

ANÁLISIS RADIOLÓGICO DE LA DEFORMIDAD ESPINAL DEL ADULTO.

Dra. Pilar Márquez Sánchez.
Hospital Regional Universitario. Málaga

La deformidad espinal del adulto (DEA) o escoliosis del adulto está ocasionada por un amplio grupo de patologías (envejecimiento, síndrome de la espalda plana, cifosis postraumática, artropatías inflamatorias, etc.) con distinta presentación clínica y un amplio espectro radiológico que se ha convertido en un problema de salud por el envejecimiento de la población.

La prevalencia de la escoliosis del adulto es superior al 60% de la población senil y la indicación más importante del tratamiento de este grupo de pacientes es disminuir el DOLOR y la DISCAPACIDAD. En pacientes sintomáticos, el tratamiento quirúrgico es más eficaz que el médico para reducir el dolor.

Durante el envejecimiento va disminuyendo la lordosis lumbar por la combinación de la degeneración discal y la escasa compensación muscular al mismo tiempo que aumenta la cifosis dorsal, de modo que la combinación de estos factores incrementa el desequilibrio sagital. Además, conforme aumenta la inclinación hacia delante del paciente, la fuerza de la gravedad hace que esta inclinación vaya aumentando, creando un círculo vicioso. Para intentar compensarlo hay varios mecanismos (Fig. 1):

- Al principio se produce extensión de la columna dorsal que aumenta la lordosis lumbar contrayendo los músculos paraespinales, lo que ocasiona cansancio del paciente (A).
 - Posteriormente se produce retroversión de la pelvis para aumentar la inclinación pélvica y mantener el eje vertebral sagital. Esto requiere contraer los músculos extensores (B).
 - El siguiente proceso es flexionar las rodillas para intentar aumentar la inclinación pélvica (C).
 - Finalmente se produce un claro desequilibrio anterior (D).
- Todos estos mecanismos acaban ocasionando dolor y cansancio de los pacientes.

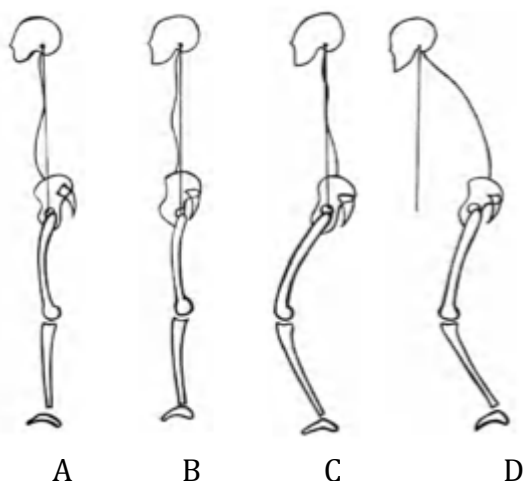


Fig. 1. Tipos de equilibrio sagital.

El análisis radiológico es fundamental tanto para definir el grado de deformidad como para planear el tratamiento quirúrgico. Hemos intentado hacer un resumen de las mediciones más empleadas en la valoración del desequilibrio sagital del adulto, que esperamos os sean de utilidad.

DESARROLLO DE LAS CLASIFICACIONES.

Los primeros estudios de la DEA se hacían con teleRX AP donde se medía el ángulo de Cobb. Sin embargo, posteriormente se realizaron varios sistemas de clasificación, cada uno con sus ventajas e inconvenientes. Uno de los iniciales fue el de Aebi, basado en 4 grupos según la etiología. Aunque era simple, la planificación quirúrgica no era sencilla.

Posteriormente la Scoliosis Research Society (SRS) realizó un nuevo sistema de clasificación, que definía 7 tipos de curvas (6 coronales y 1 sagital) y 3 modificadores. Aunque era muy descriptivo, no era útil en la práctica por no tener en cuenta parámetros clínicos.

Más tarde Schwab hizo su primera clasificación enfatizando en los parámetros clínicos. Definió 5 tipos de curvas y 2 modificadores. Permitía predecir los resultados y las complicaciones postquirúrgicas pero estaba limitado porque no incluía medidas espino-pélvicas.

Lafage demostró la importancia de la pelvis como regulador entre la columna y las extremidades en la evaluación sagital e introdujo determinados parámetros espino-pélvicos que tienen alta correlación con el dolor y la discapacidad de estos pacientes. Estos parámetros son:

SVA: *sagittal vertical axis* (eje vertical sagital).

PT: *pelvic tilt* (inclinación pélvica).

PI: *pelvic incidence* (incidencia pélvica).

SS: *sacral slope* (pendiente sacra).

LL: *lumbar lordosis* (lordosis lumbar).

El **eje vertical sagital (SVA)** se define por la distancia entre la plomada de C7 (C7PL) medida desde el centroide de C7 hasta la esquina pósterio-superior de S1 (Fig. 2).

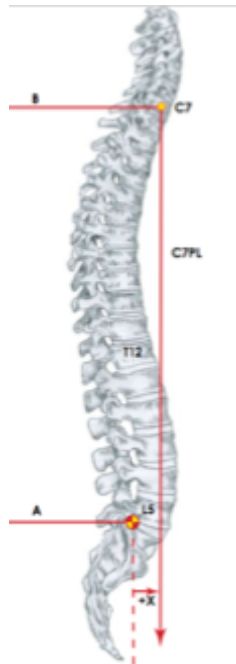


Fig. 2. Medida de C7PL.

La **inclinación pélvica (PT)** es el ángulo formado entre la línea vertical que se origina en el centro de la cabeza femoral y el punto central del platillo vertebral de S1 (Fig. 3). Determina la orientación espacial de la pelvis y es indicador de la rotación pélvica.

Valor normal: 11-15°.



Fig. 3. Medida de la inclinación pélvica.

La **incidencia pélvica (PI)** es el ángulo formado por la línea que une el centro de la cabeza femoral con el punto central de la epífisis de S1 y por otra línea perpendicular al punto central epifisario de S1 (Fig. 4 imagen A). Cuando las cabezas femorales no están correctamente superpuestas se mide desde el punto medio del eje bicoxofemoral, que es un eje que une el centro de ambas cabezas femorales (Fig. 4 imagen B).

La PI es un valor fijo, constante que no se modifica con la rotación pélvica.

Valor normal: 50-55°.

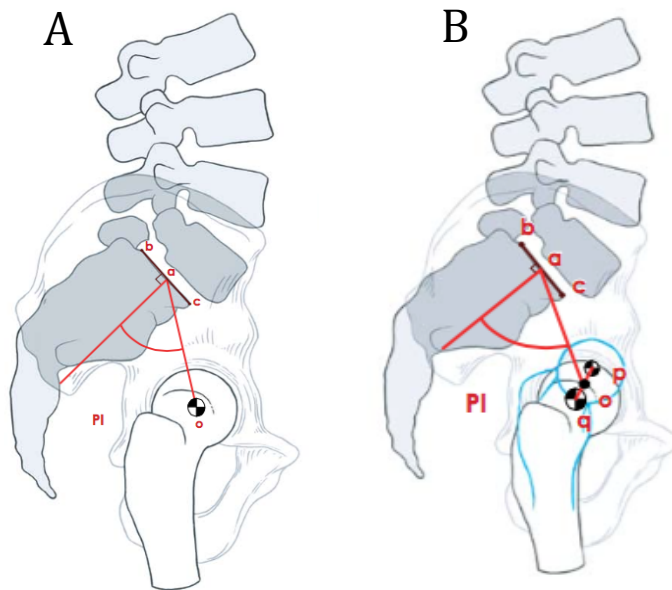


Fig. 4. Medida de la incidencia pélvica.

La **pendiente sacra (SS)** es el ángulo formado entre la línea de referencia horizontal (*HRL: horizontal reference line*) y la línea del platillo vertebral de S1 (Fig. 5 imagen A).

Los trabajos de Duval-Beaupere demostraron que hay una relación geométrica de los parámetros pélvicos mediante la siguiente relación (Fig. 5 imagen B):

$$PI = SS + PT$$

El PI se mide sobre estructuras anatómicas fijas mientras que el PT y SS dependen de la posición del sacro con respecto a las cabezas femorales, que es variable en bipedestación, sedestación o decúbito.

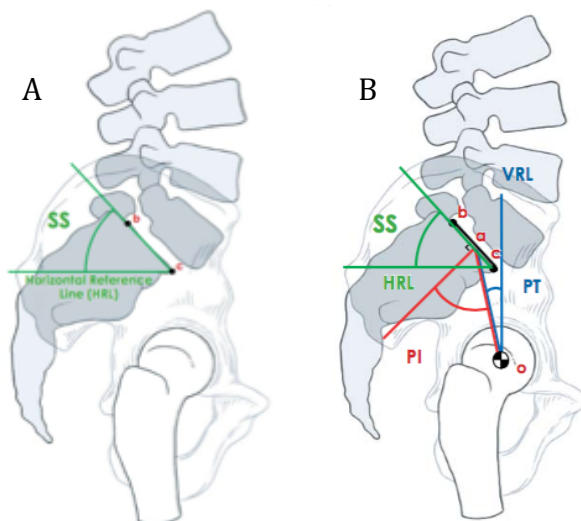


Fig. 5. Medida de la pendiente sacra.

El ángulo de la **lordosis lumbar (LL)** se mide entre el platillo superior de L1 y el platillo superior de S1 (Fig. 6).

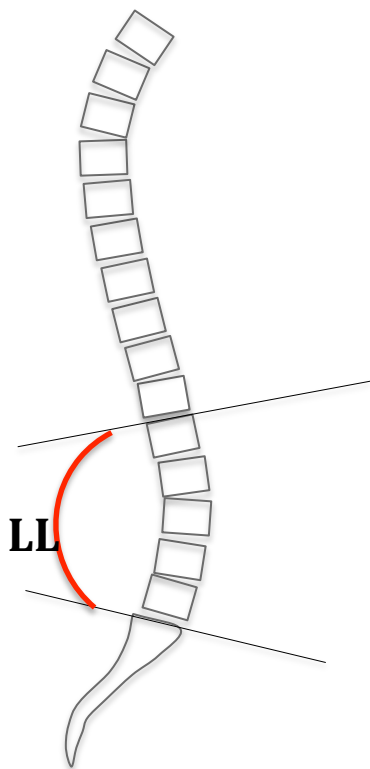


Fig. 6. Medida de la lordosis lumbar.

Finalmente todos estos parámetros se tuvieron en cuenta en la clasificación de la SRS-Schwab, que describe las deformidades vertebrales e incluye los parámetros espino-pélvicos.

A diferencia de la escoliosis idiopática del adolescente donde la clasificación de Lenke está ampliamente establecida, no sucede lo mismo en la deformidad vertebral del adulto. La clasificación más empleada es la de SRS-Schwab, cuyos resultados están correlacionados con la calidad de vida de los pacientes y con parámetros del índice de discapacidad de Oswestry (ODI: *Oswestry Disability Index*). Vamos a describir esta clasificación y el ángulo pélvico T1, no incluido en ésta.

CLASIFICACIÓN DE SRS- SCHWAB.

En esta clasificación se describen dos componentes:

- Tipo de curva coronal, que localiza y gradúa las curvas escolióticas.
- Modificadores sagitales, que definen la severidad de la deformidad.

En esta clasificación se definen 4 tipos de curvas coronales y 3 modificadores sagitales. El **TIPO DE CURVA** se describe en el plano coronal, mientras que los componentes sagitales de la deformación se definen por los **3 MODIFICADORES**.

Las medidas radiológicas se realizan sobre una **teleRX AP y lateral**.

El **TIPO DE CURVA** se mide en la teleRX AP según la técnica de Cobb. Se definen 4 tipos de curvas:

- **Curva tipo T:** pacientes con curva torácica mayor de 30° (nivel apical en T9 o superior) con curva lumbar menor de 30° .
- **Curva tipo L:** pacientes con curva lumbar o toracolumbar mayor de 30° (nivel apical en T10 o inferior) con curva torácica menor de 30° .
- **Curva tipo D:** pacientes con doble curva mayor (torácica y toracolumbar/lumbar) mayores de 30° cada una.
- **Curva tipo N:** pacientes sin curvas coronales mayores de 30° , es decir, normal.

TIPOS DE CURVAS EN EL PLANO CORONAL

T: TORÁCICA.

Curva torácica $> 30^\circ$
Nivel apical en T9 o superior
Con curva lumbar $< 30^\circ$

L: TORACOLUMBAR/LUMBAR

Curva toracolumbar o lumbar $> 30^\circ$
Nivel apical en T10 o inferior
Con curva torácica $< 30^\circ$

D: CURVA DOBLE

Curva torácica y toracolumbar/lumbar $> 30^\circ$

N: SIN DEFORMIDAD CORONAL

Todas las curvas son $< 30^\circ$

Los **3 MODIFICADORES SAGITALES** se miden en la teleRX lateral y son:

- **Modificador PI-LL: Incidencia pélvica – lordosis lumbar.**

Diferencia entre el ángulo de la PI y el ángulo de la LL.

Si el valor de PI-LL es $< 10^\circ$ se clasifican como *modificador PI-LL "0"*.

Si el valor de PI-LL está entre $10-20^\circ$ se clasifican como *modificador PI-LL "+"*.

Si el valor de PI-LL es $> 20^\circ$ se clasifica como *modificador PI-LL "++"*.

Este modificador es interesante en la planificación quirúrgica. A los pacientes con un modificador PI-LL ++ se les debe de añadir 10° de más de LL para restaurar la relación fisiológica entre PI y LL.

- **Modificador de alineación global.**

Utiliza los valores del eje sagital vertical (SVA: *Sagittal Vertical Axis*). El SVA se define por la distancia entre la plomada de C7 y la esquina pósterio-superior de S1.

Si la distancia es < 40 mm se clasifica como *SVA modificador "0"*.

Si la distancia esta entre 40-95 mm se clasifica como *SVA modificador "+"*.

Si la distancia es mayor de 95 mm se clasifica como *SVA modificador "++"*.

- **Modificador de la inclinación pélvica (PT *Pelvic Tilt*).**

Indica el grado de anteversión pélvica que es un mecanismo compensador de la alineación sagital.

Es el ángulo formado entre la línea que une el punto medio del sacro con el punto medio del eje bicoxofemoral y la vertical.

Si el PT es menor de 20º se clasifica como *Modificador PT "0"*.

Si el PT esta entre 20 y 30º se clasifica como *Modificador PT "+"*.

Si el PT es mayor de 30º se clasifica como *Modificador PT "++"*.

MODIFICADORES SAGITALES

| | | |
|---|--|--|
| <p style="text-align: center;">PI-LL</p> <p style="font-size: small;">Incidencia pélvica - lordosis lumbar</p> <p>0 : < 10º</p> <p>+: 10-20º</p> <p>++ : > 20º</p> | <p style="text-align: center;">ALINEACIÓN GLOBAL</p> <p style="font-size: small;">SVA: Sagittal Vertical Axis</p> <p style="text-align: center;">0: SVA < 40 mm</p> <p style="text-align: center;">+ : SVA 40-95 mm</p> <p style="text-align: center;">++ : SVA > 95 mm</p> | <p style="text-align: center;">ÁNGULO PÉLVICO</p> <p style="font-size: small;">PT: Pelvic Tilt</p> <p style="text-align: center;">0: PT < 20º</p> <p style="text-align: center;">+ : PT 20-30º</p> <p style="text-align: center;">++ : PT > 30º</p> |
|---|--|--|

Todos estos valores determinados sobre teleRX se emplean para calcular el tipo y grado de osteotomía correctiva que deben de realizar los traumatólogos, aunque el tipo de técnica quirúrgica y la indicación de cada una de ellas sobrepasan la finalidad de este resumen. Las más empleadas son:

- Osteotomía de sustracción pedicular.
- Osteotomía posterior.
- Resección de la columna vertebral.

La **osteotomía de sustracción pedicular o de resección posterior en cuña de las 3 columnas** se usó inicialmente en pacientes con desequilibrio del plano sagital por espondilitis anquilosante, aunque actualmente también se emplea en patología degenerativa. Puede corregir hasta 30-40º en el plano sagital en cada nivel intervenido. Se suele realizar en L2 y L3 donde se localiza con más frecuencia el vértice de la lordosis lumbar. Se hace una resección vertebral transpedicular en cuña que se extiende desde los elementos posteriores a los pedículos hasta la cortical anterior del cuerpo vertebral. Así se consigue acortar la columna posterior sin alargar la anterior (Fig.7).

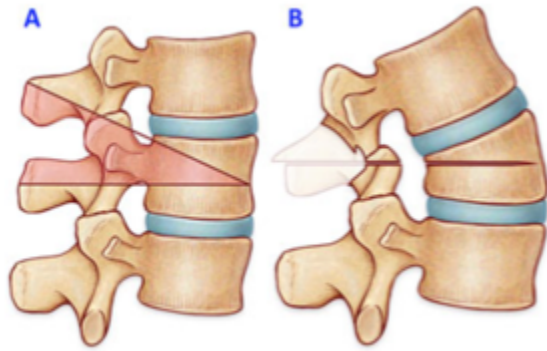


Fig. 7. Osteotomía de sustracción pedicular. (<https://www.srs.org>)

La **osteotomía posterior o de Smith-Petersen** se suele realizar en pacientes con desequilibrio sagital degenerativo, aunque en su inicio también fue empleada en pacientes con espondilitis anquilosante. Se resecan los elementos posteriores (las láminas, ligamentos amarillos y apófisis articulares superiores e inferiores). Cada mm de resección permite la corrección de 1º, de modo que se puede corregir hasta 10º en cada nivel intervenido por término medio.

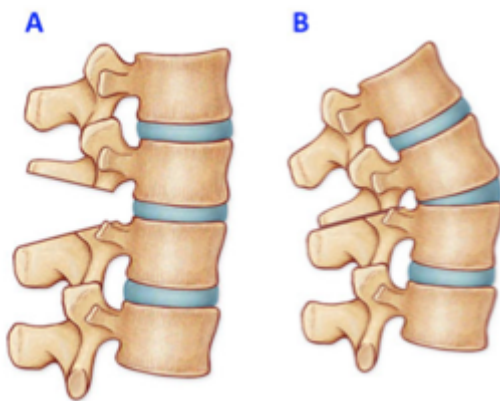


Fig. 8. Osteotomía posterior o de Smith-Petersen. (<https://www.srs.org>)

La **resección de la columna vertebral** se realiza cuando la alteración de la alineación es tan extensa y grave que no es corregible con otras técnicas, y suele haber desequilibrio en el plano sagital y coronal. En su origen era la técnica de elección para escisión de tumores o de hemivértebras, corrección de espondiloptosis y de cifosis congénita. Se realiza resección de uno o varios cuerpos vertebrales, los discos craneal y caudal, elementos posteriores y pedículos mediante un abordaje anterior y posterior combinado o posterior aislado (Fig. 9). Posteriormente se reconstruye el defecto óseo mediante jaula metálica, injerto óseo y tornillos transpediculares con barras para estabilizar el segmento intervenido.

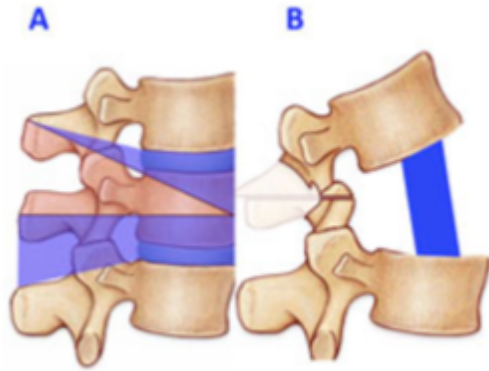


Fig. 9. Resección de la columna vertebral. (<https://www.srs.org>)

ANGULO PÉLVICO T1 (TPA: T1 pelvic angle).

Es una nueva medida de la magnitud de la deformidad espinal toracolumbar en el desequilibrio espino-pélvico que relaciona la inclinación del tronco y la retroversión pélvica y valora el grado de deformidad toracolumbar. Combina información del SVA y del PT simultáneamente y no se afecta por los mecanismos compensatorios.

Se define por el ángulo formado por la línea que se dibuja entre el centroide de T1 y el eje de las cabezas femorales, y por la línea que une el eje de las cabezas femorales con el punto medio del platillo de S1 (Fig. 10). Sus valores se dividen en <math><10^\circ</math>, $10-20^\circ$, $21-30^\circ$ y $>30^\circ$. Su valor elevado está correlacionado con mala calidad de vida, dolor y discapacidad, según varias escalas clínicas.

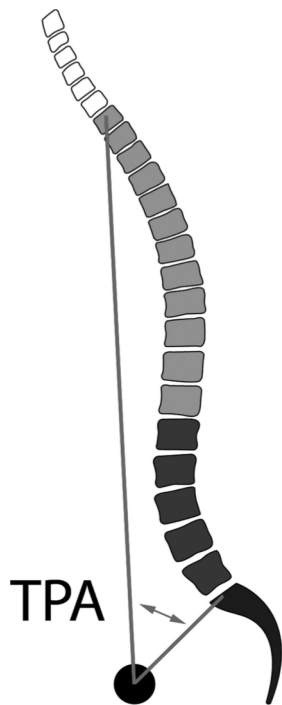
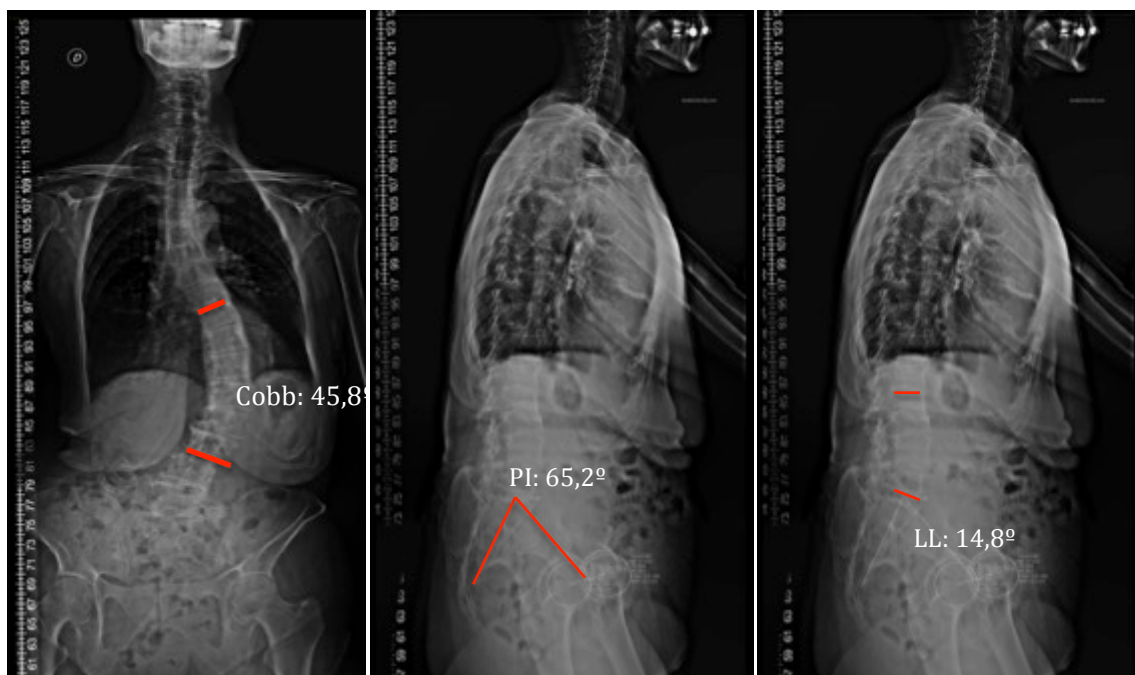


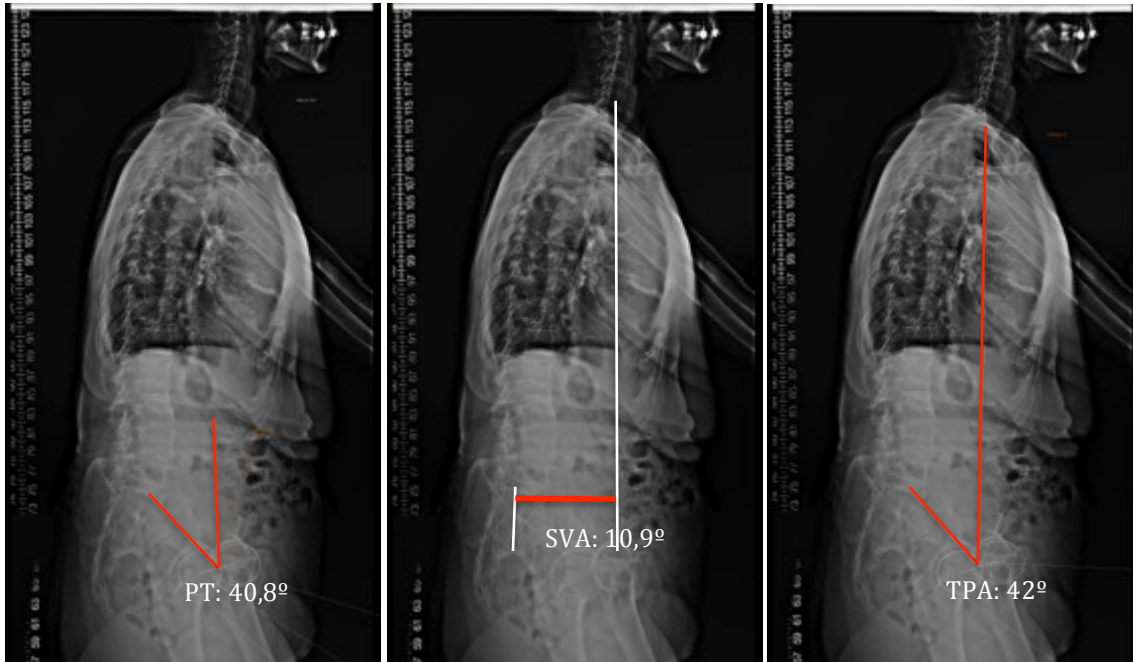
Fig. 10. Cálculo del TPA.

Se ha demostrado que el TPA está correlacionado con otros parámetros radiológicos, como el SVA, PT, PI, LL y con tests clínicos de discapacidad, como el ODI (Oswestry Disability Index) y otros. Un valor de TPA > 20° está fuertemente relacionado con una discapacidad severa de los pacientes. Además el valor del TPA y el PT predicen una mayor discapacidad cuando el TPA aumenta y el PT disminuye.

Vamos a ver algunos ejemplos sobre estas medidas:

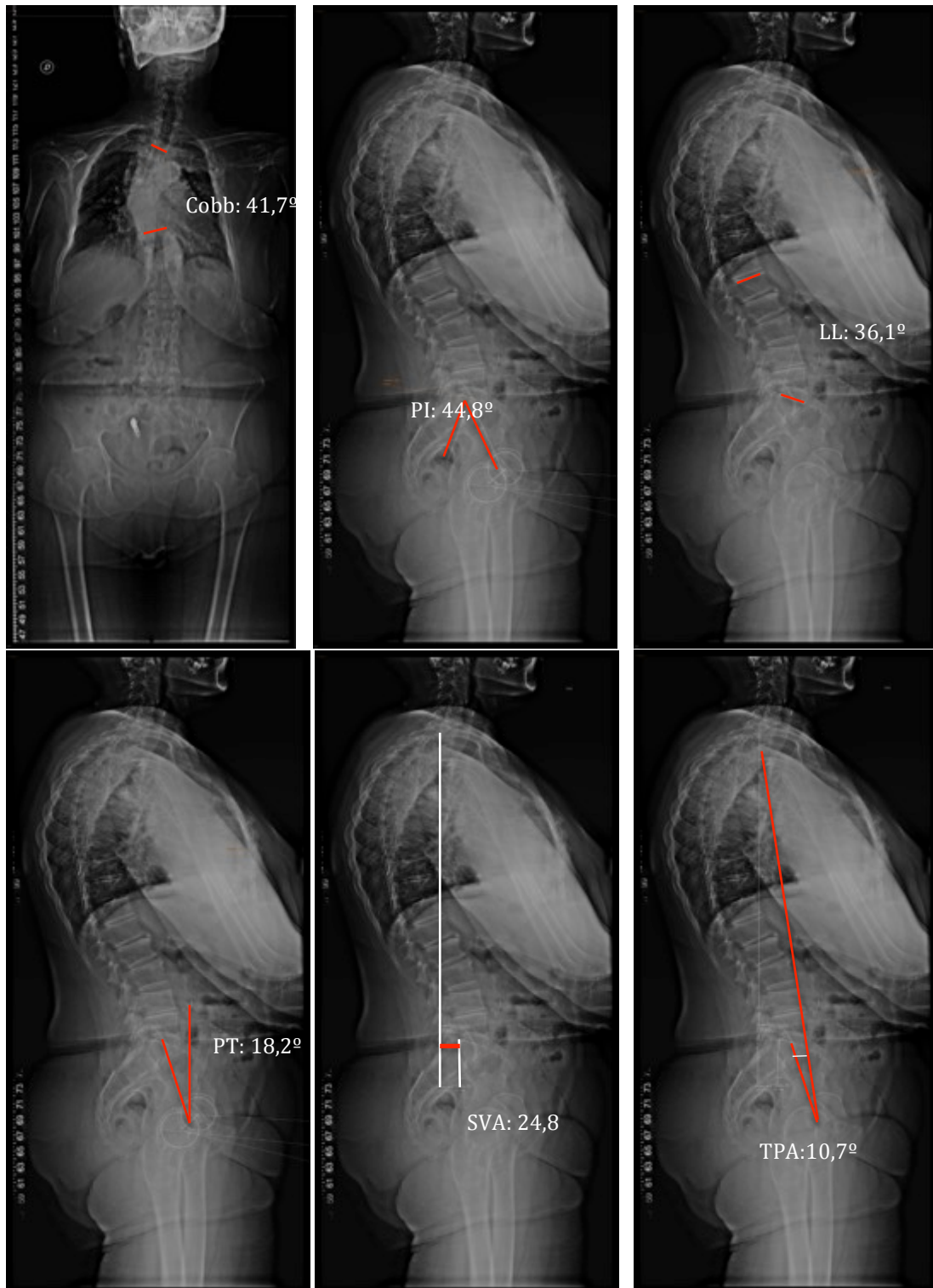
1) Mujer de 64 años con dolor de columna y deformidad:





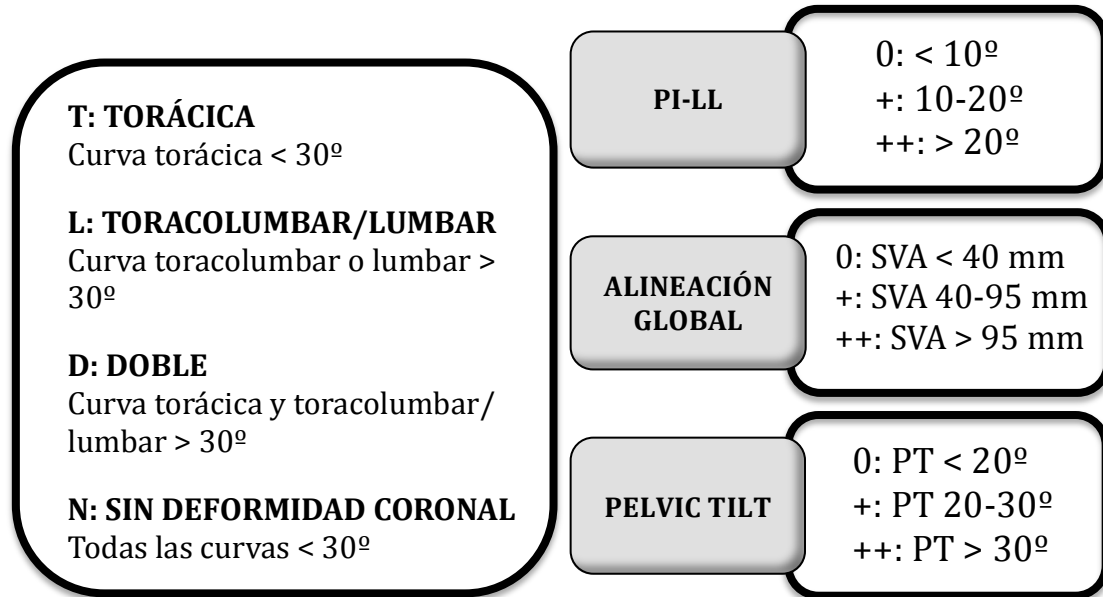
En este caso la curva mayor es lumbar con ápex en L1 y ángulo de 45,8°. El PI-LL es 50,4° (PI=65,2°; LL= 14,8°), el PT es de 40,8°, el SVA es de 10,9 cm y el TPA mide 42°. El paciente tiene una curva coronal tipo L con los siguientes modificadores sagitales: PI-LL ++, PT ++ y SVA ++.

2) Paciente mujer de 72 años con dolor vertebral que va incrementando con el tiempo y signos de estenosis de canal.



En este otro caso, la curva mayor es torácica, con ápex en T6 y un ángulo de 41,7°. El PI-LL es de 8,7° (PI= 44,8°; LL= 36,1°), el PT es de 18,2°, el SVA de 2,4 cm y el TPA de 10,7°. Este paciente tiene una curva coronal tipo T y los modificadores sagitales son: PI-LL 0; PT 0 y SVA 0.

RESUMIENDO:



BIBLIOGRAFÍA.

1. Diebo BG, Varghese JJ, Lafage R, Schwab FJ, Lafage V. **Sagittal Alignment of the Spine: What do You Need to Know?** Clin Neurol Neurosurg. 2015; 139:295-301.
2. Bess S, Schwab F, Lafage V, Shaffrey C I, Ames C P. **Classifications for Adult Spinal Deformity and Use of the Scoliosis Research Society-Schwab Adult Spinal Deformity Classification.** Neurosurg Clin N Am. 2013; 24:185-193.
3. Galbusera F, Lovi A, Bassani T, Brayda-Bruno M. **MR Imaging and Radiographic Imaging of Degenerative Spine Disorders and Spine Alignment.** Magn Reson Imaging Clin N Am. 2016; 24:515-522.
4. Ha KY, Jang WH, Kim YH, Park DC. **Clinical Relevance of the SRS-Schwab Classification for Degenerative Lumbar Scoliosis.** Spine (Phila Pa 1976). 2016; 41(5):E282-E288.
5. Hallager DW, Hansen LV, Dragsted CR, Peytz N, Gehrchen M, Dahl B. A **Comprehensive Analysis of the SRS-Schwab Adult Spinal Deformity Classification and Confounding Variables.** Spine (Phila Pa 1976). 2016; 41(10):E589-597.
6. Protosaltis T, Schwab F, Bronsard N, Smith JS et al. **The T1 Pelvic Angle, a Novel Radiographic Measure of Global Sagittal Deformity, Accounts for Both Spinal Inclination and Pelvic Tilt and Correlates with Health-Related Quality of Life.** J Bone Joint Surg Am. 2014; 96(19):1631-1640.
7. Ryan DJ, Protosaltis TS, Ames CP, Hostin R et al. **T1 Pelvic Angle (TPA) Effectively Evaluates Sagittal Deformity and Assesses Radiographical Surgical Outcomes Longitudinally.** Spine (Phila Pa 1976). 2014; 39(15):1203-1210.
8. Schwab F, Ungar B, Blondel B, Buchowski J et al. **Scoliosis Research Society-Schwab Adult Spinal Deformity Classification.** Spine (Phila Pa 1976). 2012. 37(12): 1077-1082.
9. Smith JS, Klineberg E, Schwab F, Shaffrey CI et al. **Change in Classification Grade by the SRS-Schwab Adult Spinal Deformity Classification Predicts**

- Impact on Health-Related Quality of Life Measures.** Spine (Phila Pa 1976). 2013; 38(19):1663-1671.
10. Smith JS, Klineberg E, Schwab F, Shaffrey CI et al. **Change in Classification Grade by the SRS-Schwab Adult Spinal Deformity Classification Predicts Impact on Health-related Quality of Life Measures.** Spine (Phila Pa 1976). 2013; 38(19): 1663-1671.
 11. Soroceanu A, Diebo BG, Burton D, Smith JS et al. **Radiographical and Implant-Related Complications in Adult Spinal Deformity Surgery.** Spine (Phila Pa 1976). 2015; 40(18): 1414-1421.
 12. Terran J, Schwab F, Shaffrey CI, Smith JS et al. **The Schwab Adult Spinal Deformity Classification: Assessment and Clinical Correlations based on a Prospective Operative and Nonoperative Cohort.** Neurosurgery. 2013; 73(4):559-568.