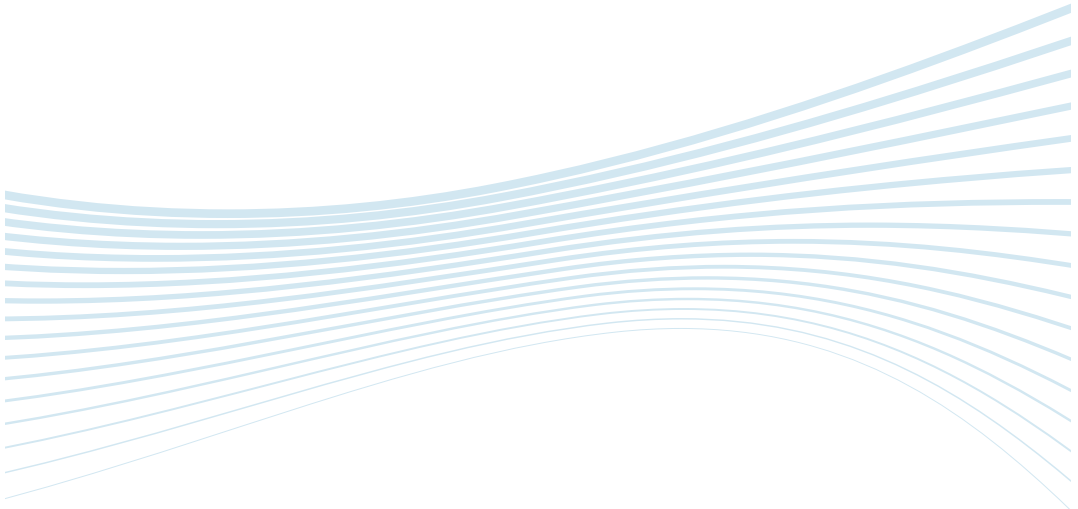


Programa de Formación Continua AOSpine

Patología Degenerativa

Síndrome de la espalda plana o *flatback*

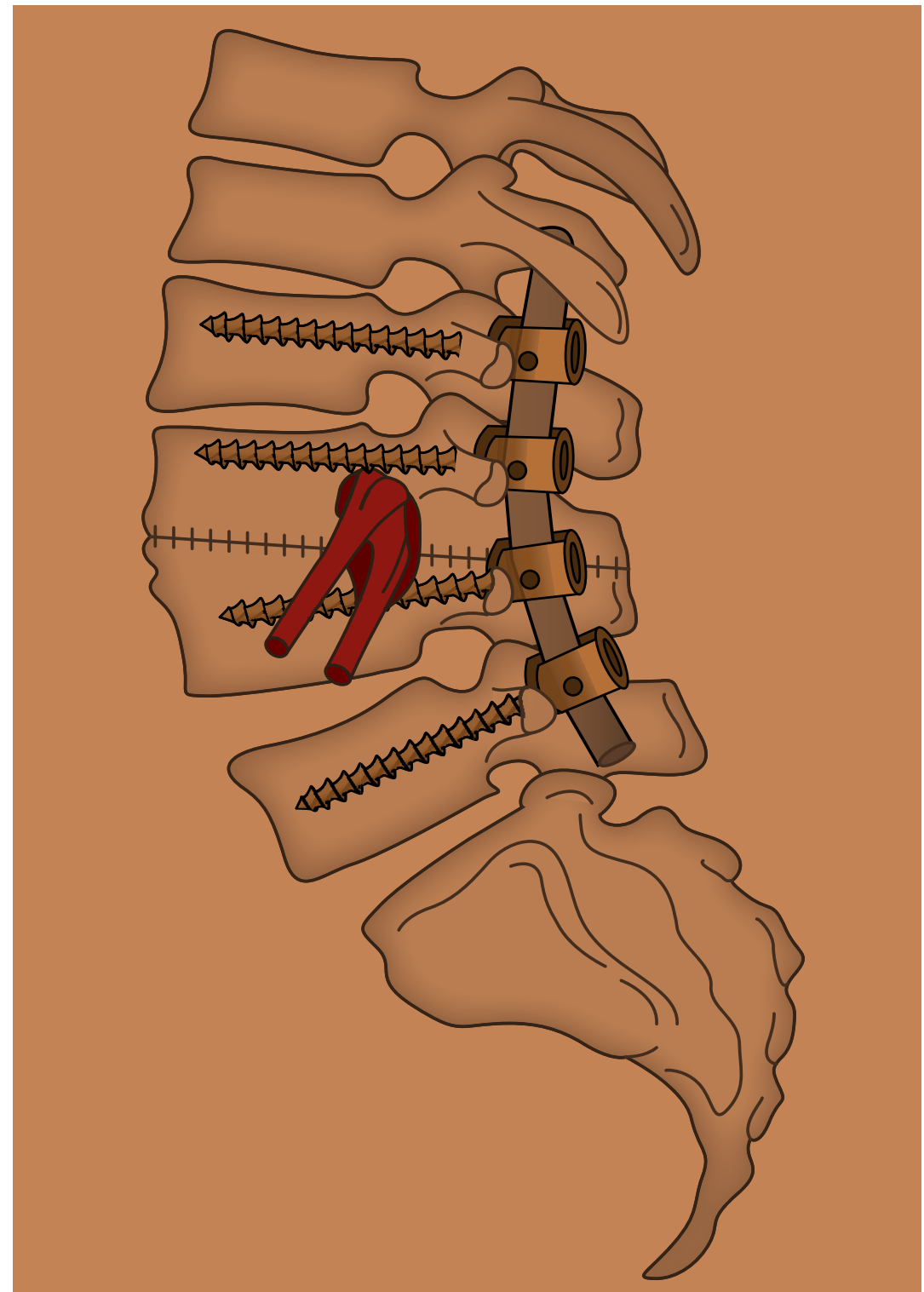


Autor

Dr. Marcelo Alejandro Valacco

Editor

Dr. Néstor Fiore



Síndrome de la espalda plana o *flatback*

Autor

Dr. Marcelo Alejandro Valacco

Editor

Dr. Néstor Fiore



OBJETIVOS

- ▶ Considerar los conceptos referentes a los ejes sagitales normales (balance espinopélvico).
- ▶ Describir los distintos tipos de espalda plana.
- ▶ Considerar los cuadros clínicos de presentación del síndrome de espalda plana.
- ▶ Reconocer los tratamientos médico y quirúrgico.



ÍNDICE

▶	1. Introducción	04
	Conceptos generales	04
▶	2. El eje sagital normal	05
	Análisis de la columna vertebral	05
	Análisis espinopélvico	06
▶	3. Espalda plana	07
	Espalda plana postquirúrgica	07
	Presentación clínica	08
	Tipos de espalda plana	08
▶	4. Prevención de la espalda plana postquirúrgica	10
	Planeamiento preoperatorio	10
	Posición intraoperatoria	10
	Fusión posterior	10
▶	5. Tratamiento de la espalda plana	11
	Tratamiento conservador	11
	Tratamiento quirúrgico	11
	Complicaciones (comparación de las técnicas)	13
	Instrumentación	13
▶	6. Síntesis	14
▶	Bibliografía	15



1. INTRODUCCIÓN

Conceptos generales

En las últimas décadas, el auge de las instrumentaciones vertebrales ha generado un claro aumento en el índice de artrodesis lumbares instrumentadas. Sin dudas, la tecnología actual puso al alcance del cirujano múltiples beneficios, facilitando la utilización de implantes pediculares de última generación, con menor perfil y gran versatilidad.

Sin embargo, existen aspectos técnicos y biomecánicos sumamente importantes que no pueden ser pasados por alto al momento de la programación quirúrgica de una fijación lumbar. A partir de estos aspectos, se propone la incorporación de conceptos básicos tanto pre como intraoperatorios, a fin de evitar esta deformidad en el eje de la columna lumbar.



2. EL EJE SAGITAL NORMAL

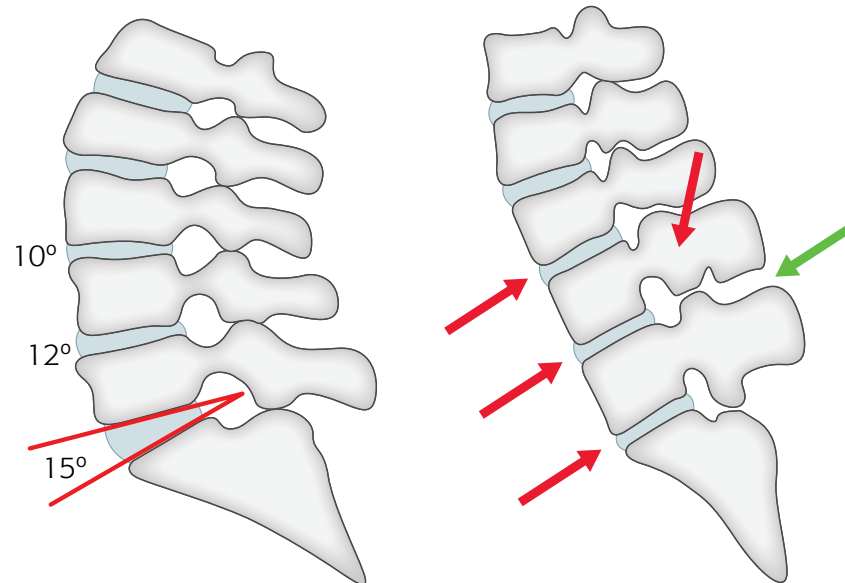
Análisis de la columna vertebral

Es importante conocer el eje sagital normal (Cobb, 1948):

- cifosis torácica,
- lordosis lumbar,
- transición toracolumbar.

De acuerdo a distintos autores, los grados de cada una deben ser los siguientes (Bernhardt y Bridwell, 1989):

Cifosis torácica	T5 a T12	20° a 40°
Lordosis lumbar	L1 a sacro	40° y 60°
Transición toracolumbar	T10 a L2	0°



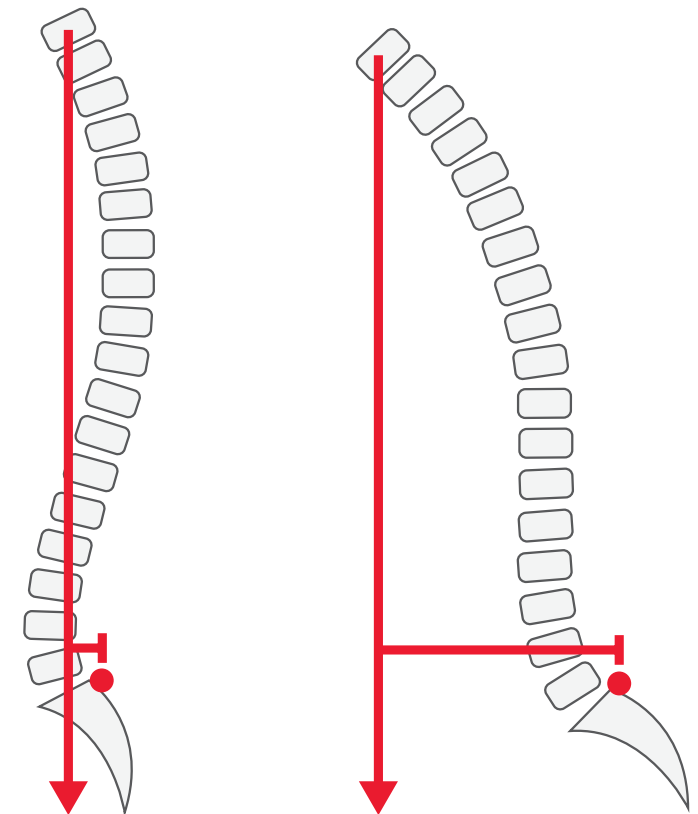
Se evidencia eje lumbar normal, con mayor lordosis a predominio L4-S1.

Se evidencia espalda plana a expensas de pérdida de lordosis en el segmento L4-S1.

Eje lumbosacro considerado normal y su variación hacia una espalda plana

Conocer que la zona de mayor lordosis lumbar estará entre L4 y S1 es de igual importancia (Propst-Proctor y Bleck, 1983; Stagnara et al., 1982).

El eje sagital normal se mide desde el centro de C7, con la línea de la plomada. Esta debe caer entre 2,5 cm por delante y 2,5 cm por detrás del borde posterosuperior del sacro. El estudio radiográfico para obtener estos datos debe realizarse con el paciente en posición parado, con los hombros en 30° de flexión y con las rodillas y caderas extendidas (Jackson y McManus, 1994).



Se observa el balance sagital normal determinado por la línea de la plomada desde C7.

Se observa pérdida de la lordosis fisiológica y desbalance sagital con proyección del tronco hacia adelante.

Esquema comparativo entre un eje sagital normal y un desbalance anterior (Potter, Lenke, y Kuklo, 2004)

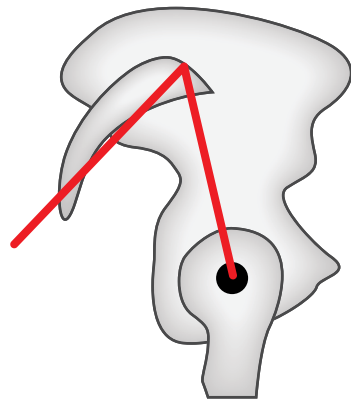
Análisis espinopélvico

Está bien establecido que la columna se adapta a parámetros pelvianos, de allí el valor del análisis espinopélvico (Legaye, Duval-Beaupere, Hecquety y Marty, 1998).

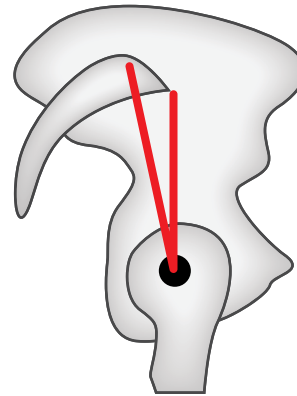
Según Legaye y Duval-Beaupere (2005), para una IP de 53° corresponde una lordosis lumbar de 65° y, a medida que aumenta la IP, se requerirá un aumento de la lordosis lumbar para mantener un buen balance sagital.

A partir de estos conceptos, un paciente con IP elevado requerirá una lordosis mayor a lo normal para un balance sagital óptimo. Otros dos parámetros son la angulación sacra (SL) y la inclinación pélvica (PT). La suma de ambos será igual a la IP (Labelle et al., 2004; Rajnics, Templier, Skalli, Lavaste e Illés, 2002).

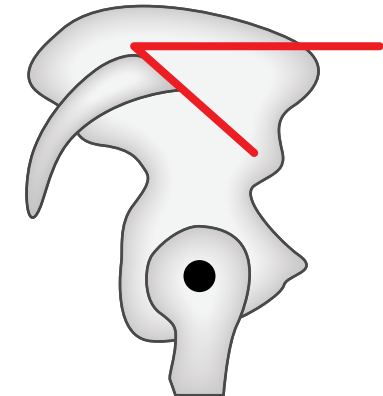
La incidencia pelviana (PI) es un parámetro clave para el balance sagital. Se trata de un valor anatómico constante y propio de cada individuo, independiente de la posición de la pelvis. Se halla en estrecha relación con la lordosis lumbar.



Incidencia pélvica (PI) 40° - 65° .



Inclinación pélvica (PT) 10° - 25° .



Angulación sacra (SL) 30° - 50° .

La incidencia pelviana es una medida fija de cada individuo.
La inclinación pélvica y la angulación sacra son parámetros compensadores de la pelvis.

Análisis espinopélvico



3. ESPALDA PLANA

El término “*flat back syndrome*” fue inicialmente descrito por Doherty en 1973, a partir de un caso de inclinación del tronco hacia delante por pérdida de la lordosis lumbar normal. Posteriormente, Moe y Denis (1977) reportaron sus resultados tempranos con osteotomías de extensión vertebral en el tratamiento de este síndrome y, desde entonces, se conoce al *flat back syndrome*, denominado también cifosis lumbar o espalda plana.

Espalda plana postquirúrgica

Si bien la causa de la espalda plana es multifactorial (La Grone, 1998; Hasday, Passof y Perry, 1983; Hammerberg y Wood, 2003), su origen más común es iatrogénico, a partir de fijaciones lumbares en hipolordosis.

Las causas de la espalda plana son las siguientes:

- iatrogenia a partir de instrumentación en distracción lumbar;
- pseudoartrosis;
- falla en la restitución de la lordosis;
- desgaste de segmentos adyacentes.

Inicialmente se identificaron las instrumentaciones de primera generación, como por ejemplo los sistemas de Harrington, como la causa más común de espalda plana. Con esta instrumentación, la combinación de barras rectas y fuerzas en distracción causa una pérdida de la lordosis lumbar y la consecuente traslación anterior del eje sagital del cuerpo. El paciente tiende a compensar entonces localmente, mediante la hiperextensión de los segmentos no incluidos en la instrumentación, como por ejemplo la columna dorsal y cervical, flexionando rodillas y caderas para mantener la posición de pie (Swank, Mauri y Brown, 1990).

La pérdida de lordosis se halla en relación con la parte más caudal de una instrumentación. En un estudio de Aaro y Ohlen (1983), se encontró que la lordosis lumbar obtuvo los siguientes parámetros promedio, según el lugar donde finalizan las fusiones en escoliosis:

- 38° cuando llegan a T12;
- 21° cuando llegan L4;
- 16° cuando llegan L5.

Mientras que la instrumentación en distracción es la causa primaria de espalda plana y, en consecuencia, de desaje sagital, existen otros factores causales importantes.

- ▶ Una fusión lumbar que no mantiene o empeora la lordosis lumbar provoca aceleración del desgaste adyacente y pérdida del balance sagital (Lazennec et al., 2000; Umehara et al., 2000). Esta pérdida de lordosis lumbar y síndrome de espalda plana de causa degenerativa ha sido denominada cifosis lumbar degenerativa (Jang, Lee, Min y Maeng, 2007).
- ▶ La pseudoartrosis luego de una fusión espinal es un factor etiológico común. La Grone et al. (1988) notaron que la pseudoartrosis contribuyó a la deformidad en once de 55 pacientes tratados por espalda plana. Cummine, Lonstein, Moe, Winter y Bradford (1979) encontraron pseudoartrosis en cinco pacientes con pérdida de lordosis lumbar en su serie de 59 pacientes tratados con instrumental de Harrington por escoliosis del adulto. El mismo desbalance sagital provoca una alteración mecánica de la carga sobre la región lumbosacra, llevando a una falta de consolidación biológica y pseudoartrosis.
- ▶ Otro factor causal del síndrome de espalda plana es la enfermedad de los segmentos adyacentes, cefálica o caudal a la fusión. Esto puede originarse a partir de una mala selección de los niveles de instrumentación (Berven et al., 2001; Bridwell, Lenke y Lewis, 2001; Kostuik, Maurais, Richardson y Okajima, 1988).
- ▶ Por último, una contractura de flexores de la cadera puede contribuir a este síndrome (Ring et al., 1997). Sin embargo, esta contractura en flexión es más el resultado que la causa del síndrome de espalda plana, llevando a los pacientes a tener una marcha con caderas y rodillas flexionadas en lugar de mantenerlas rectas (Lee, Lee, Kim, Hong y Yoo, 2001; McMaster y Coventry, 1973).

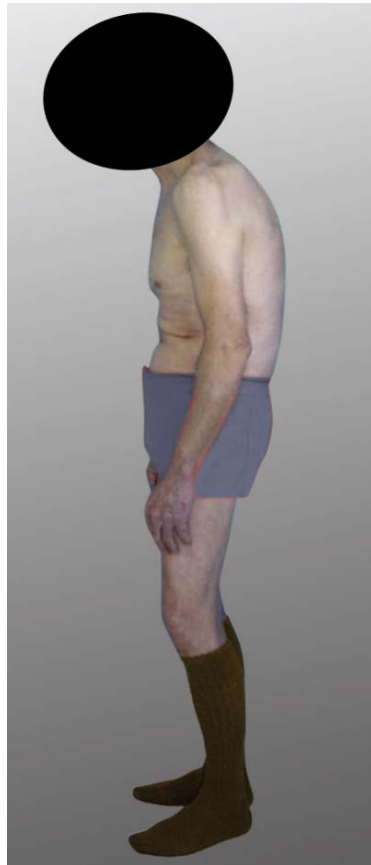


Esto radica en la importancia de restituir la lordosis previa del paciente o aumentarla al momento de realizar fijaciones lumbares instrumentadas (Gottfried, Daubs, Patel, Dailey y Brodke, 2009).

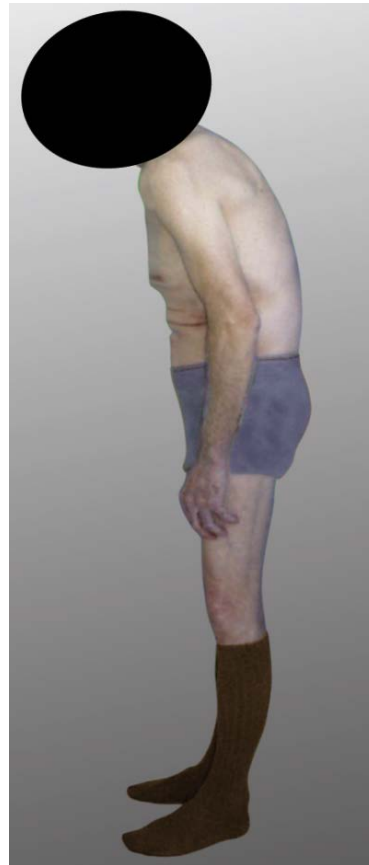
Presentación clínica

Los pacientes con espalda plana habitualmente presentan en el examen físico inclinación del tronco hacia adelante con la imposibilidad de mantener las rodillas en extensión, debiendo mantener estas en flexión (Tveit, Daggfeldt, Hetland y Thorstensson, 1994).

Se genera un deseje sagital característico con contractura en flexión de las caderas para compensar la mala postura. Esta alteración del eje de la pelvis en el plano sagital es lo que se denomina pelvicitilt (Umehara et al., 2000).



Se observa al paciente tratando de mantener la postura erecta mediante flexión de rodillas y caderas.



Se observa disbalance sagital y espalda lumbar plana por extensión de caderas y rodillas.

Postura en el eje sagital de un paciente con espalda plana

El dolor radicular es menos frecuente como cuadro de presentación. Cuando se presenta, se debe a la combinación de espalda plana con estenosis lumbar (Hammerberg y Wood, 2003).

Tipos de espalda plana

Ante la imposibilidad de tener una lordosis lumbar dentro de los valores normales mencionados, el paciente se inclina hacia adelante, generando un disbalance sagital, con la línea de la plomada por delante de los 2,5 cm normales (Farcy y Schwabb, 1997).

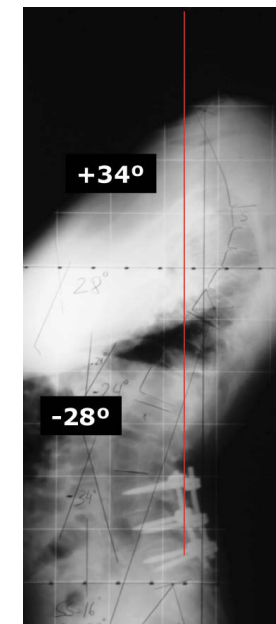
Es posible dividir a estos síndromes de espalda plana en dos tipos.

Tipo 1 o segmentario

Cuando hay espalda plana, pero sin alteración del eje sagital.

Tipo 2 o global

Cuando hay asociación de espalda plana y disbalance sagital mayor a 2,5 cm.



Espalda plana sin alteración del eje sagital.

Espalda plana tipo 1

El principal síntoma de consulta es el dolor. El dolor es originado por fatiga muscular y puede ser a nivel cervical, dorsolumbar o lumbar (White y Panjabi, 1990). Esa fatiga muscular se origina ante el esfuerzo de mantener una postura erecta.





Espalda plana con severo desbalance sagital.

Espalda plana tipo 2

Las radiografías dinámicas en flexoextensión pueden ser útiles para documentar movilidad en la región lumbar fusionada, demostrando una falla en la consolidación ósea. Del mismo modo, las radiografías oblicuas y la tomografía computada (TC) con reconstrucción 3D son de gran valor para detectar un foco de pseudoartrosis como factor causal de dolor y deformidad.



4. PREVENCIÓN DE LA ESPALDA PLANA POSTQUIRÚRGICA

Planeamiento preoperatorio

En un estudio publicado por La Grone (1998), se reportó un índice de complicaciones del 60% en cirugías de revisión posfusión lumbar. Por lo tanto, es recomendable una apropiada evaluación preoperatoria para no llegar a esos valores en una segunda cirugía.

- ▶ Es fundamental realizar una correcta inspección de la postura de los pacientes, análisis de la marcha y estado de las caderas y descartar contractura en flexión.
- ▶ Debe conocerse el eje sagital, así como también la lordosis lumbar y la posición de la pelvis.
- ▶ Los estudios diagnósticos elementales serán radiografías de frente y perfil, espinogramas y radiografías dinámicas.

Al momento de la intervención, es importante, al menos, mantener la lordosis lumbar y, de ser posible, mejorarla cuando se vaya a realizar una fusión.

Posición intraoperatoria

La posición del paciente que va a someterse a una fusión lumbar es muy importante, más aún cuando la fusión es hasta el sacro.

Debe apoyarse el paciente sobre cuatro postes (dos torácicos y dos pélvicos) para dejar el abdomen libre y recrear lordosis (La Grone, 1998). Si se finaliza la fusión en el sacro, se recomienda mantener las caderas en extensión, utilizando almohadas debajo de los muslos (Guanciale, Dinsay y Watkins, 1996).

Fusión posterior

A partir de que la principal causa del síndrome de espalda plana es la utilización de instrumental de Harrington, queda claro que no debe realizarse fijación en distracción en columna lumbar.

Distintos métodos de instrumentación de tercera generación con tornillos pediculares pueden brindar un aporte extra, ya sea mediante gestos de compresión, traslación o bendeado in situ, para mantener o mejorar los valores de lordosis de los pacientes (McMillan, Cooper y Hald, 1994).



Diferentes publicaciones relacionan a la hipolordosis lumbar postquirúrgica como la principal causa de enfermedad del segmento adyacente (Hammerberg y Wood, 2003).



5. TRATAMIENTO DE LA ESPALDA PLANA

Tratamiento conservador

En general, el tratamiento conservador no se asocia a buenos resultados.

Un programa que consiste en ejercicios de la musculatura extensora de caderas, músculos estabilizadores del tronco y ejercicios de extensión lumbar con medicación analgésica no esteroidea puede mejorar los síntomas. Sin embargo, estas medidas se asocian a escaso beneficio (Lee, Kim y Kim, 1997).

Farcy y Schwabb (1997; 2000) publicaron un estudio en 48 pacientes donde solo el 27% de los pacientes pudo ser tratado con medidas conservadoras y un 58% debió ser tratado quirúrgicamente.

Tratamiento quirúrgico

El objetivo es la restauración de la lordosis lumbar y el balance sagital. Esto permite caminar y estar parado con las rodillas y caderas en extensión, adoptando así una postura más fisiológica, reducir el dolor y mejorar la función.

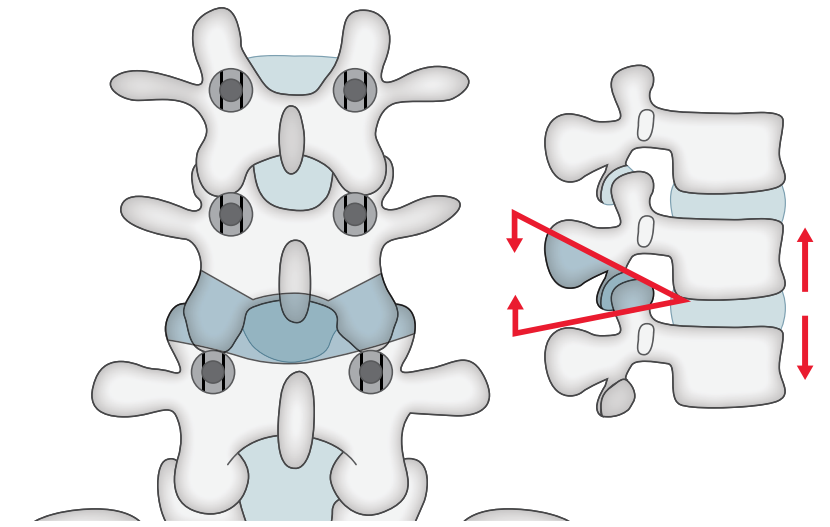
La posibilidad de realizar algún tipo de osteotomías dependerá del sitio de la deformidad y de la presencia o no de pseudoartrosis.

En general, las osteotomías correctivas deben realizarse en el sitio de la máxima deformidad. En la región lumbar, el sitio más común de osteotomías es L3, donde es posible una mejoría de la lordosis y el riesgo de lesión de estructuras neurológicas, como la médula, es menor (DeWald, 1997).

Osteotomía de extensión (Smith-Petersen)

La osteotomía de extensión fue descrita en 1945 (Smith-Petersen, Larson y Aufranc) y modificada por Law (1969).

Este procedimiento requiere la resección de elementos posteriores de la vértebra cefálica hasta la espinosa y resección de las articulares superiores de la vértebra caudal. La corrección es obtenida luego mediante la compresión, logrando así el cierre posterior, con la apertura anterior del disco y ligamento anterior, o mediante la osteoclasia anterior del cuerpo vertebral. De este modo, actúa mediante el alargamiento de la columna anterior.



Esquema de la osteotomía de Smith-Petersen (Potter et al., 2004)

Cuando el paciente presenta una calcificación vascular anterior, se trata de un procedimiento de riesgo, ya que puede realizarse tracción de los grandes vasos (Weatherley, Jaffray y Terry, 1988).

Los índices de complicaciones reportados no son infrecuentes y entre ellos se mencionan pseudoartrosis y falla del implante (Propst-Proctor y Bleck, 1983).

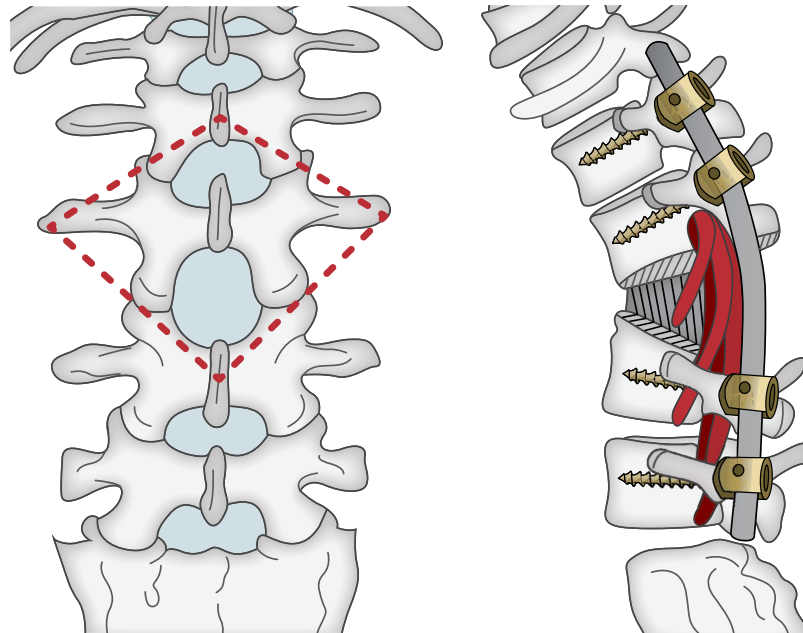
Como regla, es esperable 1° de corrección por cada milímetro resecaado; en general, no más de 10° a 15° de corrección por nivel de osteotomía.

En general, se acepta que los pacientes que responden a medidas conservadoras son portadores de una deformidad en espalda plana, pero con balance sagital normal (Booth, Bridwell, Lenke, Baldus y Blanke, 1999).

Osteotomía de sustracción pedicular (OSP)

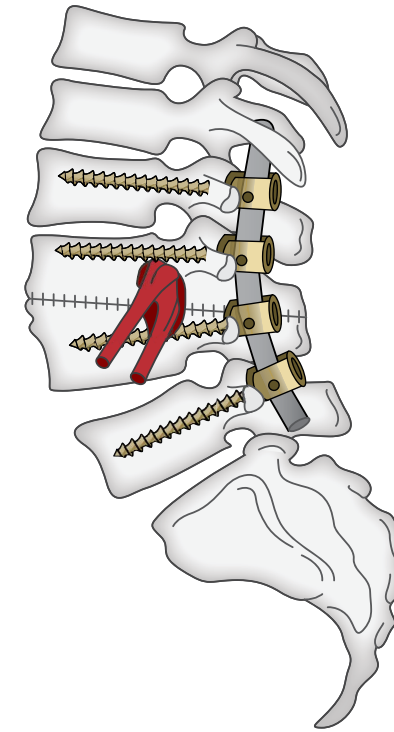
La osteotomía de sustracción pedicular (OSP) consiste en realizar una osteotomía en cuña de cierre, haciendo fulcro en la columna anterior.

Mediante la remoción de los elementos posteriores, incluyendo los pedículos, se realiza un vaciado de la vértebra y luego la aposición vertebral mediante el cierre de la osteotomía (Bridwell, 1998; Thomassen, 1985). En este paso, es importante utilizar una camilla que permita realinear la posición del paciente, logrando una mayor extensión de cadera. Se debe realizar una amplia liberación de los elementos posteriores para que, al momento del cierre, no se provoque la compresión de estructuras neurológicas, así como tampoco las raíces nerviosas a nivel foraminal.



Zonas de resección ósea.

Esquema de una osteotomía de sustracción pedicular



Cierre de la osteotomía.

Esquema de una osteotomía de sustracción pedicular

Sus desventajas son el potencial sangrado y la demanda técnica del procedimiento (Hammerberg y Wood, 2003).

Este procedimiento tiene como ventaja principal corregir hasta 30°-35°, permitiendo corrección tanto coronal como sagital, preservando la longitud de la columna anterior y con buenos índices de consolidación por aposición ósea esponjosa.

Resección vertebral posterior

La resección vertebral posterior fue descrita por McLennan en 1922 y popularizada por Bradford en 1985. Puede ser utilizada en el tratamiento de la espalda plana asociada a disbalance sagital en escoliosis del adulto con severa deformidad en el plano coronal (Bradford, 1985).

El procedimiento consiste en la resección del cuerpo vertebral manteniendo la cortical, abordando desde el lado convexo de la deformidad.

La ventaja del procedimiento es la importante corrección que puede obtenerse. Sin embargo, es una técnica muy demandante y con alto índice de morbilidad (Boachie-Adjei y Bradford, 1991).

Complicaciones (comparación de las técnicas)

Cada técnica aporta sus ventajas y desventajas y cada paciente puede requerir uno u otro procedimiento.

- ▶ La corrección obtenida con osteotomías de Smith-Petersen y de sustracción pedicular oscila entre 16° y 35° respectivamente (Van Royen y De Gast, 1999).
- ▶ En una reciente publicación, Cho, Bridwell, Lenke, Berra y Baldus (2005) realizaron una comparación de ambos procedimientos en el tratamiento de pacientes con desbalance sagital. Analizaron los resultados obtenidos en la corrección, siendo similares con ambas técnicas. Sin embargo, las osteotomías Smith-Petersen se asociaron con menor índice de complicaciones.

Las complicaciones reportadas luego de corrección de la espalda plana posoperatoria oscilan entre el 20% y el 60% según distintas publicaciones.

- ▶ Los procedimientos de Smith-Petersen se asocian con altos índices de pseudoartrosis, por lo que es recomendable el aporte de artrodesis anterior.
- ▶ Las complicaciones radicales se asocian con cualquiera de las dos técnicas; sin embargo, en su mayoría son transitorias.
- ▶ Las radiculopatías transitorias se asocian más con osteotomías de Smith-Petersen.
- ▶ Los síndromes de cola de caballo asociados a hematoma epidural tienen más relación a osteotomías de sustracción pedicular.
- ▶ Las osteotomías de Smith-Petersen tienen asociación también con lesiones vasculares por distracción anterior.

Instrumentación

En las últimas décadas, el advenimiento de los sistemas de instrumentación pedicular permite un mejor manejo de las deformidades en el plano sagital, sea mediante maniobras de cantilever o bendeado in situ. Es posible realizar maniobras de corrección mediante la toma de tres puntos, como lo facilita un anclaje vertebral pedicular (Chang, 1993).

Otro punto a analizar son los niveles de fijación. La toma distal al sacro, o eventualmente al ilíaco, permite mejores maniobras de corrección para el manejo de la espalda plana (Tsuchiya, Bridwell, Kuklo, Lenke y Baldus, 2001). Del mismo modo, la suplementación de injerto óseo anterior en los niveles distales de la instrumentación es un aporte biológico y mecánico muy importante, pudiendo realizarse por vía anterior (ALIF) o por vía posterior (PLIF, TLIF o T-PLIF) (McCord, Cunningham, Shono, Myers y McAfee, 1992).



6. SÍNTESIS



El manejo de la cifosis lumbar o espalda plana es difícil y complejo, con un alto índice de complicaciones y morbilidad.

Sus principales causas son las siguientes:

- causas posoperatorias por utilización de instrumentación en distracción;
- pseudoartrosis con posterior hipolordosis lumbar con deseje.

Es importante la prevención mediante una correcta preparación de los pacientes que van a ser sometidos a una fijación lumbar instrumentada, con correcto estudio y análisis radiográfico preoperatorio, buen posicionamiento en la camilla operatoria y prolija técnica de artrodesis.

Una vez que el síndrome de espalda plana ya está establecido, el tratamiento apropiado puede pensarse mediante la corrección vía osteotomías correctivas. La corrección exacta dependerá de las siguientes condiciones:

- mediciones del deseje que presente el paciente,
- posición de la pelvis,
- lordosis lumbar,
- transición toracolumbar.

Entre las técnicas de corrección, las osteotomías se presentan como la mejor opción, siendo la osteotomía de sustracción pedicular la que permite mejor corrección en grados, aunque con potenciales complicaciones. Las osteotomías de Smith-Petersen, por su parte, presentan una alternativa muy segura para correcciones de menor grado, y la utilización de instrumentación pedicular permite realizar maniobras correctivas y de compresión, aportando mejor lordosis.



BIBLIOGRAFÍA

Aaro, S. y Ohlen, G. (1983) The effect of Harrington instrumentation on sagittal configuration and mobility of the spine in scoliosis. *Spine*, 8, 570-575.

Bernhardt, M. y Bridwell, K. H. (1989) Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine*, 14, 717-721.

Berven, S. H., Deviren, V., Smith, J. A., Emami, A., Hu, S. S. y Bradford, D. S. (2001) Management of fixed sagittal plane deformity: results of the transpedicular wedge resection osteotomy. *Spine*, 26, 2036-2043.

Boachie-Adjei, O. y Bradford, D. S. (1991) Vertebral column resection and arthrodesis for complex spinal deformities. *J Spinal Disord*, 2, 864.

Booth, K. C., Bridwell, K. H., Lenke, L. G., Baldus, C. R. y Blanke, K. M. (1999) Complications and predictive factors for the successful treatment of flatback deformity (fixed sagittal imbalance). *Spine*, 24, 1712-1720.

Bradford, D. S. (1985) Vertebral column resection. *Orthop Trans*, 9, 130.

Bridwell, K. H. (1998) Pedicle Substraction (three-column) osteotomy. En: McCarthy, R. E. (Ed.). *Spinal instrumentation techniques manual, Volume 2*, (19). Rosemont (IL): Scoliosis Research Society.

Bridwell, K. H., Lenke, L. G. y Lewis, S. J. (2001) Treatment of spinal stenosis and fixed sagittal imbalance. *Clin Orthop*, 384, 35-44.

Chang, K. W. (1993) Oligosegmental correction of posttraumatic thoracolumbar angular kyphosis. *Spine*, 18, 1909-1915.

Cho, K. J., Bridwell, K. H., Lenke, L. G., Berra, A. y Baldus, C. (2005) Comparison of Smith-Petersen versus pedicle subtraction osteotomy for the correction of fixed sagittal imbalance. *Spine (PhilaPa 1976)*, 30(18), 2030-2037.

Cobb, J. R. (1948) Outline for the study of scoliosis. *Instr Course Lect*, 5, 261-75.

Cummine, J. L., Lonstein, J. E., Moe, J. H., Winter, R. B. y Bradford, D. S. (1979) Reconstructive surgery in the adult for failed scoliosis fusion. *J Bone Joint Surg Am*, 61, 1151-1161.

DeWald, R. L. (1997) Osteotomy of the thoracic/lumbar spine. En: Bradford, D. S. (Ed.) *Master techniques in orthopaedics surgery: The Spine*, (229-248). Philadelphia: Lippincott-Raven.

Doherty, J. H. (1973) Complications of fusion in lumbar scoliosis. Proceedings of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am*, 55, 438.

Farcy, J. P. y Schwabb, F. J. (1997) Management of flatback and related kyphotic decompensation syndromes. *Spine*, 22, 2452-2457.

Farcy, J. P. y Schwabb, F. J. (2000) Posterior osteotomies with pedicle subtraction for flatback and associated syndromes. Technique and results of prospective study. *Bull HospJt Dis*, 59, 11-16.

Gottfried, O. N., Daubs, M. D., Patel, A., Dailey, A. T. y Brodke, D. S. (2009) Spinopelvic parameters in postfusion flatback deformity patients. *Spine J*, 9, 639-647.

Guanciale, A. F., Dinsay, J. M. y Watkins, R. G. (1996) Lumbar lordosis in spinal fusion. A comparison of intraoperative results of patient positioning on two different operative table frame types. *Spine*, 21, 964-969.

Hammerberg, E. M. y Wood, K. B. (2003) Sagittal profile of the elderly. *J Spinal Disord Tech*, 16, 44-50.

Hasday, C. A., Passof, T. L. y Perry, J. (1983) Gait abnormalities arising from iatrogenic loss of lumbar lordosis secondary to Harrington instrumentation in lumbar fractures. *Spine*, 8, 501-511.

Jackson, R. P. y McManus, A. C. (1994) Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. *Spine*, 19, 1611-1618.

- Jang, J. S., Lee, S. H., Min, J. H. y Maeng, D. H. (2007) Changes in sagittal alignment after restoration of lower lumbar lordosis in patients with degenerative flat back syndrome. *J Neurosurg Spine*, 7, 387-92.
- Kostuik, J. P., Maurais, G. R., Richardson, W. J. y Okajima, Y. (1988) Combined single stage anterior and posterior osteotomy for correction of iatrogenic lumbar kyphosis. *Spine*, 13, 257-266.
- La Grone, M. O. (1998) Loss of lumbar lordosis. A complication of spinal fusion for scoliosis. *Ortho Clin North Am*, 19, 383-393.
- La Grone, M. O., Bradford, D. S., Moe, J. H., Lonstein, J. E., Winter, R. B. y Ogilvie, J. W. (1988) Treatment of symptomatic flatback after spinal fusion. *J Bone Joint Surg Am*, 70, 569-580.
- Labelle, H., Roussouly, P., Berthonnaud, E., Transfeldt, E., O'Brien, M., Chopin, D. et al. (2004) Spondylolisthesis, pelvic incidence and spinopelvic balance: a correlation study. *Spine*, 29, 2049-2054.
- Law, W. A. (1969) Osteotomy of the spine. *Clin Orthop*, 66, 70-76.
- Lazennec, J. Y., Ramare, S., Arafati, N., Laudet, C. G., Gorin, M., Roger, B. et al. (2000) Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain. *Eur Spine J*, 9, 47-55.
- Lee, C. S., Kim, Y. T. y Kim, F. (1997) Clinical study of lumbar degenerative kyphosis. *J Korean Spine Soc*, 4, 27-35.
- Lee, C. S., Lee, C. K., Kim, Y. T., Hong, Y. M. y Yoo, J. H. (2001) Dynamic sagittal imbalance of the spine in degenerative flatback: significance of the pelvic tilt in surgical treatment. *Spine (Phila Pa 1976)*, 26, 2029-2035.
- Legaye, J., Duval-Beaupere, G., Hecquet, J. y Marty, C. (1998) Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine*, 7, 99-103.
- Legaye, J. y Duval-Beaupere, G. (2005) Sagittal plane alignment of the spine and gravity: a radiological and clinical evaluation. *Acta Orthop Belg*, 71, 213-220.
- McCord, D. H., Cunningham, B. W., Shono, Y., Myers, J. J. y McAfee, P. C. (1992) Biomechanical analysis of lumbosacral fixation. *Spine*, 17(8), S235-S243.
- McMaster, M. J. y Coventry, M. B. (1973) Spinal osteotomy in ankylosing spondylitis. Technique, complications and long-term results. *Mayo ClinProc*, 48, 476-486.
- McMillan, M. M., Cooper, R. y Hald, R. (1994) Lumbar and lumbosacral fusion using Cotrel-Dubousset pedicle screws and rods. *Spine*, 19, 430-434.
- Moe, J. H. y Denis, F. (1977) The iatrogenic loss of lumbar lordosis. *Orthop Trans*, 1, 131.
- Potter, B., Lenke, L. y Kuklo, T. (2004) Prevention and management of Iatrogenic flatback deformity. *J Bone Joint Surg Am*, 86-A(8), 1793-1808.
- Propst-Proctor, S. L. y Bleck, E. E. (1983) Radiographic determination of lordosis and kyphosis in normal and scoliotic children. *J Pediatr Orthop*, 3, 344-346.
- Rajnic, P., Templier, A., Skalli, W., Lavaste, F. y Illés, T. (2002) The association of sagittal spinal and pelvic parameters in asymptomatic persons and patients with isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech*, 15, 24-30.
- Ring, D., Vaccaro, A. R., Scuderi, G., Klein, G., Green, D. y Garfin, S. R. (1997) An association between the flatback and postpolio syndromes: a report of three cases. *Arch Phys Med Rehab*, 78, 324-326.
- Smith-Petersen, M. N., Larson, C. B. y Aufranc, O. E. (1945) Osteotomy of the spine for correction of flexion deformity in rheumatoid arthritis. *J Bone and Joint Surg*, 27, 1-11.
- Stagnara, P., De Mauroy, J. C., Dran, G., Gonon, G. P., Costanzo, G., Dimnet, J. et al. (1982) Reciprocal angulation of vertebral body in the sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, 7(4), 335-342.
- Swank, S. M., Mauri, T. M. y Brown, J. C. (1990) The lumbar lordosis below Harrington instrumentation for scoliosis. *Spine*, 15, 181-186.
- Thomassen, E. (1985) Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis. *Clin Orthop*, 194, 142-52.

Tsuchiya, K., Bridwell, K. H., Kuklo, T. R., Lenke, L. G. y Baldus, C. (2001) Minimum 2-year analysis of sacropelvic fixation and L5-S1 fusion using S1 and iliac screws. *Spine*, 26, 1976-1983.

Tveit, P., Daggfeldt, K., Hetland, S. y Thorstensson, A. (1994) Erector spinal lever arm length variations with changes in spinal curvature. *Spine*, 19, 199-204.

Umehara, S., Zindrick, M. R., Patwardhan, A. G., Havey, R. M., Vrbos, L. A., Knight, G. W. et al. (2000) The biomechanical effect of postoperative hypolordosis in instrumented lumbar fusion on instrumented and adjacent spinal segments. *Spine*, 25, 1617-1624.

Van Royen, B. J. y De Gast, A. (1999) Lumbar osteotomy for correction of thoracolumbar kyphotic deformity in ankylosing spondylitis. A structured review of three methods of treatment. *Ann Rheum Dis*, 58, 399-406.

Weatherley, C., Jaffray, D. y Terry, A. (1988) Vascular complications associated with osteotomy in ankylosing spondylitis. A report of two cases. *Spine*, 13, 43-46.

White, A. A. y Panjabi, M. M. (1990) *Practical biomechanics of scoliosis and kyphosis: clinical biomechanics of the spine* (2º Ed.). Philadelphia: JB Lippincott.