

## El balance sagital en la columna lumbar degenerativa

Ramiro Ramírez Gutiérrez,\* Juan José Ramírez Minor,\*  
Manuel Sánchez Lugo,\* Brenda Juárez León\*

### RESUMEN

Durante los últimos años, debido al número cada vez mayor de pacientes de edad avanzada que requieren tratamiento quirúrgico o el uso de tornillos pediculares en aquéllos con osteoporosis, la pérdida del balance sagital ha tomado mayor relevancia entre los cirujanos de columna. Existen muchos artículos publicados del uso de osteotomías correctivas para deformidades graves; sin embargo, en la práctica diaria, en la mayoría de los pacientes que se presentan con enfermedad degenerativa discal que han perdido lordosis lumbar de leve a moderada, ésta se compensa por el resto de la columna, pero si el paciente va a ser sometido a un tratamiento quirúrgico estabilizador, debe contemplarse la máxima restauración posible de esta pérdida y evitar toda maniobra que pudiera afectarla. El tratamiento de la espondilosis y espondilolistesis continúa siendo un reto terapéutico para los cirujanos ortopedistas y neurocirujanos involucrados en su manejo quirúrgico. En los casos de espondilolistesis se ha demostrado claramente, sobre todo en la década pasada, que la morfología espino-pélvica es anormal y que puede estar asociada a una orientación sacro-pélvica anormal así como a un desbalance global de la columna, por lo que es muy importante valorar el balance de toda la columna, aun cuando sea un tratamiento menor o de mínima invasión. En este documento buscamos,

### SUMMARY

*In the latest years, with the increasing number of aging people who requires spinal surgical treatment and with the increasing use of transpedicular screws in osteoporotic bone, sagittal imbalance has been taking relevance among spine surgeons. There are already a good amount of literature regarding the use of corrective osteotomies for major deformities, however, in daily practice, the typical patient is the one who has a degenerative disc disease who has lost minimal to moderate lordosis that is well tolerated by the rest of the spine. If we are to surgically treat this patient we must acknowledge this loss and aim to correct it to the maximum possible extent and avoid all the factors that might aggravate it. Spondylolisthesis and spondylolysis treatment remains a therapeutic challenge for the orthopedic surgeons and neurosurgeons involved with the surgical treatment of these cases. In spondylolisthesis, it has been clearly demonstrated over the last decade that spino-pelvic morphology is abnormal and that it can be associated to an abnormal sacro-pelvic orientation as well as to a disturbed global sagittal balance of spine making it very important to assess the balance of the spine as a whole even when the planned procedure is a minor one or a minimal invasive one. In this document we aim for two main goals: to demonstrate the parameters to measure sagittal imbalance*

www.medigraphic.org.mx

\* Médico Ortopedista con Especialidad en Cirugía de Columna Vertebral.

Domicilio para correspondencia:  
Dr. Ramiro Ramírez Gutiérrez  
Río San Juan No. 200, Cons. 302,  
Colon Miravalle, Monterrey, NL., 64660, México.  
Correo electrónico: ramirorestaura@gmail.com

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

por una parte, hacer conciencia de los parámetros que miden el balance sagital, y por otra, establecer estrategias para restaurarlo durante el tratamiento quirúrgico.

**Palabras clave:** Balance sagital, espondilolistesis, síndrome de espalda plana iatrogénica, enfermedad discal degenerativa, lordosis lumbar, ángulo lumbosacro, incidencia pélvica, inclinación pélvica.

*and the strategies to restore it during surgical treatment.*

**Key words:** *Sagittal Balance, spondylolisthesis, iatrogenic flat back syndrome, degenerative disc disease, lumbar lordosis, lumbosacral angle, pelvic incidence, pelvic tilt.*

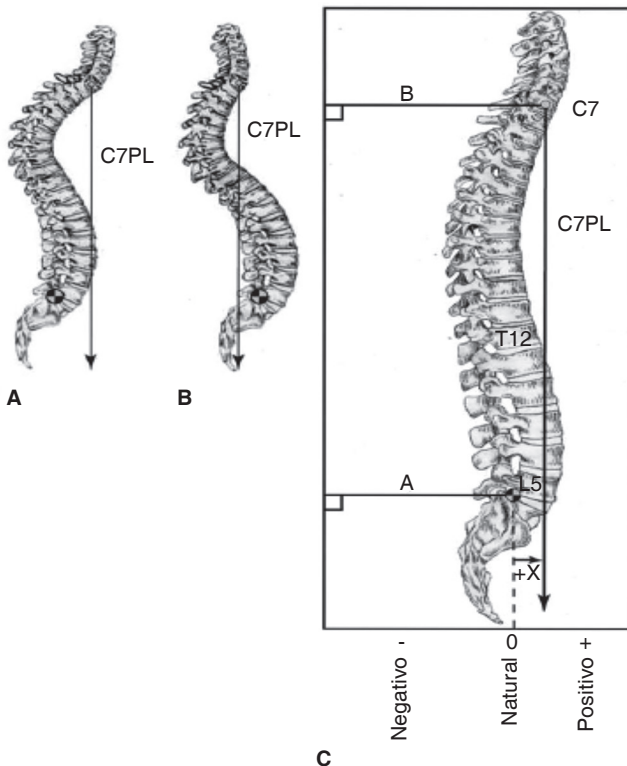
## INTRODUCCIÓN

Se le llama desequilibrio sagital fijo a la condición en la que un paciente presenta la línea de soporte de carga anterior al sacro. Típicamente se presenta con pérdida de la lordosis lumbar o aplanamiento de la misma. La deformidad cifótica fija de la columna lumbar puede causar dificultad al sentarse, alteración del eje sagital total, flexión de caderas y rodillas así como dolor persistente. La causa más común de esta patología es la enfermedad discal degenerativa (EDD), cuando en su manejo quirúrgico se considere la instrumentación rígida o dinámica, los cirujanos debemos esforzarnos por restablecer al máximo la lordosis del segmento; sin embargo en muchas ocasiones, con el objetivo de ampliar el espacio foraminal, se otorga distracción posterior, por lo que este ángulo puede verse aún más afectado. Respecto al síndrome de la espalda plana iatrogénica, la instrumentación rígida del segmento lumbosacro es la etiología más frecuente.

## ANTECEDENTES

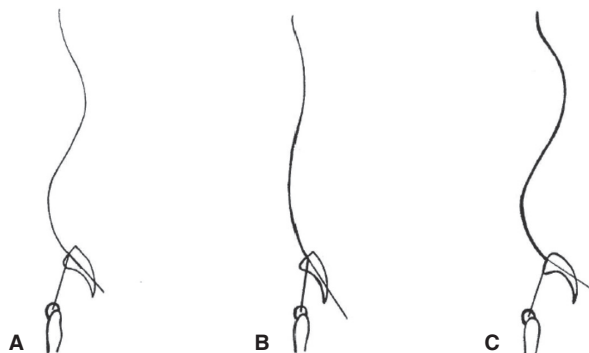
La columna torácica cifótica y el segmento lumbar lordótico usualmente caracterizan la alineación sagital de la columna vertebral. Estas curvas recíprocas de la columna vertebral ayudan a mantener una postura estable con un consumo mínimo de energía, a absorber la carga aplicada a la columna vertebral y a aumentar la eficiencia de la musculatura espinal. Además, la forma y orientación de cada segmento anatómico están estrechamente relacionadas e influyen en el segmento adyacente.<sup>2</sup> Diversos estudios se han publicado para la medición de la alineación sagital de poblaciones normales que describen las características de las curvaturas torácicas y lumbares y la asociación entre la columna lumbar, el sacro y la pelvis. Recientemente se le ha dado mayor reconocimiento a la importancia del contorno del plano sagital en el tratamiento de deformidades espinales complejas. Aunque un procedimiento de fusión puede ser exitoso en el alivio del dolor de espalda y la estabilización de los segmentos fusionados, el aumento en la carga de los niveles adyacentes a la instrumentación y/o fusión rígida puede llevar a la degeneración acelerada de los segmentos adyacentes no fusionados y una de las causas principales para que ocurra este fenómeno es no haber logrado una restauración apropiada de la lordosis lumbar (LL).<sup>2</sup>

En el tratamiento del conducto lumbar estrecho (CLE) con espondilosis degenerativa, un problema coexistente frecuente es un desequilibrio vertebral sagital global. En años recientes se ha reconocido ampliamente la importancia de la asociación entre el equilibrio sagital global y calidad de vida en pacientes con deformidad de la columna degenerativa adulta. Por lo tanto, el equilibrio sagital global (ES) es un dilema inevitable a considerar en la estrategia de tratamiento quirúrgico para pacientes con CLE. Debido a que el canal espinal se expande con la flexión hacia adelante, hay una posibilidad de que el desequilibrio sagital global sea inducido por la reducción compensatoria de la LL. Por lo tanto, es cierta la hipótesis de que LL puede aumentar después de la operación y la alineación sagital global puede mejorar en pacientes que se someten a la descompresión del canal lumbar, incluso sin procedimiento correctivo sagital. Aunque Suzuki y cols. han puesto de manifiesto que los pacientes con CLE presentan una inclinación hacia atrás de la pelvis y de flexión hacia adelante del tronco, se conoce poco sobre los cambios en la alineación después de la descompresión del canal lumbar.<sup>3</sup> En pacientes con una deformidad cifótica fija de la columna toracolumbar, la meta de la cirugía con osteotomía es restaurar la biomecánica de la columna vertebral mediante la mejora del contorno sagital de la columna vertebral. Situación que puede



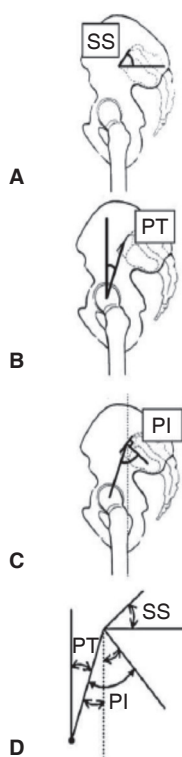
**Figura 1.**

Ejemplos que demuestran la técnica para medir el equilibrio sagital. Positivo (A) y negativo (B) equilibrio sagital de C7 lateral al sacro, medido utilizando la plomada C7 (C7PL). (C) la línea A se extrae de la esquina superior posterior de S1 y es perpendicular al borde vertical de la radiografía. Su longitud se mide en milímetros desde el borde izquierdo de la radiografía. Línea B se dibuja desde el centro del C7 y es perpendicular al borde vertical de la radiografía. Su longitud se mide en milímetros desde el borde izquierdo de la radiografía. Tomado de J Am Acad Orthop Surg. 2009; 17: 378-388.



**Figura 2.**

*Incidencia pélvica (IP). IP normal (A). Si la IP es menor de lo normal se asocia a curvas en la columna poco pronunciadas (B); por el contrario, cuando la IP aumenta se le asocia a curvas superiores a su valor normal (C). Tomado de Rev Ortop Traumatol. 2006; 50: 447-453.*



**Figura 3.**

**(A)** La pendiente del sacro (SS). **(B)** El ángulo de inclinación pélvica (PT). **(C)** El ángulo de incidencia pélvica (PI). **(D)** Relación matemática de los parámetros pélvicos. Tomado de J Am Acad Orthop Surg. 2009; 17: 378-388.

mejorar la postura, la autoestima, el dolor y la comodidad, así como reducir alteraciones respiratorias o viscerales.<sup>1</sup>

### PARÁMETROS DEL PLANO SAGITAL

Para una evaluación adecuada de los pacientes con descompensación sagital de la columna vertebral se requiere en principio el conocimiento de la alineación sagital espinal normal. Los pacientes que tienen el equilibrio sagital normal suelen tener al menos 30° o más de la lordosis lumbar que de la cifosis torácica. La lordosis lumbar alcanza su máximo después de la pubertad y muestra una disminución precipitada después de la séptima década de vida.<sup>1</sup> Recientemente, Kobayashi y cols. evaluaron el efecto del envejecimiento en 100 voluntarios adultos mayores de 60 años de edad a quienes se les dio seguimiento por más de 10 años. El análisis de regresión reveló que la inclinación del sacro fue el único predictor de la lordosis lumbar estable con el envejecimiento. Los autores también demostraron que el determinante más fuerte de la lordosis lumbar es la alineación sacra. La lordosis lumbar apropiada se estimó en 80% de inclinación sacra.<sup>1</sup>

El equilibrio espinopélvico en el plano sagital se ha descrito como una línea que une la cabeza con la pelvis. Dubousset desarrolló el concepto del «cono del equilibrio» (Figura 1). Dentro de este cono, que es un estrecho rango de posi-



**Figura 4.** La línea sagital en T9.  
Tomado de *Rev Ortop Traumatol.* 2006; 50: 447-453.

cionamiento postural, el cuerpo puede permanecer equilibrado sin apoyo externo. A la mayoría de las personas con deformidad sintomática plano sagital no les es posible mantener la posición sin apoyo externo. En esta situación se requiere un mayor esfuerzo por parte de la musculatura accesoria para mantener la postura erguida, para ello es necesario el gasto de energía, lo que lleva a la fatiga y al dolor.<sup>4</sup>

El desequilibrio fijo sagital DFS, también conocido como síndrome de «espalda plana» o descompensación cifótica, se presenta en pacientes que han perdido la lordosis lumbar, dando como resultado balance positivo para la inclinación sagital del tronco con desplazamiento anterior del centro de gravedad, dificultad o incapacidad para mantenerse en pie, dificultades para caminar y que han tenido que utilizar mecanismos de compensación, incluyendo hiperextensión del segmento cervical y torácico, con flexión de la rodillas y la cadera a retroversión.<sup>4</sup>

#### ALINEACIÓN NORMAL

Se caracteriza normalmente por el mantenimiento de la curva cifótica de T1 a T12 y lordótica de L1 a L5 de la columna vertebral. La pelvis, las caderas y rodillas están involucradas en el mantenimiento del balance sagital. Para valorar adecuadamente al paciente con desequilibrio sagital es importante entender lo que es normal de un resultado anormal en relación con la cifosis torácica y lordosis lumbar, así como en lo que respecta al eje vertical sagital (EVS) y

línea de plomada C7 (Figura 1). La columna vertebral torácica debe exhibir aproximadamente de 10° a 40° de cifosis y la columna lumbar debe tener de 40° a 60° de lordosis. El cuerpo vertebral C7 debe pasar dentro de unos pocos milímetros de la esquina posterosuperior de S1 en la radiografía lateral.

#### PARÁMETROS PÉLVICOS

Los parámetros pélvicos en este análisis fueron la incidencia de la pelvis, el sacro y la pendiente de la inclinación pélvica y lordosis lumbar. En la clínica utilizamos los ángulos y distancias siguientes:

1. El ángulo de incidencia pélvica (IP o PI), descrito por Duval-Beaupère, es el ángulo morfológico que considera la pelvis. Está formado por una línea perpendicular a la plataforma del sacro que inicia en la mitad del mismo hacia distal y una segunda línea que va del centro de las cabezas femorales (CCF) a la mitad de la plataforma del sacro. Este ángulo aumenta durante el desarrollo inicial de la marcha y permanece con un valor medio de 51° durante la vida adulta (Figura 2 A). La inci-



**Figura 5.** Ángulo femorotibial.  
Tomado de Rev Ortop Traumatol. 2006; 50: 447-453.



**Figura 6.** La vertical de conductos auditivos externo y centro de cabeza femoral.  
Tomado de Rev Ortop Traumatol. 2006; 50: 447-453.

dencia puede variar de un individuo a otro. Cuando está aumentado, se le asocia a una lordosis lumbar pronunciada, así como a una cifosis torácica y a una lordosis cervical superior a lo normal (tipo dinámico), que corresponde a curvaturas sagitales muy acentuadas. Por el contrario, un ángulo menor de lo normal se asocia a curvas poco pronunciadas (tipo estático) (Figura 2 C y figura 3).

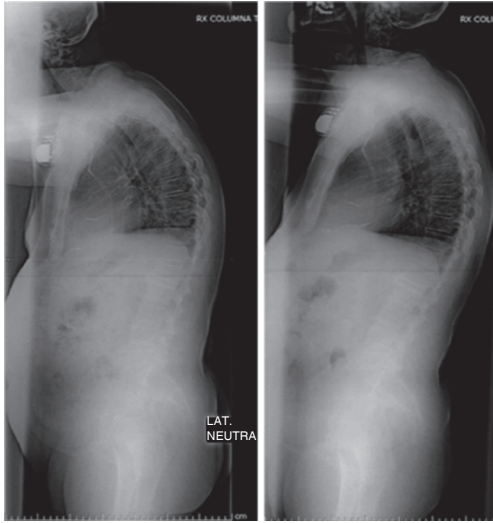
2. El ángulo de versión pélvica o inclinación pélvica (PT) (Figura 3 B), también descrito por Duval-Beaupère para definir la posición de la pelvis en el espacio, está formado por una línea vertical que va de la CCF hacia proximal y una línea que une al CCF con la mitad de la plataforma del sacro. Su valor promedio es de 12°. En el adulto, la PT aumenta con la retroversión de la pelvis, caracterizando un desequilibrio anterior de la columna, ya que se asocia a una disminución de la inclinación sacra (IS) y a una hiperextensión de las caderas. La PT disminuirá e incluso se invertirá en caso de anteversión. Es necesario resaltar que la PT y la IS varían de forma inversa, ya que al sumar estos dos valores el resultado es constante (Figuras 3 B, C y D).
3. La pendiente del sacro (SS) corresponde con el ángulo entre el platillo del sacro y el plano horizontal (36° a 42°). El SS es un parámetro de posición que varía en función del posicionamiento de la pelvis (Figura 3 A).

#### OTRAS MEDICIONES Y ÁNGULOS:

1. La línea sagital en T9 (LS-79) es otro ángulo descrito por Duval-Beaupère que posiciona al tronco considerando la novena vértebra torácica (T9) como centro de gravedad. El ángulo está formado por la vertical que pasa por el CCF y una línea que une al CCF con el centro de T9. El valor medio es de 11° (Figura 4). En caso de desequilibrio anterior, el ángulo disminuye, aunque puede permanecer relativamente constante durante largo tiempo porque la flexión de las rodillas y, sobre todo, la retroversión de la pelvis pueden compensar el desequilibrio anterior.
2. El ángulo femorotibial ha sido descrito por Itoi. Se mide trazando una línea recta que pasa por el eje diáfisario del fémur y una segunda línea que pasa por el eje diáfisario de la tibia en la proyección lateral. Normalmente este ángulo es igual a 0° y si hay una flexión de las rodillas se hace positivo (Figura 5). El equilibrio global puede ser medido por una línea vertical que parte de C7, según la bibliografía anglosajona. Nosotros preferimos tomar como referencia los

conductos auditivos externos (CAE), centros de gravedad de la cabeza, considerándola como vértebra craneal.

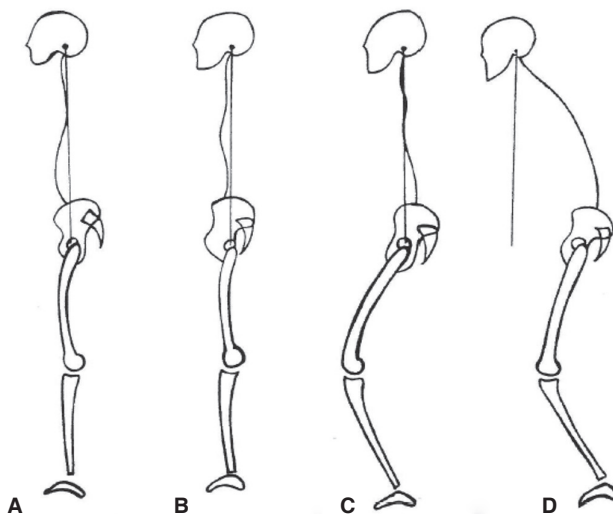
3. La plomada de C7 se obtiene a partir de la vertical que inicia a la mitad de la plataforma inferior de C7 y se valora su relación anterior o posterior con la plataforma del sacro (*Figura 1*).



**Figura 7.** Radiografías del mismo paciente, la foto de la izquierda es la posición que adopta cuando se cansa y en la derecha su postura forzada de corrección. Obsérvese el cambio dramático en la posición de eje de visión.

4. La vertical de CAE permite un estudio más completo de la columna vertebral. Se traza una vertical que pasa por los CAE y esta línea vertical pasa ligeramente por detrás del CCF (*Figura 6*). En la clínica consideramos que hay un equilibrio sagital normal cuando los CAE y el CCF están alineados en la vertical.<sup>17</sup>

Todos estos ángulos y referencias anatómicas nos hacen comprender que es necesario evaluar el equilibrio sagital de la cabeza a los pies, con radiografías en las que se visualicen el CAE y el CCF, sin olvidar la posición de las extremidades inferiores valorada con el ángulo femorotibial,<sup>17</sup> por lo tanto es indispensable al menos el



**Figura 8.**

Los cuatro tipos del equilibrio sagital, (A) equilibrio ideal, (B) equilibrio compensado caracterizado por una retroversión de la pelvis, (C) si no es suficiente se añade la flexión de rodillas, (D) desequilibrio anterior. Tomado de *Rev Ortop Traumatol.* 2006; 50: 447-453.

uso del chasis 14 × 36 en la evaluación. No se considera válido tomar radiografías torácicas y lumbares en forma separada y unir las por medios manuales. Además de que la radiografía debe ser siempre con el paciente en bipedestación, es importante visualizar que en la toma de la imagen el paciente no haya hecho uso de los mecanismos de compensación de flexión de rodillas y caderas. En ocasiones cuando considero que el paciente va hacer uso de estos mecanismos o cuando para mantener el equilibrio sagital el paciente tiene que hacerlo de forma consciente y por periodos cortos, solicito la radiografía lateral de columna completa con posición de reposo o encorvamiento habitual y otra con corrección activa forzada por el propio paciente para que él mismo pueda valorar la diferencia entre ambas radiografías (*Figura 7*).

Para finalizar con los métodos de evaluación, describiremos cuatro tipos diferentes de ES (*Figura 6*):<sup>17</sup>

1. El equilibrio ideal, cuando los CAE están alineados verticalmente con el CCF pero con un PT y un LS-T9 normales para la IP de la persona (*Figura 8 A*).
2. El equilibrio compensado, cuando los CAE están alineados verticalmente con el CCF, pero compensado por una retroversión de la pelvis (*Figura 8 B*) asociada o no a una flexión de rodillas (*Figura 8 C*).
3. Finalmente, el desequilibrio anterior, cuando a pesar de la retroversión de la pelvis y la flexión de las rodillas, la línea vertical de los CAE pasa por delante del CCF (*Figura 8 D*).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Molinari RW. Sagittal plane decompensation. *Curr Opin Orthop*. 2005; 16: 148-151.
2. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Rhim S, Cheh G. An analysis of sagittal spinal alignment following long adult lumbar instrumentation and fusion to L5 or S1: can we predict ideal lumbar lordosis? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006; 31 (20): 2343-2352.
3. Fujii K, Kawamura N, Ikegami M, Niitsuma G, Kunogi J. Radiological improvements in global sagittal alignment after lumbar decompression without fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015; 40 (10): 703-709.
4. Alcívar AE, Jaramillo BC, Villarroel RH. Balance sagital lumbopélvico en pacientes con enfermedad degenerativa lumbar (serie de casos)
5. Vital JM, García SA, Sauri BJC, Soderlund C, Gangnet N, Gille O. Equilibrio sagital y su aplicación en patologías de la columna vertebral. *Rev Ortop Traumatol*. 2006; 50: 447-454.