

ESTUDIOS CLÍNICOS

# Artrodesis anterior instrumentada de curvas toracolumbares y lumbares en la escoliosis idiopática del adolescente

RODRIGO G. REMONDINO, CARLOS A. TELLO, ERNESTO S. BERSUSKY, MARIANO A. NOEL  
y EDUARDO GALARETTO

*Hospital Nacional de Pediatría Juan P. Garrahan*

## RESUMEN

**Introducción:** Evaluar los resultados clínicos y radiográficos, y las complicaciones asociadas con las fusiones espinales anteriores con barra única en la escoliosis idiopática del adolescente.

**Materiales y métodos:** Estudio retrospectivo de 41 pacientes con escoliosis idiopática del adolescente tratados con técnica de artrodesis anterior instrumentada con barra única en compresión e injerto intersomático impactado de costilla autólogo, con un seguimiento de 4,6 años. Todos los pacientes fueron evaluados clínicamente y radiográficamente, antes y después de la cirugía, con un mínimo de seguimiento de dos años.

**Resultados:** Se obtuvo un 85% de fusiones sólidas. El 78% de los pacientes estuvieron satisfechos con los resultados de la cirugía. No hubo infecciones profundas ni lesiones neurológicas. El promedio de corrección en el plano coronal mejoró 49,2° a 14° (71%),  $p < 0,001$ , 18° a dos años y 19,2° en el último control, con una pérdida de corrección de 8°. En el plano sagital, se mantuvo la lordosis en 57° promedio (T12–sacro). La traslación de la vértebra apical fue de 55,2 mm a 16,7 mm promedio (70%); la inclinación de la última vértebra instrumentada (UVI), de 18,6° a 3,3° (85%),  $p < 0,001$ ; y el ángulo UVI, de 9,1° a 3,8° (41%),  $p < 0,009$ . La rotación vertebral fue de 27,7° a 11° (43,4%). En 17 pacientes se adicionaron 1,44 niveles a la curva original. En 6 pacientes (14,7%) se presentó pseudoartrosis y 5 requirieron nueva cirugía. La tasa de reoperación fue del 12%.

**Conclusiones:** La artrodesis anterior instrumentada con barra única e injerto óseo impactado mostró muy buenos resultados clínicos y radiográficos, y permite un manejo adecuado del contorno sagital. Especial consideración tienen la última vértebra instrumentada y su disco, su elección a fin de preservar niveles móviles y su corrección en el plano coronal para evitar cambios degenerativos precoces, manteniendo la columna sin dolor en el futuro.

**PALABRAS CLAVE:** Escoliosis idiopática. Curvas toracolumbares. Fusión anterior. Barra única.

## ANTERIOR INSTRUMENTED FUSION IN THORACOLUMBAR AND LUMBAR ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS

### ABSTRACT

**Background:** To retrospectively evaluate outcomes and radiographic results and complications associated with single rod anterior spinal fusions in adolescent idiopathic scoliosis with follow-up 4.6 years (range 2-7.5 years).

**Methods:** Forty one patients with thoracolumbar/lumbar adolescent idiopathic scoliosis were treated by three surgeons with a similar anterior surgical technique using morselized rib autograft packed, and anterior single rod convex compressive instrumentation, with appropriate lordotic rod contour. The patients were evaluated clinical and radiographs outcome before and after surgery and minimum 2-year follow-up.

**Results:** We have obtained 85% solid fusion. 78% responded that they were satisfied with their results. There were no deep infection or neurological lesion. The average coronal correction thoracolumbar/lumbar curves was from 49.2° to 14° (71%)  $p < 0.001$ , 18° two years and 19.2° last control with loss of correction 8°. In the sagittal plane, lordosis maintained in thoracolumbar/lumbar fusions at 57° (T12–sacrum). The apical vertebra transla-

Recibido el 14-7-2006. Aceptado luego de la evaluación el 18-8-2006.

Correspondencia:

Dr. RODRIGO G. REMONDINO  
Combate de los Pozos 1881  
Capital Federal. C1245AAM  
Tel.: 47829668  
rodrigoremondino@yahoo.com.ar

tion: from 55.2 mm to 16.7 mm (70%); for LIV tilt: from 18.6° to 3.3° (85%)  $p < 0.001$ , and LIV angle: from 9.1° to 3.8° (41%)  $p < 0.009$ . The vertebral rotation: from 27.7° to 11° (43.4 %). Seventeen patients at L4-L5 level to original curves.

Six patients (14.7%) developed a pseudarthrosis, six with implant failure. Five required a new surgery, reoperation rate of 12%. The fifth patients were asymptomatic and appeared fused at the 4-year follow-up, with loss of correction 48%.

**Conclusion:** Anterior instrumented fusions for adolescent idiopathic scoliosis using a single solid rod had good radiographic and clinical outcomes. This technique improved or maintained the sagittal balance. Special consideration should be taken with last instrumented vertebra and your disc to preserve motion segments, and column without pain in a future.

**KEY WORDS:** Idiopathic scoliosis. Thoracolumbar. Lumbar curve. Anterior fusion. Single rod.

---

El objetivo del tratamiento quirúrgico en la escoliosis idiopática del adolescente con curvas toracolumbares y lumbares es obtener la máxima corrección de la deformidad en los tres planos del espacio, restaurando el balance coronal y sagital del tronco, preservando la flexibilidad de la columna a través de fusiones cortas y previniendo la degeneración discal caudal. Dwyer y Shafer<sup>8</sup> idearon el primer sistema para la corrección de la escoliosis por vía anterior mediante tornillos y cable de titanio, basado en el concepto de fusiones cortas y gran corrección. Sin embargo, estaba asociado con alta tasa de falla mecánica, pérdida de corrección, pseudoartrosis y cifosis. Más tarde, Zielke creó un sistema conocido como segunda generación para vía anterior; cambiando el cable por una barra roscada semirrígida, mejoró el balance sagital con injertos estructurales intersomáticos y la colocación de tornillos más posterior en la cara lateral del cuerpo vertebral en la zona del ápex de la curva, lo que agregó la posibilidad de realizar maniobras de desrotación otorgadas por la barra. No obstante, la rotura de las barras y la cifosis posinstrumentación continuaron opacando el procedimiento. Por su parte, Halm y Zielke mejoraron la técnica anterior al dotarla de un sistema de doble barra para aumentar la estabilidad primaria y disminuir el efecto cifotizante.<sup>12,37</sup> A su vez, Hall propulsó el concepto de corrección anterior y fusiones cortas mediante el uso de una barra sólida de compresión y maniobras de desrotación.<sup>13</sup>

La corrección de la curva escoliótica por vía anterior tiene ciertas ventajas teóricas sobre el abordaje posterior. Algunos aspectos que deben destacarse son:

1. Ventaja mecánica: la fuerza correctora se aplica a distancia del centro de la curva, tanto en el desplazamiento

lateral como en rotación. Esta real ventaja ha sido opacada por el gran número de fallas del instrumental, la pérdida de corrección cercana a 10° o 20° y las altas tasas de pseudoartrosis.

2. Fijación segmentaria anterior que permite un gran poder de manipulación en los tres planos del espacio, lo cual, sumado al concepto de desrotación espinal, facilita el desplazamiento anterior de la vértebra apical con respecto a las vértebras límites. Este efecto predispone a la cifosis lumbar iatrogénica. La subluxación lateral, la retrolistesis, la pérdida de corrección, la extrusión de los tornillos y la rotura de la barra son los problemas más frecuentes de esta técnica, con tasas de pseudoartrosis de hasta el 47%.<sup>2</sup>

3. La corrección anterior reduce el número de niveles comprometidos; esta preservación de los niveles móviles disminuye los cambios degenerativos caudales a la instrumentación, así como el riesgo de dolor lumbar bajo;<sup>2</sup> además, elimina los daños por distracción sobre la médula, el fenómeno del cigueñal y las complicaciones derivadas del perfil elevado de los implantes.

Con el incremento de la rigidez de la instrumentación moderna han disminuido los índices de pseudoartrosis, al igual que las pérdidas de corrección. Las fuerzas correctoras se distribuyen a través de toda la curva y las fuerzas de compresión no se aplican en un tornillo en particular en las maniobras de desrotación.

## Materiales y métodos

### Datos demográficos

Se trata de un estudio retrospectivo, descriptivo, de nivel de evidencia tipo IV, que incluyó a 55 pacientes con diagnóstico de escoliosis idiopáticas toracolumbares y lumbares en los que se realizó artrodesis anterior instrumentada. La población en estudio fue evaluada entre enero de 1996 y enero de 2002, con un seguimiento promedio de 4,6 años (2-7,5 años). Se excluyeron 14 pacientes del estudio por la imposibilidad de un seguimiento mayor de dos años, la falta de registros clínico-radiográficos o la falta de controles clínicos ulteriores.

Criterios de inclusión: 1) escoliosis idiopáticas, 2) curvas toracolumbares y lumbares, 3) instrumentación de tercera generación, 4) seguimiento mayor de dos años.

Criterios de exclusión: 1) escoliosis de otras etiologías, 2) instrumentación de Dwyer o Zielke, 3) seguimiento menor de dos años.

Todas las cirugías fueron realizadas por tres cirujanos espinales experimentados en esta técnica quirúrgica.

Las indicaciones de cirugía se basaron en alguna de las siguientes situaciones: fracaso del tratamiento ortopédico, ángulo de Cobb mayor de 40° con tronco descompensado clínicamente y progresión documentada de la curva.

La población estudiada estaba compuesta por 39 mujeres y 2 varones, con una edad promedio de 14,10 años (10,8-19,6) en el momento de la cirugía. La población femenina fue operada con una menarca promedio de 1,3 años (0,6-3,4). El perfil madura-

tivo óseo se valoró a través del índice de Risser,<sup>31</sup> el 51% de la población tenía Risser IV en el momento de la cirugía (Tabla 1).

Se utilizó la clasificación propuesta por Lenke y cols.,<sup>19</sup> según la cual 38 pacientes (92%) presentaron curvas de tipo V y 3 pacientes (7%), curvas de tipo VI. El modificador sagital fue N en 31 casos, + en 5 casos y - en 5 casos.

El 68% de los pacientes presentaron curvas toracolumbares y lumbares izquierdas; el 30% presentó giba lumbar izquierda > 2,4 cm y el 27%, giba toracolumbar izquierda > 3,4 cm.

El 32% de los pacientes presentaron curvas toracolumbares y lumbares derechas; el 14%, giba lumbar derecha > 2,1 cm y el 12%, giba toracolumbar derecha > 2,5 cm.

El 63% de la población tenía asimetría de hombros > 1 cm; el hombro derecho fue el más elevado en el 51% de los casos.

Los niveles de fusión fueron determinados por las vértebras límites en el 80,4% ( $n = 33$ ), el límite Cobb distal menos uno en 7,3% ( $n = 3$ ), el límite Cobb proximal menos uno en 9,7% ( $n = 4$ ) y en un paciente se adicionó un nivel distal a la vértebra límite.

Todos los implantes utilizados fueron de tercera generación. USS (Synthes) ( $n = 31$ ), TSRH (Sofamor Danek) ( $n = 7$ ), Synergy ( $n = 3$ ) y Moss Miami (Depuy Acromed) ( $n = 1$ ).

### Medición radiográfica

Todas las mediciones fueron realizadas por un solo observador siguiendo el método de Cobb<sup>5</sup> para determinar el valor angular (VA) de la curva y el método de Perdriolle y Vidal<sup>29</sup> para la rotación vertebral de la vértebra apical. Se tomaron radiografías preoperatorias de columna completa anteroposteriores y laterales con el paciente de pie y radiografías con inclinaciones laterales en decúbito. El balance coronal y sagital del tronco se valoró con el mismo par radiográfico. Se determinó el signo de Risser. El ángulo de Cobb fue registrado en el preoperatorio, en el posoperatorio inmediato, a los dos años de seguimiento y en la última consulta.

Se analizaron en el plano coronal los valores preoperatorios y posoperatorios de: 1) ángulo de inclinación de la última vértebra instrumentada, 2) ángulo del disco por debajo de la última vértebra instrumentada y 3) traslación de la vértebra apical (distancia entre la línea sacra media y el ápex de la curva). (Fig. 1).

El ángulo de Cobb promedio preoperatorio fue de 49,2° (40°-71°), con corrección en la inclinación lateral promedio de 19,8° (0°-40°). La lordosis lumbar (T12-S1) preoperatoria fue de 57°

(32°-78°). La rotación vertebral preoperatoria promedio fue de 27,7° (12°-50°). El ángulo de inclinación de la vértebra límite distal con respecto a la horizontal fue L2: 19,8° (3°-32°), con una corrección de 4,6° (0°-18°), el ángulo de inclinación L3: 24,86° (4°-36°), con una corrección de 9,33° (0°-26°) y el ángulo de inclinación L4: 21,61° (6°-30°), con una corrección de 6,72° (0°-14°) en la radiografía con inclinación lateral.

El ángulo del disco distal a la vértebra límite L2: 8° (0°-21°), L3: 7,3° (0°-13°) y L4: 12° (5°-18°).

La traslación vertebral apical preoperatoria fue de 55,2 mm (13-68 mm).

### Técnica quirúrgica

Con el paciente colocado en decúbito lateral, se realizó el abordaje a través de una toracofrenolaparotomía. En este estudio se efectuaron 35 toracofrenolaparotomías, sobre la décima costilla en el 74% de los casos y sobre la novena en el 21% de los casos. En 6 pacientes utilizamos lumbotomía retroperitoneal. Habitualmente elegimos un nivel por arriba de la vértebra superior por instrumentar. Se realiza la extirpación subperióstica de la costilla, se localiza el espacio subdiafragmático y se secciona el diafragma a 1 cm de su inserción en la pared, dando puntos de reparo para su posterior reinserción. Se expone la columna reduciendo la desperiostización, se localizan y se ligan los vasos segmentarios a demanda y se moviliza el vientre muscular del psoas. Luego se realiza discectomía más anulectomía amplia con extracción del núcleo pulposo con cureta de toda la convexidad nivel por nivel, lo cual otorga movilidad intervertebral, y se extraen los platillos vertebrales cartilagosos. Se prosigue con la colocación de los tornillos; el punto de entrada en la cara lateral del cuerpo es inmediatamente anterior y un poco superior a la base del pedículo. Primero se colocan las grapas en las vértebras límites, que otorgan estabilidad rotacional y a la inclinación lateral;<sup>34</sup> éstas dan el punto de entrada del tornillo y en los tornillos de las vértebras intermedias se utilizan sólo arandelas. Los tornillos deben atravesar el cuerpo vertebral. Utilizamos tornillos de 6 mm y de 6,5 mm; en los extremos preferimos los de 7 mm si el cuerpo vertebral lo permite. Se coloca injerto autólogo molido (costilla o cresta ilíaca) en los espacios discales impactándolos. El paso siguiente es el moldeado de la barra (5 o 6,5 mm) para restaurar o mantener la lordosis; se realizan las maniobras de desrotación hasta ubicar la curvatura en sentido anteroposterior y luego se hace compresión vértebra por vértebra evitando la cifosis segmentaria.

En esta serie en 36 pacientes utilizamos injerto autólogo molido de costilla, en dos casos le añadimos a éste injerto autólogo de cresta ilíaca y en tres casos utilizamos injerto de costilla más sustituto óseo. Se cubre la instrumentación con la pleura parietal y el psoas, se coloca un tubo de drenaje torácico y se cierra el diafragma y el espacio intercostal con suturas continuas pericostales e intercostales.

El tubo se retira cuando el débito es inferior a 1 cm<sup>3</sup>/kg/día. Se indica antibioticoterapia durante 48 horas (cefalosporinas de primera generación). Se comienza la movilización en el primer día posoperatorio.

Utilizamos corsé TLSO posoperatorio en 29 pacientes durante 4,3 meses (2-6) promedio, no para otorgar más estabilidad sino para limitar las actividades excesivas en el posoperatorio inmediato. En 12 pacientes se utilizó protección externa.

**Tabla 1.** Datos demográficos

Sexo	39 mujeres 2 varones
Edad cirugía	14,10 (10,8 a 19,6)
Signo de Risser	51% R IV
Menarca	1,3 (0,6 a 3,4)
Tipo de curva (Clasificación de Lenke)	38 (92%) tipo V 3 (7%) tipo VI



**Figura 1.** Mediciones radiográficas preoperatorias y posoperatorias. Curva toracolumbar Lenke V, valor angular: 43°.

**A.** Ángulo de inclinación vértebra límite 21°, traslación de la vértebra apical. **B.** Lordosis (preoperatorio).

**C.** Posoperatorio inmediato. Inclinación de la última vértebra instrumentada 0°, ángulo del disco por debajo de la última vértebra instrumentada 0°. Traslación de la vértebra apical: 38,6 mm. **D.** Perfil posoperatorio. **E.** A los 2 + 7 años de la operación. Ángulo de la última vértebra instrumentada (UVI) 3°, ángulo del disco por debajo de la UVI 7°, traslación de la vértebra apical: 19 mm. **F.** Lordosis posoperatoria conservada a 2 + 7 años.

### Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el programa Excel (versión 2003 Microsoft office). La distribución de variables fue dada como promedio, desviación estándar y rango. Se utilizó la prueba de la *t* de Student para determinar el nivel de significación de los cambios radiográficos preoperatorios y posoperatorios. Nivel de significación del 5% ( $p < 0,05$ ).

### Resultados

Luego de un seguimiento promedio de 4,6 años (2-7,5), en el 85% (34 pacientes) de las fusiones se observó la consolidación completa. El 78% de los pacientes mani-

festaron estar conformes con el resultado estético. Los límites de la artrodesis fueron de vértebra límite a vértebra límite en el 80,4% de los casos ( $n = 33$ ); se salvó un nivel a distal en 7,3% de los pacientes ( $n = 3$ ); no se instrumentó la vértebra límite proximal en 9,7% de los enfermos ( $n = 4$ ) y en un paciente se adicionó un nivel distal a la vértebra límite.

La fusión T11-L3 fue la más realizada en 53% de los casos ( $n = 22$ ), seguida de T10-L3 en 14,6% de los casos ( $n = 6$ ). Las primeras vértebras instrumentadas fueron T11 ( $n = 23$ ), T10 ( $n = 9$ ), T12 ( $n = 5$ ), T9 ( $n = 2$ ) y L1 ( $n = 2$ ) y las últimas fueron L3 ( $n = 32$ ), L4 ( $n = 5$ ) y L2 ( $n = 4$ ).

El valor angular preoperatorio promedio de 49,2° (40°-71°) pasó a un valor en el posoperatorio inmediato de 14°

(0°-40°),  $p < 0,0001$ , con un porcentaje del 71%. El valor angular promedio a dos años fue de 18° (0°-31°) y de 21° (6°-44°) a tres años de seguimiento. El valor angular promedio en el último control fue de 19,2° (0°-46°), lo que representa una corrección del 63% a 4,6 años de seguimiento y una pérdida del 8% promedio en igual período (Tabla 2).

La lordosis lumbar (T12-S1) en el preoperatorio fue de 57° (32°-78°), sin cambios significativos a 4 años de la operación: 56° (29°-65°),  $p < 0,21$ .

En 17 pacientes se adicionaron en promedio 1,44 niveles, distal a la curva original y el valor angular promedio de la nueva curva fue de 30° en el último control radiográfico (Fig. 2). El número de niveles fusionados promedio fue de 4,16 (3-6).

La rotación vertebral preoperatoria promedio fue de 27,7° (12°-50°), con una corrección posoperatoria del 43,4% a 11° (4°-22°),  $p < 0,003$ . El ángulo de inclinación de la última vértebra instrumentada en el preoperatorio fue de 18,6° (4°-36°), que se corrigió a 3,3° (0°-19°),  $p < 0,0001$ , en el posoperatorio inmediato, con un porcentaje de corrección del 85%. El ángulo del disco por debajo de la última vértebra instrumentada fue de 9,1° (0°-18°) promedio en el preoperatorio, que se corrigió a 3,8° (0°-13°) promedio,  $p < 0,009$ , con un porcentaje de corrección del 41%. La traslación de la vértebra apical en el preopera-

torio fue de 55,2 mm (13-68 mm), que se corrigió en el posoperatorio a 16,7 mm (0-17 mm),  $p < 0,0001$ , con un porcentaje de corrección del 70%.

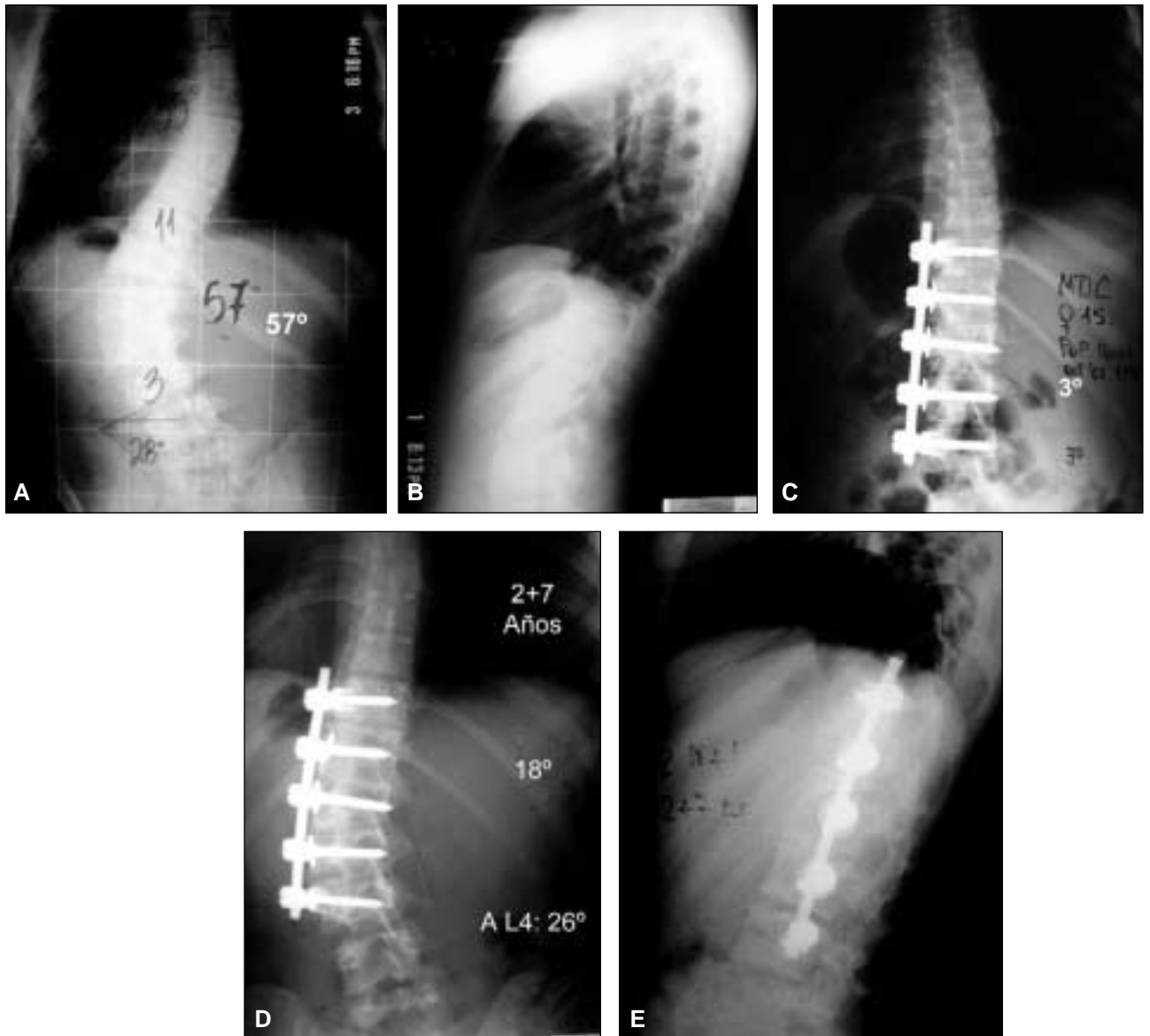
En esta serie, ningún paciente presentó complicaciones intraoperatorias; no hubo ninguna lesión neurológica o infección profunda; el 14,7% de los pacientes presentaron complicaciones mayores (seudoartrosis asociada con rotura o extrusión de implante) y el 24% tuvo complicaciones menores (infecciones superficiales, disestesias y falta de consolidación radiográfica completa en un nivel).

El 9,7% ( $n = 4$ ) de los pacientes que presentaron pseudoartrosis radiográfica, sin expresión clínica, al año de la cirugía, un nivel ( $n = 3$ ) y dos niveles ( $n = 1$ ), a los cuatro años continuaron asintomáticos, sin signos radiográficos de consolidación completa y con signos de pseudoartrosis hipertrófica; no hubo movimiento en las radiografías funcionales ni signos de aflojamiento o rotura del implante (Fig. 3). Seis pacientes (14,7%) presentaron pseudoartrosis clínica y radiográfica: dos con rotura de la barra, tres con extrusión del tornillo (primer tornillo proximal [ $n = 2$ ] y tornillo distal [ $n = 1$ ]) y uno con combinación de ambas. El tiempo promedio de la rotura de las barras fue de 4,2 años (3 a 5,6 años). En un paciente con pseudoartrosis en tres niveles se retiró el implante y se realizó artrodesis posterior instrumentada de T11 a L3. Cinco pseudoartrosis debieron ser reintervenidas; la tasa de reoperación fue del

**Tabla 2.** Resultados posoperatorios

Curva primaria	Preoperatorio	Posoperatorio	Valor de <i>p</i>
Valor angular	49,2° (40°-71°)	14° (0°-40°)	< 0,0001
Inclinación	19,8° (0°-40°)		
Pérdida corrección 2 años Tres años Último control	18° (0°-31°) 21° (6°-44°) 19,2° (0°-46°)		
Lordosis lumbar (T12- L1)	57° (32°-78°)	56° (29°-65°)	< 0,21
Inclinación UVI	18,6 (4°-36°)	3,3° (0°-19°)	< 0,0001
Inclinación disco debajo UVI	9,1° (0°-18°)	3,8° (0°-13°)	< 0,009
Rotación vertebral (ápex)	27,7° (12°- 50°)	11° (4°-22°)	< 0,003
Número de vértebras fusionadas		4,16 (3-6)	
Niveles adicionados		1,44	
Valor angular de la nueva curva		30°	
Traslación vertebral apical	55,2 mm (13-68)	16,7 mm (0-17)	< 0,0001

UVI: última vértebra instrumentada.



**Figura 2.** Incorporación de niveles a la curva original. **A-B.** Curva toracolumbar Lenke V. Paciente de 14 años con menarca de dos años, Risser III. Valor angular T11-L3: 40°. **C.** Posoperatorio. Artrodesis anterior instrumentada T11- L3: 3°. **D-E.** A los 2 + 7 años del posoperatorio; artrodesis consolidada, valor angular: 18°. Se incorpora L4 a la curva original. Nuevo valor angular: 26°.

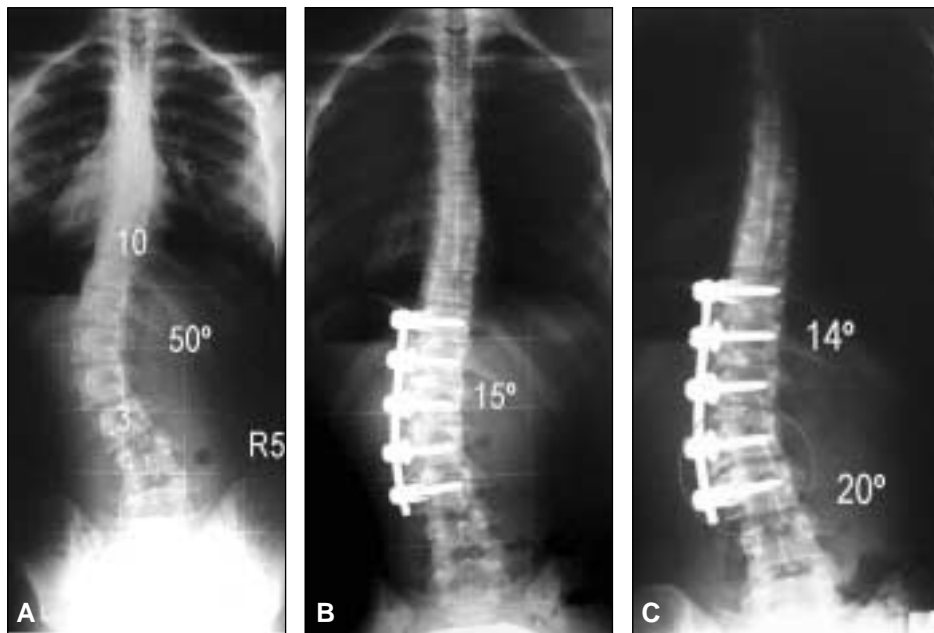
12,5%. Se observó pérdida de corrección del 48% en el plano coronal en los 6 pacientes con pseudoartrosis, que pasó de 12,4° (9°-15°) en el posoperatorio inmediato a 25,6° (16°-43°) luego de instalada la pseudoartrosis. Dos infecciones superficiales de herida se curaron con antibióticos orales y limpieza local. Cuatro pacientes presentaron disestesias unilaterales secundarias a la simpatectomía (anisotermia y anhidrosis) en el miembro inferior homolateral a la instrumentación; en 3 de ellos no cedieron a dos años de la operación.

Cinco pacientes evidenciaron sobrecorrección de la última vértebra instrumentada en las radiografías posoperatorias, que se manifestó por un cambio en la angulación

del disco inmediatamente inferior, sin expresión clínica en el seguimiento alejado.

### Discusión

Aún continúa la controversia sobre la técnica de instrumentación –anterior o posterior– que provee la mejor corrección de las escoliosis idiopáticas toracolumbares y lumbares. Sigue siendo opinable cuál es la que mejor restaura el balance del tronco y disminuye el número de segmentos comprometidos en la corrección. La controversia se ha extendido a las curvas idiopáticas torácicas y, si



**Figura 3.** Seudoartrosis radiológica: paciente 15 + 4, menarca de tres años, signo de Risser V. **A.** Curva lumbar Lenke V, T10-L3: 50°. **B.** Artrodesis T11- L3. Posoperatorio inmediato, valor angular 15°. **C.** Posoperatorio alejado 5 + 3 años, asintomática, radiográficamente muestra una seudoartrosis hipertrófica en el espacio L2- L3, sin movimiento alrededor del implante ni pérdida de corrección y adición de L4 a la curva con un valor angular de 20°.

bien la instrumentación anterior fue la indicación casi rutinaria en las escoliosis idiopáticas lumbares o toracolumbares, se han vuelto a considerar las instrumentaciones posteriores con los conceptos preconizados por Shuflebarger de instrumentaciones segmentarias nivel por nivel y flexibilización mediante flavotomías.

Con la vía anterior se obtuvieron tasas de corrección coronal para curvas toracolumbares mejores que con las vías posteriores: 63% a 4,6 años de seguimiento; además, la tasa de descompensación en el plano coronal es mayor en esta última vía, hecho avalado ampliamente en la bibliografía.<sup>38</sup>

Se destacan como ventajas de la vía anterior la posibilidad de efectuar maniobras de corrección en el ápex de la curva y de desrotar y flexibilizar la curva a través de amplias discectomías. Asimismo, el hecho de que haya pocos segmentos involucrados en la fusión sin duda favorecerá la movilidad distal residual.

La utilización de una barra única, sólida, premoldeada en lordosis provee estabilidad inmediata y evita el efecto cifotizante segmentario. No obstante, creemos que es una técnica que exige buenos conocimientos de la anatomía y de la biomecánica de la columna lumbar, así como del balance coronal y sagital.

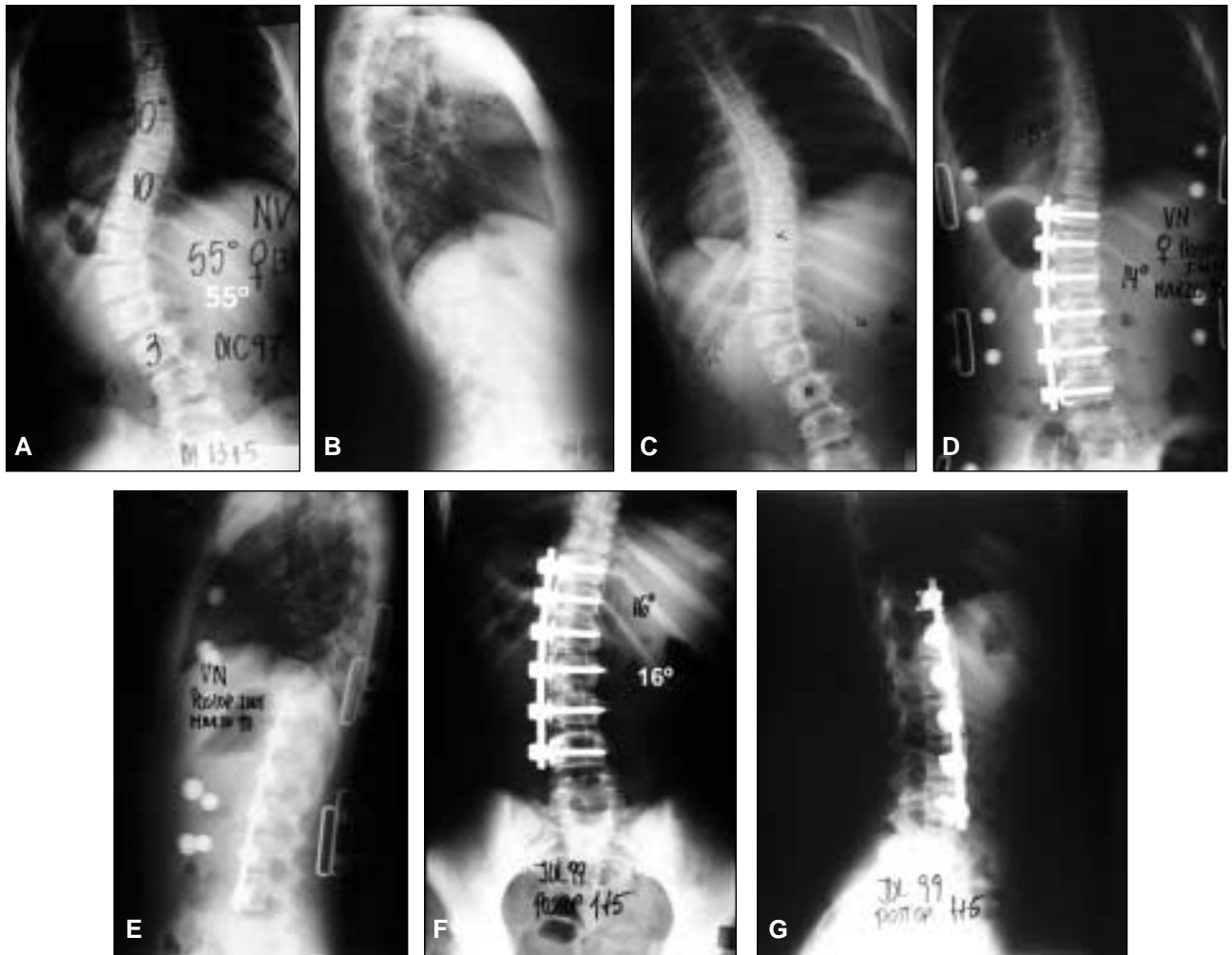
Se ha instalado cierta controversia con referencia al uso de una barra o de doble barra y la posibilidad de que de ello dependiera la menor o la mayor inmovilización y tasa de seudoartrosis. Entre los estudios que comparan la artrodesis con la barra única frente a los sistemas de doble barra,<sup>33,35,38</sup> estos últimos parecen mostrar mayor ri-

gidez inmediata, pero con menor amplitud de movimiento en todos los modos de carga, en especial para movimientos de flexión-extensión. Kaneda<sup>17</sup> trató a 25 pacientes (20 escoliosis idiopáticas) con sistemas de doble barra y obtuvo 83% de corrección, preservación de la lordosis lumbar y ninguna seudoartrosis, aunque el seguimiento fue menor de dos años. Un factor limitante para su uso es el tamaño del implante con relación al del cuerpo vertebral. Igualmente, el alto perfil de implantes con barras dobles en una zona de grandes vasos y órganos nobles podría explicar la reticencia a utilizarlos en determinados pacientes. Creemos que una sola barra brinda buena estabilidad primaria e inmediata, además de permitir cierta flexibilidad al sistema al otorgar una carga controlada en compresión que favorece la formación del callo óseo y la incorporación del injerto; asimismo, una sola barra mejora el perfil del implante.

Se comprobó en nuestros pacientes con seudoartrosis y extrusión del implante que la falla comenzó en la interfaz tornillo-hueso en la primera vértebra instrumentada ( $n = 2$ ) y en la última ( $n = 2$ ), como describieron Kaneda y cols.<sup>17,18</sup> y otros estudios previos.<sup>26</sup>

En ningún caso se encontró cifosis de transición (cifosis de unión) por sobre el primer nivel instrumentado, hecho ampliamente informado en numerosos trabajos con instrumental de primera y segunda generación.<sup>39</sup>

Tampoco encontramos pérdida de la lordosis lumbar (T12-S1), de 57° (32°-78°) preoperatoria a 56° (29°-65°) a 4 años de seguimiento, mientras que se han publicado tasas de hasta 18% a 24%.<sup>36,38,39</sup> No se utilizaron en ningún



**Figura 4.** Caso clínico: paciente de 13 + 11 años, menarca 0 + 5, signo de Risser II. **A-B-C.** Escoliosis lumbar, curva Lenke V, T10-L3: 55°. **D-E.** Fusión anterior T10-L3: 14°. **F-G.** Posoperatorio 1 + 5 años: fusión completa, excelente corrección del plano coronal con conservación del plano sagital; valor angular 16°.

caso injertos óseos estructurales, como lo propuso Zielke, ya que éstos actuarían como fulcro cuando se aplica compresión sobre el lado convexo de la curva y restaurarían la lordosis. Tampoco utilizamos cajas de titanio, como proponen Lenke, Bridwell y cols.<sup>21,28,32,37,39,40</sup> para mejorar el contorno sagital. No parece haber aún estudios concluyentes al respecto; además, la tasa de pseudoartrosis parece aumentar en los sitios con cajas 2,5% debido a la falta de fijación sólida caja-hueso, lo cual predispone al micromovimiento y desencadena retraso de la consolidación y falta de fusión, además de aumentar el estrés sobre el implante.<sup>3</sup> En nuestro estudio se consiguió un manejo adecuado de la lordosis lumbar con una barra sólida pre-moldeada en lordosis asociada con injerto molido de costilla impactado. Afirmamos que la preservación de la lordosis lumbar y el contorno sagital son claves para obtener buenos resultados alejados.

En esta serie hubo 6 pacientes (14,7%) con pseudoartrosis, dos con rotura de barra, tres con extrusión de tornillo,

uno con la combinación de falla y cuatro (9,7%) con pseudoartrosis sin clínica ni rotura de implante a 4,6 años promedio de seguimiento (Fig. 4). Esta tasa es alta, pero comparable con algunos artículos de la bibliografía actual, que informan tasas que van del 5% al 17%.<sup>3</sup> Casi todos los estudios con valores de pseudoartrosis menores de 10% tienen períodos de seguimiento iguales o menores de dos años; nuestro trabajo, con casi cinco años de seguimiento, nos proporciona un buen tiempo de análisis, ya que creemos que la rotura del implante se produce en un tiempo que va de tres a cinco años desde la falla de la consolidación. Los resultados con instrumental de primera y segunda generación arrojan tasas de pseudoartrosis del 20% o mayores.<sup>12,23,28,36,38,40</sup>

Sin embargo, las tasas de pseudoartrosis por vía anterior aparecen ostensiblemente más altas si se las compara con iguales niveles de fusión por vía posterior.<sup>1,2</sup>

Otro factor publicado en relación con el desarrollo de pseudoartrosis es el diámetro de la barra. Sweet<sup>38</sup> informó



sobre 5 pacientes con pseudoartrosis, en 4 de los cuales se había utilizado una barra de 5 mm, mientras que los pacientes que recibieron una barra de 4 mm no tuvieron falta de consolidación. Este autor atribuyó este hecho a la rigidez del sistema con barras gruesas y a la poca plasticidad para soportar carga. En nuestra casuística, en los 3 casos de rotura la barra fue de 6 mm. Utilizamos la tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional para evaluar la masa de fusión sólo en dos pacientes, los cuales presentaron pseudoartrosis radiográfica en un nivel, que se corroboró. El requerimiento sistemático de este estudio es opinable debido a su alto costo y a la exposición a la radiación.

Con respecto al peso de los pacientes, considerado un importante factor de riesgo para el desarrollo de pseudoartrosis, ninguno de los que la tuvieron en esta serie superó los 70 kg, valor de riesgo e incluso contraindicación para el uso de la barra única.<sup>38</sup> En dos pacientes de los que sufrieron pseudoartrosis pudimos constatar historia previa de consumo de tabaco.

Creemos que la pseudoartrosis puede estar asociada con fallas en la técnica quirúrgica o relacionadas con el implante. Lo más importante es prevenirla, a través de una minuciosa exposición de los discos y su completa remoción. Se requiere extirpar todo el cartílago y colocar muy buena cantidad de injerto óseo. Es notable cómo en las radiografías se aprecia muchas veces que el injerto queda colocado en el lado convexo. Se debe abrir bien el espacio creado y colocar los injertos en el lado cóncavo opuesto.

En 5 casos tuvimos sobrecorrección de la última vértebra instrumentada, la cual se manifiesta por la angulación del disco inmediatamente inferior. Como hipótesis para explicar este hecho creemos que una excesiva discectomía en el lado cóncavo de la curva, sumada a un exceso de injerto óseo molido, puede cambiar la angulación del cuerpo vertebral. De todos modos, son pocos los casos evaluados como para sacar conclusiones definitivas. Algunos autores prefieren una discectomía más limitada, con preservación del anillo fibroso del lado cóncavo para que éste actúe como bisagra en las maniobras de correc-

ción y evite la sobrecorrección.<sup>38</sup> El objetivo de la cirugía debe ser dejar la última vértebra instrumentada horizontal con respecto a la inmediata inferior; si esto no se logra se incrementa el estrés en ese segmento móvil, con la posible y consecuente degeneración discal, dolor y eventual aumento de la deformidad.

La utilización de la ortesis posoperatoria es discutible. Numerosos estudios indican que actualmente está en desuso.<sup>3,32,40</sup> En un principio su utilización se explicaba por la desconfianza que generaba un sistema de corrección y mantenimiento considerado de menor resistencia. Creemos que la inmovilización posoperatoria durante 3 a 6 meses puede otorgar protección al paciente desde el punto de vista psicológico y secundariamente al sistema, pero que tiene poco valor para evitar la pseudoartrosis. No pareció existir diferencia entre los pacientes que llevaron ortesis y los que no lo hicieron, a pesar de que estos últimos fueron menores.

Como punto débil de este estudio cabe hacer notar la falta de un grupo control con abordaje quirúrgico posterior para este tipo de curvas, por lo cual sólo fue posible cotejar nuestros resultados con los publicados en la bibliografía. Otro punto para destacar es la carencia de una valoración clínica objetiva, a través de cuestionario como el de SRS sobre los resultados y el nivel de satisfacción alcanzado por los pacientes luego de la cirugía.<sup>6,25</sup>

Como conclusión, la artrodesis anterior instrumentada con barra única e injerto molido de costilla brinda buenos resultados clínicos y radiográficos en curvas toracolumbares y lumbares y si bien permite mantener o restaurar la lordosis lumbar, requiere un estricto control intraoperatorio del plano sagital, así como de la inclinación de la última vértebra instrumentada y su disco inferior. Esto nos permite preservar espacios móviles y mantener una columna libre de dolor en el futuro. El objetivo para lograr el éxito quirúrgico en estas curvas está en la habilidad del cirujano para crear un balance adecuado entre la curva primaria y sus curvas fraccionales, restaurar la forma de la cintura y eliminar las gibas, y no en la sola búsqueda de disminuir el valor angular de la curva principal.

## Bibliografía

1. **Benli IT, Akalin S, KisM, et al.** The results of anterior fusion and Cotrel-Dubousset-Hopf instrumentation in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2000;9(6):505-15.
2. **Betz RR, Harms J, Clements DH III.** Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine.* 1999;24(3):225-39.
3. **Bitan FD, Neuwirth MG, Kuflik PL, et al.** The use of short and rigid anterior instrumentation in the treatment of idiopathic thoracolumbar scoliosis: a retrospective review of 24 cases. *Spine.* 2002;27(14):1553-7.
4. **Bullmann V, Halm HF, Niemeyer T, et al.** Dual-rod correction and instrumentation of idiopathic scoliosis with the Halm-Zielke instrumentation. *Spine.* 2003;28(12):1306-13.
5. **Cobb JR.** Outline for the study of scoliosis. *Instructional Course Letters. J Am Acad Orthop Surg.* 1948;5:261-75.

6. **D'Andrea LP, Betz RR, Lenke LG.** Do radiographic parameters correlate with clinical outcomes in adolescent idiopathic scoliosis? *Spine*. 2000;25(14):1795-802.
7. **D'Andrea LP, Betz RR, Lenke LG, et al.** The effect of continued posterior spinal growth on sagittal contour in patients treated by anterior instrumentation for idiopathic scoliosis. *Spine*. 2000;25(7): 813-8.
8. **Dwyer AF.** Experience of anterior correction of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1973;(93):191-214.
9. **Dwyer AF, Schafer MF.** Anterior approach to scoliosis: Results of treatment in fifty-one cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1974; 56(2):218-24.
10. **Haheer TR, Gorup JM, Shin TM.** Results of the Scoliosis Research Society Instrument for evaluation of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter study of 244 patients. *Spine*. 1999;24(14):1435-40.
11. **Halm HF, Liljenqvist U, Niemeier T, et al.** Halm-Zielke instrumentation for primary stable anterior scoliosis surgery: operative technique and 2-year results in ten consecutive adolescent idiopathic scoliosis patients within a prospective clinical trial. *Eur Spine J*. 1998;7(5):429-34.
12. **Halm H, Niemeier T, Halm B, et al.** Halm-Zielke instrumentation as primary stable improvement of the Zielke-VDS in idiopathic scoliosis. 1 to 4 year outcome of a prospective study of 29 consecutive patients. *Orthopade*. 2000;29(6):563-70.
13. **Hall J, Millis MB, Syder BD.** Short segment anterior instrumentation for thoracolumbar scoliosis. In Bridwell K, De Wald R. The textbook of spinal surgery. 2<sup>nd</sup> ed. Lippincott- Raven. Philadelphia. 1997; p. 665-74.
14. **Hall JE.** Dwyer instrumentation in anterior fusion of the spine. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(7):1188-90.
15. **Hsu LC, Zucherman J, Tang SC.** Dwyer instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br*. 1982;64(5):536-41.
16. **Johnston CE II, Turi M, Richards BS.** Treatment of idiopathic scoliosis with anterior TSRH instrumentation. *Orthop Trans*. 1994;18:118-9.
17. **Kaneda K, Shono Y, Satoh S, et al.** New anterior instrumentation for the management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system. *Spine*. 1996;21(10):1250-61.
18. **Kaneda K, Shono Y, Satoh S.** Anterior correction of thoracic scoliosis with Kaneda anterior spinal system. A preliminary report. *Spine*. 1997;22(12):1358-68.
19. **Lenke LG, Betz RR, Harms J.** Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83-A(8):1169-81. Comentado en *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(5):870. Contestado por el autor en *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(5):870-1. Comentado en *J Bone Joint Surg Am*. 2002; 84-A(6):1080-1. Contestado por el autor en *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(6):1081.
20. **Lowe TG, Betz R, Clemente D, et al.** Anterior single-rod instrumentation of the thoracic and lumbar spine: saving levels. *Spine*. 2003;28(20):S208-16.
21. **Lowe TG, Alongi PR, Smith DA, et al.** Anterior single-rod instrumentation for thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis with and without the use of structural interbody support. *Spine*. 2003;28(19):2232-41.
22. **Lowe TG, O'Brien MF, Smith DAB.** Central and juxta-endplate vertebral body screw placement: a biomechanical analysis in a human cadaveric model. *Spine*. 2002;27(4):369-73.
23. **Majd ME, Castro FP, Holt RT.** Anterior fusion for idiopathic scoliosis. *Spine*. 2000;25(6):696-702.
24. **McCance SE, Denis F, Lonstein JE.** Coronal and sagittal balance in surgically treated adolescent idiopathic scoliosis with the King II curve pattern: A review of 67 consecutive cases having selective thoracic arthrodesis. *Spine*. 1998;23(19):2063-73.
25. **Merola AA, Haheer TR, Brkaric M, et al.** A multicenter study of the outcomes of the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis using Scoliosis Research Society (SRS) outcome instrument. *Spine*. 2002;27(18):2046-51.
26. **Moe JH Purcell GA, Bradford DS.** Zielke instrumentation (VSD) for the correction of spinal curvature. Analysis of results in 66 patients. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;(180):133-53.
27. **Noel M, Tello C, Galaretto E.** Evaluation of intersomatic arthrodesis with and without ligature of segmentary vessels: An experimental study in rabbits. Paper 89 SRS 39<sup>th</sup> Annual meeting 2004.
28. **Otani K, Saito M, Sibasaki K.** Anterior instrumentation in idiopathic scoliosis: a minimum follow-up of 10 years. *Int Orthop*. 1997;21(1): 4-8.
29. **Perdriolle R, Vidal J.** Morphology of scoliosis: three- dimensional evolution. *Orthopedics*. 1987;10(6):909-15.
30. **Rhee JM, Bridwell KH, Won DS, et al.** Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis: the effect of anterior versus posterior instrumentation. *Spine*. 2002;27(21):2350-6.
31. **Risser JC.** The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop*. 1958;11:111-9.

32. **Sanders AE, Baumann R, Brown H, et al.** Selective anterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves in adolescents: when can the associated thoracic curve be left unfused? *Spine*. 2003;28(7):706-13. Discusión en *Spine*. 2003;28(7):714.
33. **Shen J, Qiu G, Weng X, et al.** Anterior spinal fusion with TSRH Instrumentation for scoliosis. *Chin Med Sci J*. 2003;18(1):41-5.
34. **Shimamoto N, Kotani Y, Shono Y, et al.** Static and dynamic analysis of five anterior instrumentation systems for thoracolumbar scoliosis. *Spine*. 2003;28(15):1678-85.
35. **Shimamoto N, Kotani Y, Shono Y, et al.** Biomechanical evaluation of anterior spinal instrumentation systems for scoliosis: in vitro fatigue simulation. *Spine*. 2001;26(24):2701-8.
36. **Smith JA, Deviren V, Berven S, et al.** Does instrumented anterior scoliosis surgery lead to kyphosis, pseudoarthrosis, or inadequate correction in adults? *Spine*. 2002;27(5):529-34.
37. **Spiegel DA, Cunningham BW, Oda I, et al.** Anterior vertebral screw strain with and without solid interspace support. *Spine*. 2000;25(21):2755-61.
38. **Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, et al.** Prospective radiographic and clinical outcomes and complication of single solid rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2001;26(18):1956-65.
39. **Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, et al.** Maintaining lumbar lordosis with anterior single solid-rod instrumentation in thoracolumbar and lumbar adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1999;24(16):1655-62.
40. **Weiss JC, Betz RR, Clements DH III, et al.** Prevalence of perioperative complications after anterior spinal fusion for patients with idiopathic scoliosis. *J Spinal Disorders*. 1997;10(5):371-5.