

Influencia del balance sagital sobre los cambios degenerativos de la columna vertebral (I)

Influence of Sagittal Balance on Degenerative Changes in the Spine (I)

Horacio Inocencio Tabares Neyra^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-6599-4948>

Ernesto Emilio Fleites Marrero² <https://orcid.org/0000-0001-7889-6589>

Horacio Tabares Sáez³ <https://orcid.org/0000-0002-0204-7414>

Roberto Morales Seife³ <https://orcid.org/0000-0001-6316-1846>

¹Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Centro de Investigaciones en Longevidad, Envejecimiento y Salud. La Habana, Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad Comandante Manuel Fajardo. La Habana, Cuba.

³Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Hospital Universitario General Calixto García. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: mlahola@infomed.sld.cu

RESUMEN

Los estudios han determinado la importancia del balance sagital en el desarrollo de entidades degenerativas de la columna vertebral, fundamentalmente de la región lumbar; así como en los resultados de las intervenciones quirúrgicas de estas afecciones.

Es propósito de este trabajo revisar y discutir los conceptos actuales sobre la estabilidad sagital vertebral y lumbar, así como su influencia sobre el proceso degenerativo espinal, de manera fundamental sobre estenosis, espondilolistesis y escoliosis degenerativa.

Existen parámetros pélvicos y parámetros espinales que tienen que tomarse en cuenta para la determinación preoperatoria y posoperatoria del equilibrio sagital. El equilibrio sagital se clasifica en: balance normal, balance compensado y

desbalance. Esto tiene gran importancia para llegar al diagnóstico correcto y aplicar el tratamiento quirúrgico necesario.

Palabras clave: Balance sagital; degeneración vertebral; espondilolistesis.

ABSTRACT

Studies have determined the importance of sagittal balance in the development of degenerative entities of the spine, mainly in the lumbar region; as well as in the results of the surgical interventions of these affections. The purpose of this paper is to review and discuss current concepts on vertebral and lumbar sagittal stability, as well as its influence on the degenerative spinal process, basically on stenosis, spondylolisthesis and degenerative scoliosis. There are pelvic parameters and spinal parameters that have to be taken into account for the preoperative and postoperative determination of sagittal balance. Sagittal balance is classified into normal balance, compensated balance and imbalance. This is very important to reach the correct diagnosis and apply the necessary surgical treatment.

Keywords: Sagittal balance; vertebral degeneration; spondylolisthesis.

Recibido: 26/1/2020

Aprobado: 25/9/2020

Introducción

La enfermedad degenerativa vertebral comprende un grupo de condiciones caracterizadas por la pérdida de la estructura normal de la columna vertebral y consecuentemente, de sus funciones. Esta alteración en la anatomía y la función afecta con mayor frecuencia la zona lumbar vertebral.⁽¹⁾

La degeneración vertebral es consecuencia del envejecimiento fisiológico asociado a cambios que guardan relación con factores tanto de tipo genético como funcionales que actúan sobre la columna vertebral. La enfermedad degenerativa vertebral es la mayor causa de discapacidad crónica. Esta condición, en la

mayoría de las ocasiones es consecutiva a la enfermedad degenerativa discal y se presenta clínicamente como estenosis vertebral degenerativa, espondilolistesis degenerativa, artrosis de las facetas articulares vertebrales y escoliosis degenerativa.⁽²⁾

Durante los pasados 15 años, el análisis del balance sagital de la columna vertebral ha ganado gran importancia no solo para la reconstrucción quirúrgica de la estabilidad vertebral, sino también para explicar la evolución de los cambios degenerativos, principalmente de la región lumbar.⁽³⁾ Numerosos estudios, en individuos saludables, han demostrado la importancia del balance sagital y la angulación espino-pélvica.^(4,5,6) Con el incremento de las fusiones vertebrales quirúrgicas, se han reportado numerosos daños al balance de la columna lumbar.^(6,7)

El balance sagital juega un importante papel en la determinación de las fuerzas compresivas que aplicadas anteriormente actúan sobre los cuerpos y discos vertebrales y aplicadas posteriormente lo hacen sobre las articulaciones facetarias y otros elementos posteriores de la columna vertebral; por ello son muchos los estudios que han examinado el efecto sobre los cambios estructurales discales de las características biomecánicas de cada segmento espinal. Recientemente, *Keorochama*, reportó que la alineación sagital puede alterar la distribución de las cargas sobre la columna espinal, así como la movilidad espinal en general. Ello ejerce una importante influencia sobre la degeneración segmentaria y, lo que puede ser más importante, produce cambios en la cinemática y la carga de peso que influyan sobre la distribución de la degeneración discal a cada nivel espinal.⁽⁸⁾

Esos efectos dañinos al balance sagital vertebral están relacionados con la posición en que es colocada la vértebra al realizar la fusión quirúrgica; la consecuencia es la pérdida de la curvatura lumbar normal, que obliga al paciente a inclinar el tronco hacia atrás.^(9,10,11,12) Igualmente, la presencia de dolor posoperatorio está relacionada con la alteración de los parámetros normales del balance sagital y de la angulación espino-pélvica.⁽⁶⁾

Todo lo mencionado anteriormente ha incrementado el interés en el empleo de los parámetros espino-pélvicos para predecir los resultados del tratamiento quirúrgico en pacientes con enfermedad degenerativa vertebral.^(9,10,11,12) El principal objetivo de los mecanismos de compensación del balance sagital es permitir al sujeto mantenerse en posición erecta. Para ello, la línea de gravedad del cuerpo debe ubicarse entre ambos pies.⁽¹³⁾

Una serie de estudios relacionan el alineamiento sagital con las principales enfermedades degenerativas lumbares como la degeneración discal lumbar, la hernia de disco lumbar, la estenosis lumbar degenerativa y la espondilolistesis lumbar degenerativa. Los resultados indican que la incidencia pélvica es un factor que predispone en la patogénesis y desarrollo de la espondilolistesis degenerativa lumbar, apoyando la teoría de que una mayor incidencia pélvica implica un incremento de la pendiente sacra (“sacral slope”), lo que resulta en una mayor lordosis lumbar. El incremento de la lordosis lumbar resulta en grandes fuerzas de cizallamiento sobre la unión lumbosacra, que incrementa el riesgo de desarrollar espondilolistesis.⁽¹⁴⁾

Desde que se describió la importancia del balance sagital de la columna vertebral, son muchos los autores que han estudiado y reconocido su complejidad e importancia.^(15,16,17,18,19) Además del proceso de envejecimiento fisiológico, el trauma discal, la pérdida de altura del disco y los mecanismos de soporte del estrés por parte del disco intervertebral son el primer fenómeno de pérdida local del balance.^(18,19)

Para muchos, la pérdida de la lordosis lumbar puede considerarse el evento inicial de la pérdida del balance sagital. Esa pérdida de la lordosis normal, coloca la línea de plomada iniciada en C7 por delante del cuerpo.⁽¹³⁾ Las actividades que incrementan la lordosis lumbar manteniendo la columna en extensión, deportivas o de la vida normal, incrementan las solicitudes sobre los componentes posteriores de las vértebras, lo que puede ocasionar incremento de la degeneración apofisaria vertebral y fractura de la “pars” interarticular.

Es propósito de este trabajo revisar y discutir la visión general de los conceptos actuales sobre la estabilidad sagital vertebral en general –y lumbar en específico–, y su influencia sobre el proceso degenerativo espinal, de manera fundamental sobre estenosis, espondilolistesis y escoliosis degenerativa.

Estrategia de búsqueda y criterio de selección

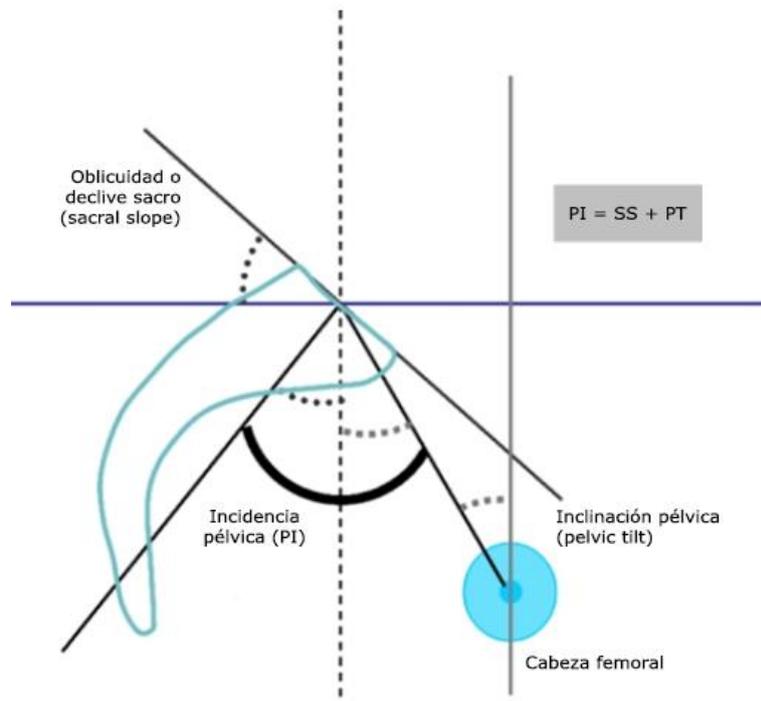
Las referencias se identificaron mediante la búsqueda en PubMed de las publicaciones en idioma inglés desde 2014 a 2019 con los términos: “balance sagital vertebral”, “degeneración vertebral y balance sagital”, “degeneración discal y balance sagital”. Igualmente se revisaron artículos accesibles de forma libre o a través de los servicios Clinical Key y Hinari.

Se añadieron algunos artículos que sobrepasan los 5 años de antigüedad, pero que son claves para el tema tratado.

Análisis e integración de la información

Parámetros radiográficos

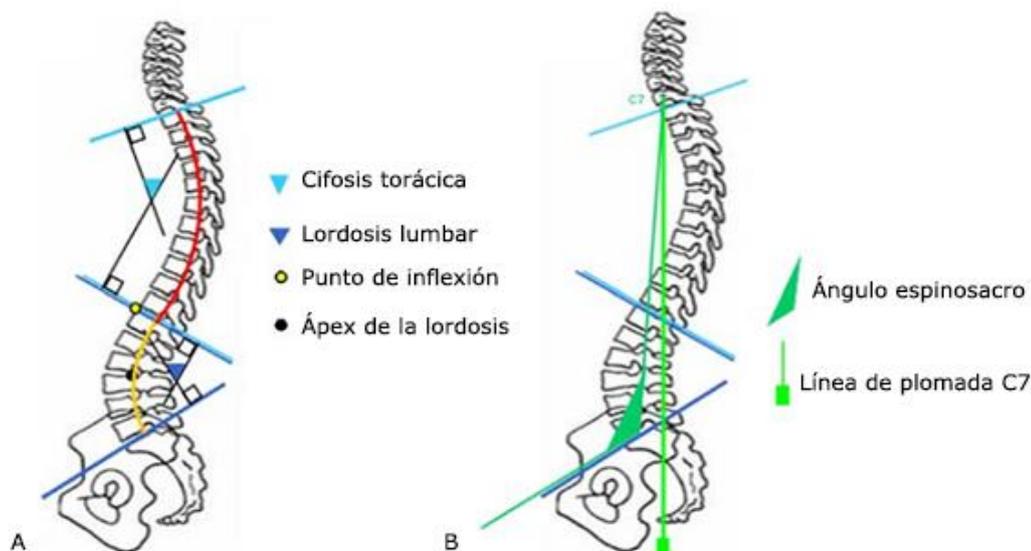
Parámetros pélvicos. Las curvas sagitales de la columna vertebral humana son adquiridas en el proceso de la evolución, como una respuesta a las necesidades de mantener la posición erguida y realizar la marcha bípeda con poco gasto de energía. La cifosis torácica es la única curva presente en el momento del nacimiento, las lordosis cervical y lumbar se desarrollan al levantar la cabeza y al adquirir la postura de pie y la marcha bípeda respectivamente. Tanto en individuos normales como en condiciones patológicas, estas curvas sagitales están reguladas por la geometría de la pelvis, lo que se expresa a través de diferentes parámetros (Fig. 1) como son: la incidencia pélvica (PI), la pendiente sacra o “sacral slope” (SS) y la inclinación pélvica, “pelvic tilt” (PT).^(14,20,21)



Fuente: Yang X, Kong Q, Song Y, Liu L, Zeng J, Xing R. The characteristics of spinopelvic sagittal alignment in patients with lumbar disc degenerative diseases. Eur Spine J. 2014;23:569-75.

Fig. 1 - Oblicuidad o declive sacro (*sacral slope*): Ángulo entre el platillo superior de S1 y la horizontal; Inclinación pélvica (*pelvic tilt*): Ángulo entre la línea que une el punto medio del platillo superior de S1 y el punto medio del eje de la cabeza femoral con la vertical; Incidencia pélvica (PI). Ángulo formado entre la línea perpendicular al punto medio del platillo superior de S1 y la línea que conecta dicho punto medio con el axis de la cabeza femoral. Incidencia pélvica = *pelvic tilt* + *sacral slope*.

Parámetros espinales. Los parámetros básicos propios de la columna vertebral (Fig. 2) a tomar en cuenta para determinar el balance sagital pre y posoperatorio en las cirugías sobre la columna vertebral son la lordosis lumbar (LL), la cifosis torácica (TK) y el ángulo espino-sacro (SSA).⁽¹⁵⁾



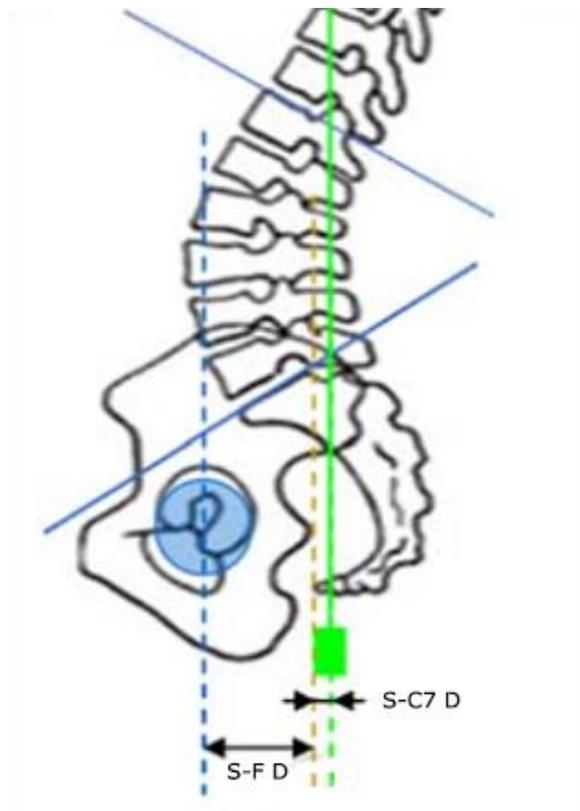
Fuente: Barrey C, Jund J, Noseda O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. Eur Spine J. 2007;16:1459-67.

Fig. 2 - Parámetros espinales: lordosis lumbar, cifosis torácica y ángulo espino-sacro.

La lordosis lumbar se define como el segmento lumbar que se encuentra en extensión por encima de la placa superior del sacro (S1). Se mide usando el método de Cobb, desde dicha placa superior sacra y el platillo terminal superior de la vértebra con mayor inclinación en la zona de unión toracolumbar (donde se localiza el punto de inflexión de la transición de lordosis a cifosis). La cifosis torácica se mide desde el platillo terminal superior de la vértebra más inclinada en la zona de unión toracolumbar hasta el platillo terminal superior de C7. El ángulo espino-sacro se define como el ángulo entre la línea tangencial al platillo sacro y la línea que conecta el centroide del cuerpo de la vértebra C7 con el punto medio de la línea del plato sacro.⁽¹⁵⁾

Otras posibles mediciones de gran valor (Fig. 3) en la determinación del balance sagital lo son la línea de plomada C7, que parte del centro del platillo superior del cuerpo vertebral de C7 y la relación C7/SF, que es la distancia horizontal entre el eje vertical bicoxofemoral y la línea que pasa por el borde posterior del plato del sacro; esta relación puede ser igual a cero cuando la línea de plomada C7 pasa exactamente por el borde posterior del plato sacro; cuando la proyección de la línea de plomada coincide con el eje bicoxofemoral la relación es 1. Por

ello, la relación será negativa cuando la línea de plomada C7 se proyecte por detrás del sacro y mayor que 1 cuando la línea de plomada sea anterior a las cabezas femorales. El valor normal en la población suele ser $-0,9 \pm 1$.⁽¹⁵⁾



Fuente: Barrey C, Jund J, Nosedá O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. Eur Spine J. 2007;16:1459-67.

Fig. 3 - Medición C7/SF. SF es la distancia horizontal entre el eje vertical bicoxofemoral y la línea que pasa por el borde posterior del plato del sacro. La distancia entre la línea de plomada C7 y el borde posterior del sacro es también una medida empleada (SC7). Por ello se calcula la distancia C7/SF sumando las distancias SF más SC7.

El ángulo espino-sacro y la distancia C7/SF permiten evaluar el balance sagital espinal por encima de la pelvis.⁽¹⁵⁾

Cascada de desbalance sagital

La pérdida de altura de los discos intervertebrales, como consecuencia del proceso degenerativo, constituye el estímulo para el inicio del mecanismo compensatorio del balance sagital. El desequilibrio que esa pérdida de altura

discal ocasiona lleva a la pelvis a inclinarse hacia adelante con la intención de compensar el desbalance; este movimiento tiene lugar alrededor de las cabezas femorales y se le conoce como retroversión pélvica.^(22,23,24)

Esta rotación posterior de la pelvis lleva el balance global del tronco (línea de plomada de C7) hacia delante y trae como consecuencia la extensión de las caderas en sus inicios. Conociendo que la incidencia pélvica = inclinación pélvica + pendiente sacra; y que la incidencia pélvica se mantiene constante para cada individuo, la pendiente sacra (“sacral slope”) puede ser 0 con respecto a la ecuación de la incidencia pélvica.⁽¹¹⁾

Es importante explicar el papel de la reserva de extensión de la articulación de la cadera en la cascada del balance sagital espinal. Existe una gran diferencia entre la posición normal de la cadera cuando el individuo está de pie y la extensión máxima de esta articulación. La reserva de extensión de las caderas establece el límite de posibilidad de la retroversión pélvica. Lógicamente, hablamos de caderas normales, sin afectación de otras causas como contractura de músculos flexores u osteoartritis que pueden limitar la extensión a niveles patológicos. Por ello, la compensación posible por retroversión pélvica del balance sagital espinal depende tanto de la incidencia pélvica como de la reserva de extensión de las caderas (Fig. 4).^(23,24)

La consecuencia que ocasiona la dependencia mencionada de la compensación del balance sagital vertebral, es que si la retroversión pélvica se incrementa por varios grados, se incrementa la inclinación pélvica (*pelvic tilt*) y se colocan las cabezas femorales por delante y el sacro y la columna por detrás.^(4,25)



Fuente: Le Huec JC, Charosky S, Barrey C, Rigal J, Aunoble S. Sagittal imbalance cascade for simple degenerative spine and consequences: algorithm of decision for appropriate treatment. Eur Spine J. 2011;20(Suppl 5):699-703.

Fig. 4 - Balance normal de la columna (imagen izquierda); progresiva pérdida de la lordosis lumbar por colapso discal que lleva la línea de plomada C7 a moverse anterior con la progresiva retroversión de la pelvis para compensar el desbalance (imagen central); pero la retroversión de la pelvis tiene un límite y la progresión de la cifosis obliga a la flexión de las rodillas, lo que no es suficiente, terminando la línea de plomada C7 por delante de las cabezas femorales con desbalance sagital (imagen derecha).

Esto permite que la línea de plomada C7 permanezca detrás de la línea vertical que pasa por el centro entre las cabezas femorales y la línea de gravedad para caer entre los dos pies (Fig. 2). El cuerpo completo está equilibrado pero es un equilibrio compensado, que es menos económico. Al mismo tiempo, los músculos de la columna posterior pueden actuar como una banda de tensión posterior para tratar de restaurar algo de lordosis lumbar, pero este es un proceso que consume gran energía y que se vuelve rápidamente doloroso explicando en cierta medida el dolor lumbar en combinación con sobrecarga facetaria y sobre esfuerzo de los segmentos involucrados.^(4,25)

Si la pérdida de lordosis continúa progresando, la rotación pélvica tiene un límite dictado por la anatomía de la pelvis. La pelvis con ángulo de alta incidencia tiene más capacidad para compensar.⁽²⁵⁾ Cuando la posibilidad de rotación hacia atrás de la pelvis se ve sobrepasada, la única solución para pararse con los ejes del

cuerpo horizontales es doblar las rodillas para mantener la línea de gravedad entre los dos pies. Este proceso necesita una gran actividad de los músculos psoas y cuádriceps, consume energía nuevamente y no es una situación placentera para el individuo.⁽¹¹⁾

El uso de muletas es, a menudo, la única forma de mantener el equilibrio. Con un desequilibrio progresivo, la energía muscular necesaria para mantener una posición de equilibrio explica la incomodidad y el dolor que sufren estos pacientes.⁽¹¹⁾

Valoración clínica y relevancia

La importancia clínica y el reconocimiento de estos mecanismos son fundamentales porque proporcionan elementos importantes a tener en cuenta al indicar el tratamiento.⁽²⁶⁾ La evaluación del equilibrio sagital debe ser completa: un parámetro que mida el equilibrio global del tronco, ya sea la línea de plomada C7 y su relación con la meseta sacra, la posición de la rotación de la pelvis por la inclinación pélvica y una descripción de la posición de los miembros inferiores son imprescindibles. Esos tres parámetros han sido tomados en cuenta por *Le Huec* en su método de evaluación llamado balance total integrado (BTI).⁽¹³⁾

En los casos de desequilibrio más grave, los pacientes presentarán todos los signos descritos anteriormente. Tronco inclinado hacia adelante, retroversión de la pelvis, aparente flexión pero en realidad extensión de las caderas y flexión de las rodillas (Fig. 5). Pero para casos más simples de afección de la columna debido a un proceso degenerativo y con frecuencia quejándose de claudicación radicular, por ejemplo, es importante reconocer los casos que se presentan con retroversión de pelvis y en consecuencia, extensión de las caderas pero sin flexión de la rodilla. Estos pacientes pueden parecer equilibrados pero en realidad son compensados, lo que es incómodo porque gastan energía muscular para mantener esta posición.⁽¹³⁾



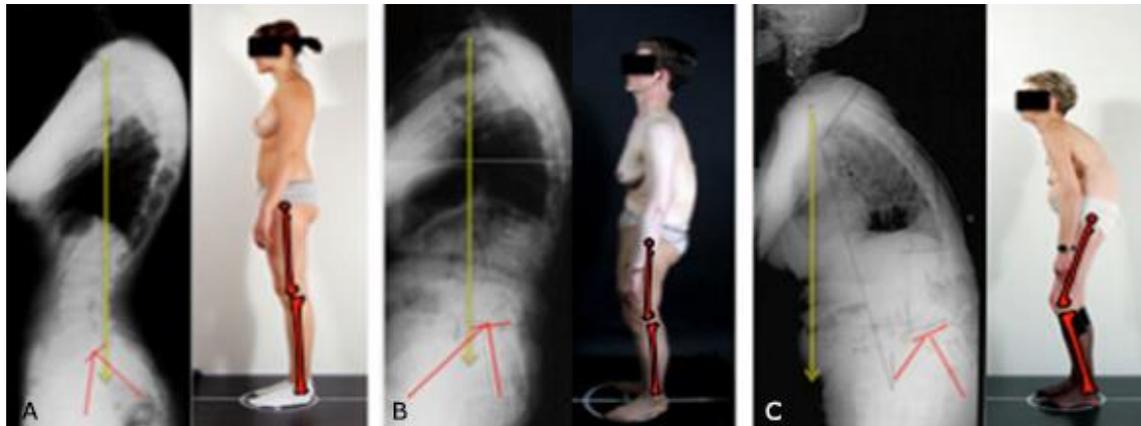
Fuente: Le Huec JC, Charosky S, Barrey C, Rigal J, Aunoble S. Sagittal imbalance cascade for simple degenerative spine and consequences: algorithm of decision for appropriate treatment. Eur Spine J. 2011;20(Suppl 5):699-703.

Fig. 5 - Aspecto de paciente con balance sagital descompensado: contractura muscular excesiva para mantener la posición erguida (izquierda). Radiografía lateral completa en posición de pie: pelvis retroversa con línea de plomada C7 por delante de las cabezas femorales (derecha).

El problema es poder determinar cuándo un paciente está efectivamente en retroversión pélvica, en otras palabras, ¿cómo sabemos si la inclinación pélvica de un paciente determinado es normal? Varios estudios de población normal proporcionan fórmulas para calcular la inclinación pélvica "normal" para un valor de incidencia pélvica dado. Si el valor obtenido para una incidencia pélvica dada se considera la "inclinación pélvica normal", cualquier valor por encima de "normal" significa una retroversión pélvica.⁽¹¹⁾

Usando estos parámetros, se puede describir y usar una clasificación relativamente simple del equilibrio sagital antes de tomar cualquier decisión sobre la fusión de la columna lumbar (Fig. 6). Esto necesita obtener una vista

sagital de rayos X de la columna vertebral completa, incluidos los primeros 10 cm del fémur para integrar todos los parámetros del método del BTI.⁽¹³⁾



Fuente: Le Huec JC, Charosky S, Barrey C, Rigal J, Aunoble S. Sagittal imbalance cascade for simple degenerative spine and consequences: algorithm of decision for appropriate treatment. Eur Spine J. 2011;20(Suppl 5):699-703.

Fig. 6 - Tres situaciones acordes con el estado del balance sagital: (A) Balance normal. (B) Balance compensado, pelvis retroversa, es importante valorar la incidencia pélvica. (C) Desbalance, rodillas en flexión, retroversión pélvica máxima y línea de plomada de C7 por delante de las cabezas femorales.

Clasificación

Tipo A o normal: el equilibrio global del tronco medido con la línea de plomada C7 cae dentro de los 3 cm de la esquina posterior de S1 y la inclinación pélvica es normal o, en otras palabras, coincide con la inclinación pélvica calculada para la incidencia pélvica del paciente. Las extremidades inferiores están completamente extendidas en la posición de pie. No hay razón para restablecer el equilibrio si se necesita cirugía.⁽¹³⁾

Tipo B o equilibrio compensado: el equilibrio global del tronco sigue siendo normal (línea de plomada C7 que cae detrás de la cabeza femoral y dentro de los 3 cm de la esquina posterior de S1), pero la pelvis está retroversa. La inclinación pélvica es más alta que la "normal" para el valor de incidencia del paciente. Las extremidades inferiores muestran la extensión de las caderas (fémur recto) y las rodillas están en extensión completa. Esta es una situación muy común en la columna degenerativa, principalmente para pacientes que se quejan de dolor

radicular o claudicación. Durante la descompresión del canal es importante saber que el equilibrio es compensado, por lo que si se necesita un procedimiento de fusión intervertebral posterior (PLIF) o transpedicular (TLIF) es importante restaurar la lordosis adecuada para que se ajuste a los parámetros pélvicos: alta incidencia de lordosis y baja incidencia de lordosis según la clasificación de Roussouly.⁽¹³⁾

Tipo C o equilibrio descompensado: el equilibrio global del tronco muestra un valor positivo de C7 que generalmente cae frente a las cabezas femorales y la pelvis muestra una inclinación pélvica en retroversión. En las extremidades inferiores, extensión de las caderas (retroversión pélvica) y flexión de las rodillas. Hay un grupo especial de pacientes que requieren de un análisis más detallado; son los pacientes con espondilolistesis y lisis.⁽¹³⁾

La relevancia clínica es que se requiere tener en cuenta el tipo de equilibrio de cada paciente para hacer correctamente el diagnóstico y planificar el tratamiento quirúrgico necesario; es obligatorio tomar en cuenta, además, que los sujetos con espondilolistesis L5-S1 son un grupo heterogéneo con diversas adaptaciones de su postura. La pregunta común sobre las deformidades de alto grado que deberían o no reducirse siempre es muy importante, pero el análisis del equilibrio sugiere que las técnicas de reducción deben usarse preferiblemente en sujetos con evidencia de postura anormal, para restablecer el equilibrio espino-pélvico global y mejorar el entorno biomecánico que determine y favorezca la fusión a realizar (Fig. 6).

En resumen, se proponen tres pasos principales para lograr el análisis del equilibrio sagital y determinar la presencia de mecanismos compensatorios que permitan determinar la cantidad de corrección solicitada para lograr restablecer un equilibrio ideal utilizando el método del BTI:⁽¹³⁾

1- ¿Cuál es el valor de la incidencia pélvica? El conocimiento de la incidencia pélvica permite determinar los valores teóricos esperados para los parámetros posicionales espino-pélvicos.

2- ¿Está equilibrado el paciente? La alineación sagital global se evalúa analizando el posicionamiento de C7, para lo cual se utiliza la medición del ángulo espino-pélvico (SSA) o la relación C7/SF.

3. ¿Existen mecanismos compensatorios?

- a) En el nivel de la columna vertebral: el análisis de esta zona consiste en medir la lordosis lumbar y la cifosis torácica y buscar la presencia de discopatía compensatoria y retrolistesis.
- b) En el nivel pélvico: ¿la inclinación de la pelvis es adecuada con respecto a la incidencia pélvica? La presencia de placa sacra horizontal es altamente sospechosa de mecanismo de retroceso de la pelvis.
- c) En el área de las extremidades inferiores: ¿están flexionadas las rodillas? Hay que ocuparse de este punto teniendo en cuenta que la flexión de rodilla minimiza la importancia del desequilibrio sagital en las radiografías de columna completa.

Cuando se realiza este análisis, se conocen todos los parámetros y se puede determinar si el equilibrio es normal y económico (tipo A), o si es un equilibrio compensado (tipo B), o si la columna está desequilibrada (tipo C). Usando el método del BTI es posible determinar la corrección ideal solicitada. Pero hay otros parámetros, como la edad del paciente, el riesgo general de cirugía, etc., que deben entrar en las consideraciones para tomar la mejor decisión terapéutica. Hay muchas opciones para restablecer el equilibrio: mediante fusión *in situ*, artroplastia de disco, PLIF o TLIF, osteotomía interpedicular, osteotomía transpedicular o resección con corpectomía vertebral. A veces, en un paciente frágil es mejor mantener una columna con compensación que buscar el balance ideal con un riesgo excesivo (riesgo-beneficio).^(11,13)

Conclusiones

Las mediciones para determinar el balance sagital de la columna vertebral incluyen parámetros pélvicos (incidencia pélvica (PI), pendiente sacra o “sacral slope” (SS) e inclinación pélvica o “pelvic tilt” (PT), además de parámetros

espinales: lordosis lumbar (LL), cifosis torácica (TK) y ángulo espino-sacro (SSA). Otras mediciones útiles son la línea de plomada C7 y la relación C7/SF.

La pérdida del balance sagital espinal o desbalance sagital ocurre en relación con los cambios degenerativos en los discos intervertebrales y la columna vertebral y se manifiesta en una sucesión (cascada) de acontecimientos que puede clasificarse en tres tipos y donde la inclinación de la pelvis, para intentar equilibrar el desbalance, tiene un papel fundamental.

Es importante determinar el tipo de balance sagital de la columna vertebral que posee cada paciente para definir el diagnóstico y su tratamiento correcto.

Referencias bibliográficas

1. Dohzono S, Toyoda H, Takahashi S, Matsumoto T, Suzuki A, Terai H, *et al.* Factors associated with improvement in sagittal spinal alignment after microendoscopic laminotomy in patients with lumbar spinal canal stenosis. *J Neurosurg Spine.* 2016;25:39-45.
2. Obeid I, Boissiere L, Yilgor C, Larrieu D, Pellise F, Alanay A, *et al.* Global tilt: A single parameter incorporating spinal and pelvic sagittal parameters and least affected by patient positioning. *Eur Spine J.* 2016;25:3644-9.
3. Le Huec JC, Faundez A, Dominguez D, Hoffmeyer P, Aunoble S. Evidence showing the relationship between sagittal balance and clinical outcomes in surgical treatment of degenerative spinal diseases: a literature review. *International Orthopaedics (SICOT).* 2015;39:87-95.
4. Shin EK, Kim CH, Chung CK, Choi Y, Yim D, Jung W, *et al.* Sagittal imbalance in patients with lumbar spinal stenosis and outcomes after simple decompression surgery. *Spine J.* 2017;17:175-82.
5. Menezes-Reis R, Bonugli GP, Dalto VF, da Silva Herrero CF, Defino HL, Nogueira-Barbosa MH. Association between lumbar spine sagittal alignment and L4-L5 disc degeneration among asymptomatic young adults. *Spine.* 2016;41:E1081-7.

6. Lazennec JY, Folinai D, Bendaya S, Rousseau MA, Pour AE. The global alignment in patients with lumbar spinal stenosis: Our experience using the EOS full-body images. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2016;26:713-24.
7. Chang DG, Ha KY, Kim YH, Lee EW. Spinopelvic alignment by different surgical methods in the treatment of degenerative sagittal imbalance of the lumbar spine. *Clin Spine Surg.* 2017;30:E390-7.
8. Keorochana G, Taghavi CE, Lee KB. Effect of sagittal alignment on kinematic changes and degree of disc degeneration in the lumbar spine: an analysis using positional MRI. *Spine.* 2011;36:893-8.
9. de Kunder SL, Rijkers K, van Kuijk SM, Evers SM, de Bie RA, van Santbrink H. A protocol of a randomized controlled multicenter trial for surgical treatment of lumbar spondylolisthesis: The Lumbar Interbody Fusion Trial (LIFT). *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17:417.
10. Försth P, Ólafsson G, Carlsson T, Frost A, Borgström F, Fritzell P, *et al.* A randomized, controlled trial of fusion surgery for lumbar spinal stenosis. *N Engl J Med.* 2016;374:1413-23.
11. Le Huec JC, Charosky S, Barrey C, Rigal J, Aunoble S. Sagittal imbalance cascade for simple degenerative spine and consequences: algorithm of decision for appropriate treatment. *Eur Spine J.* 2011;20(Suppl 5):699-703.
12. Kong LD, Zhang YZ, Wang F, Kong FL, Ding WY, Shen Y. Radiographic restoration of sagittal spinopelvic alignment after posterior lumbar interbody fusion in degenerative spondylolisthesis. *Clin Spine Surg.* 2016;29:E87-92.
13. Le Huec JC, Leijssen P, Duarte M, Aunoble S. Thoracolumbar imbalance analysis for osteotomy planification using a new method: FBI technique. *Eur Spine J.* 2011;19(Suppl 3):S233-364. Abstract S 239.
14. Young-Min Oh, Jong-Pil Eun. Clinical Impact of Sagittal Spinopelvic Parameters on Disc Degeneration in Young Adults. *Medicine.* 2015;94(42):e1833.
15. Barrey C, Roussouly P, Le Huec JC, D'Acunzi G, Perrin G. Compensatory mechanisms contributing to keep the sagittal balance of the spine. *Eur Spine J.* 2013;22(Suppl 6):S834-41.
16. Lee JH, Na KH, Kim JH, Jeong HY, Chang DG. Is pelvic incidence a constant, as everyone knows? Changes of pelvic incidence in surgically corrected adult sagittal deformity. *Eur Spine J.* 2016;25:3707-14.

17. Ikuta K MK, Tominaga F, Sakuragi T, Kai K, Kitamura T. Clinical and radiological study focused on relief of low back pain following decompression surgery in selected patients of lumbar spinal stenosis associated with grade I degenerative spondylolisthesis. *Spine*. 2016;41(24):E1434-43.
18. Ahmad S, Hamad A, Bhalla A, Turner S, Balain B, Jaffray D. The outcome of decompression alone for lumbar spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J*. 2017;26:414-9.
19. Buckland AJ, Vira S, Oren JH, Lafage R, Harris BY, Spiegel MA, *et al*. When is compensation for lumbar spinal stenosis a clinical sagittal plane deformity? *Spine*. 2016;J 16:971-81.
20. Kitchen WJ, Mohamed M, Bhojak M, Wilby M. Neurogenic claudication secondary to degenerative spondylolisthesis: Is fusion always necessary? *Br J Neurosurg*. 2016;30:662-5.
21. Yang X, Kong Q, Song Y, Liu L, Zeng J, Xing R. The characteristics of spinopelvic sagittal alignment in patients with lumbar disc degenerative diseases. *Eur Spine J*. 2014;23:569-75.
22. Barrey C, Jund J, Nosedá O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J*. 2007;16:1459-67.
23. Hovorka I, Rousseau P, Bronsard N, Chalali M, Julia M, Carles M, *et al*. Extension reserve of the hip in relation to the spine: comparative study of two radiographic methods. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2008;94(8):771-6.
24. Lafage V, Schwab F, Skalli W, Hawkinson N, Gagey PM, Ondra S, *et al*. Standing balance and sagittal plane spinal deformity: analysis of spinopelvic and gravity line parameters. *Spine*. 2008;33:1572-8.
25. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*. 2005;30:346-53.
26. Chen Q, Cao L, Bian C, Wang HR, Lin H, Li XL, Jiang YQ, Dong J. Degenerative spondylolisthesis in the fifth lumbar vertebra and radiographic parameters: A correlation analysis. *Clin Spine Surg*. 2017;30:E1233-8.

Conflicto de intereses

Los autores no tienen ningún conflicto de intereses con la industria u otros autores.

Contribución de los autores

Horacio Tabares Neyra. Planificó la investigación, distribuyó las tareas y redactó el trabajo.

Ernesto Fleites Marrero. Participó en la búsqueda y revisión de la literatura; contribuyó a la redacción del trabajo.

Horacio Tabares Sáez y Roberto Morales Seife. Participaron en la búsqueda y revisión de la literatura.