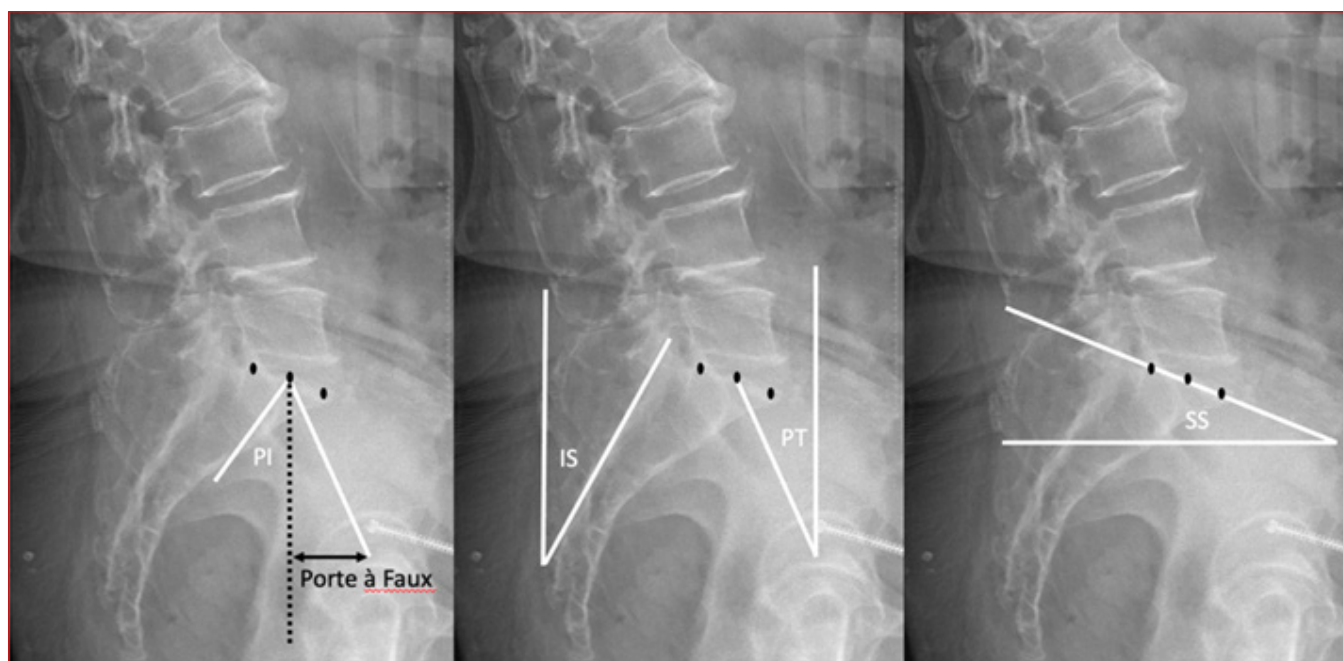


Figura 5. PI: incidencia pélvica; PT: inclinación pélvica; SS: pendiente sacra; IS: inclinación sacra.

del eje bi-coxo-femoral ( $53^{\circ} \pm 10^{\circ}$ ). Valor constante para cada individuo. A mayor incidencia pélvica, el sacro está más horizontalizado y, por lo tanto, es necesaria una lordosis lumbar compensatoria mayor.  $PI=PT+SS$ .

- **Ángulo de lordosis:** ángulo formado por la tangente al platillo superior de L1 y la tangente al platillo inferior de L5 ( $45^{\circ} \pm 9^{\circ}$ ).
- **Sagittal vertical axis (SVA):**  $<5$  cm. Eje vertical sagital. Distancia entre la línea de plomada de C7 (ver apartado 3.1.1.1) hasta la esquina posterior de platillo superior de S1.
- **Inclinación sacra:** formada por la línea tangencial que pasa por el borde posterior del cuerpo de S1 y otra elevada en forma perpendicular a la base de la placa radiográfica. Normalmente mayor de  $30^{\circ}$  abierto hacia delante. En la espondilolistesis, el sacro se desplaza en retroversión.
- **Ángulo de desplazamiento:** se obtiene trazando una línea tangencial al borde inferior de L5 y otra perpendicular al borde posterior del sacro. A medida que este ángulo es mayor, el riesgo de deslizamiento es también mayor (Figura 4).
- **Porte á faux:** distancia entre la vertical sobre el punto medio del disco L5-S1 y el centro de las cabezas femorales (2,5 cm). Varía en función de la versión pelviana. Si esta distancia disminuye, la pelvis estará en anteversión, si aumenta, la pelvis estará en retroversión.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Humphry S, Clarke A, Hutton M, Chan D. Erect radiographs to assess clinical instability in patients with blunt cervical spine trauma. *JBJS*. 2012 Dec 5;94(23):e1741-4.
2. Vaccaro AR, et al. AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System: Fractures and Dislocations. *Global Spine J*. 2016;6(1):7-20.
3. Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM (eds). Tornetta P. Rockwood and Green's Fractures in adults. 7th edition 2010.
4. Fischgrung JS. Columna Vertebral. *Orthopaedic Knowledge Update 9*. AAOS. Año 2008.
5. Vu C, Gendelberg D. Classifications in Brief: AO Thoracolumbar Classification System. *Clin Orthop Relat Res*. 2020 Feb;478(2):434-40.
6. Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. *Eur Spine J*. 2019;28:1889-905.
7. Meary RF, Albert TJ. *Spinal Deformities: The Essentials*, Second Edition. Thieme; 2014 Aug 20.
8. Jiménez Cosmes L, Palomino Aguado B. *Trastornos de la estática vertebral, dolor y discapacidad*. 1a Edición. Año 2010.
9. Rangwalla K, Filley A, El Naga A, Gendelberg D, Baldwin A, Maziad A, et al. Degenerative lumbar spondylolisthesis: review of current classifications and proposal of a novel classification system. *Eur Spine J*. 2024 May;33(5):1762-72.
10. Ying Li, M. Timothy Hresko. Radiographic Analysis of Spondylolisthesis and Sagittal Spinopelvic Deformity. *JAAOS*. 2012;20:194-205.