

# Comparación de los resultados mediante técnica segmentaria con barra única y barra de apoyo a única en el tratamiento quirúrgico de la escoliosis idiopática

L. A. Pérez-Millán, I. Martínez-Garrido, A. López-Sánchez e I. Escribá

Unidad de Raquis. Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Hospital Universitario La Fe. Valencia

Se compara el resultado del tratamiento quirúrgico de la escoliosis idiopática en dos grupos homogéneos de pacientes, unos tratados mediante la técnica de artrodesis y fijación con barra única y otros en quienes fue asociada una barra corta apoyada en la barra única. Se realiza un estudio retrospectivo de 36 pacientes (18 de cada grupo) con un seguimiento mínimo de 24 meses. El objetivo de este estudio fue analizar la corrección obtenida, determinando y comparando los resultados finales de estas técnicas quirúrgicas. Las correcciones obtenidas tanto en el plano coronal como en el sagital fueron semejantes con ambas técnicas. La oblicuidad de la vértebra límite y la traslación de la vértebra apical fueron corregidas de forma adecuada con las dos configuraciones. La desrotación obtenida fue semejante en ambos grupos. La corrección del desequilibrio raquídeo fue mejor en el grupo de barra única (52,5%) que en el de apoyo a única (25,3%). Las complicaciones fueron más frecuentes en el grupo de barra única derivadas de fallos del implante (30% de luxaciones de uñas y 11% de roturas de barra), precisándose reintervención en tres enfermos. Con la barra de apoyo a única no se ha requerido ninguna reintervención. La asociación de un tornillo distal y gancho en pinza con técnica de apoyo a única puede ser la solución definitiva de estas complicaciones.

**Palabras clave:** escoliosis, barra única, barra de apoyo a única.

## Comparison of the results of single-rod and short supporting rod segmental techniques in the treatment of idiopathic scoliosis

The result of surgical treatment of idiopathic scoliosis was compared in two homogeneous groups of patients, one group of patients treated with fusion and single-rod fixation and the other group with the addition of a short rod to support the single rod. A retrospective study was made of 36 patients (18 in each group) with a minimum follow-up of 24 months. The aim of this study was to analyze the correction achieved to determine and compare the outcome of these surgical techniques. The corrections achieved in the coronal and sagittal planes were similar with both techniques. The oblique angle of the limiting vertebra and translation of the apical vertebra were corrected adequately with both fixator configurations. The derotation achieved was similar in both groups. The correction of spinal imbalance was better in the single-rod group (52.5%) than in the single-rod with supporting rod group (25.5%). Complications were more frequent with the single-rod technique and derived from implant failure (30% hook dislocation and 11% rod rupture). Three patients had to be reoperated. With the single rod and supporting rod, no reoperation was required. The association of a distal screw and clip hook with the support of a single rod could be a definitive solution for these complications.

**Key words:** scoliosis, single-rod, single rod with supporting rod.

### Correspondencia:

L. A. Pérez-Millán  
C/ Valle de la Ballestera, 11, 6.º-11.ª  
46009 Valencia

Recibido: abril de 2002.

Aceptado: febrero de 2003.

En 1994 Richards et al<sup>1</sup> describieron la técnica de fijación interna con barra única (BU), en el tratamiento de la escoliosis idiopática basada en la corrección de la deformidad y estabilización mediante sistema de ganchos múltiples en una sola barra aplicada en la concavidad de la deformidad. Posteriormente se realizaron diferentes estudios clíni-

cos y experimentales<sup>2-4</sup> describiendo las ventajas adicionales de este método que justificaban su uso: disminución de la incidencia de infección tardía, al eliminar la prominencia del implante colocado en la convexidad y disminuir el tiempo quirúrgico; menor pérdida sanguínea; menor coste económico, y el incremento del área ósea libre y subsidiaria de poder ser cruentada, mejorando la cantidad y calidad de la artrodesis.

No obstante, se publicaron una serie de problemas derivados de este método de corrección relacionados con fallos instrumentales debidos a la menor rigidez y estabilidad del sistema frente a las configuraciones clásicas<sup>2, 5-7</sup>. El objetivo de este trabajo es evaluar la bondad de la configuración de barra única realizando un estudio comparativo entre este sistema y el montaje con barra corta de apoyo a barra única.

## MATERIAL Y MÉTODO

Han sido revisados 36 pacientes afectos de escoliosis, tratados quirúrgicamente en el mismo hospital y por el mismo cirujano en el período comprendido entre 1992 y 1996, contando todos ellos con un mínimo de 24 meses de evolución y un máximo de 64 meses en el momento de la revisión. De ellas, 18 correcciones han sido practicadas siguiendo los criterios estrictos preconizados por Johnston et al para BU, y en 18 casos a esta barra única se asoció un apoyo consistente en un sistema transversario apoyado en barra corta en la convexidad a nivel del ápex de la deformidad, barra de apoyo a la única (BAU). Las condiciones que fundamentaron la elección del uso de BU o BAU fueron la magnitud y la rigidez de la curva y el peso del enfermo, utilizando la barra corta asociada cuando alguna o todas estuvieron presentes.

A todos los pacientes se les practicó un estudio radiológico en bipedestación en posición frontal y lateral en el preoperatorio, postoperatorio y en la valoración final<sup>8</sup>. Se realizó una prueba de inclinación (*bending*) lateral para determinar la flexibilidad de la curva. La magnitud de la curva se valoró mediante la técnica de Cobb-Lippman. Las curvas han sido clasificadas según su localización<sup>9</sup> y de acuerdo con los criterios de King et al<sup>10</sup>.

En el plano lateral hemos establecido como curvas sagitales normales aquellas que se encuentran para la cifosis torácica entre 20° y 40° y para la lordosis lumbar entre 40° y 60° medidos entre la vértebra más distal incluida en la cifosis torácica y la primera sacra. Se denomina lordoescoliosis a la deformidad coronal asociada a una cifosis inferior a 20° Cobb (hipocifosis); en el mismo contexto hablamos de cifoescoliosis en las escoliosis cuyo plano sagital presenta una curva torácica superior a 40° Cobb (hipercifosis).

Fue valorada la rotación vertebral aplicando el método propuesto por Nasch y Moe<sup>11</sup>. Para medir el desequilibrio

en el plano frontal, se midió la distancia existente entre «la línea sacra central» y el proceso espinoso de la C7<sup>10,12</sup>. La medición de la traslación de la vértebra ápex de la deformidad mayor fue practicada desde la línea central sacra, siguiendo los criterios de Lenke y Bridwell<sup>13</sup>. Asimismo, fue determinada la inclinación de la última vértebra instrumentada, antes y después de la corrección. Las características clínicas de ambos grupos fueron:

1) Grupo 1: BU: 18 pacientes. La edad media en el momento de la cirugía fue de 15,7 años. Trece mujeres y 5 varones. En tres ocasiones fue apreciada cifoescoliosis y en 6 lordoescoliosis. Las curvas torácicas únicas se presentaron en 10 enfermos (55,5%) (King III) siendo las más frecuentes seguidas de 6 dobles torácicas y lumbares (33,3%) (5 King II y una King I) finalmente dos dobles torácicas (11,1%) (King V).

2) Grupo 2: BAU: 18 pacientes. En el momento de la cirugía tenían una edad media de 15,8 años. En 14 mujeres y 4 varones. En este grupo las 6 lordoescoliosis fueron equiparables en número a las 7 cifoescoliosis.

Los tipos de curvas tuvieron predominancia siendo las dobles torácicas y lumbares 12 (66,6%) (10 King II y dos King I), las torácicas 5 el 27% (King III) y una toracolumbar el 5,5% (King IV). El protocolo quirúrgico se basó en la corrección, estabilización y artrodesis posterior siguiendo la técnica de Goldstein<sup>14,15</sup> en todas las escoliosis cuya magnitud de curva superaba los 40°. En todos los casos fue asociado injerto óseo autólogo de cresta ilíaca en cantidades suficientes para cubrir toda la superficie cruentada. En 7 pacientes, todos ellos incluidos en el grupo de BAU que sobrepasaban 80° y un área rígida (radiografía en inclinación-*bending*) superior a 40°, la corrección-artrodesis posterior fue precedida de una liberación-discectomía anterior, con el fin de conseguir flexibilizar la deformidad escoliótica y asegurar la fusión. Fueron utilizados tres sistemas de fijación segmentarios (TSRH, Isola y Synergy) de características similares. Los niveles de fusión y los límites de la artrodesis fueron seleccionados según técnicas sugeridas clásicamente<sup>10,12,16</sup> basados en los estudios radiográficos pertinentes. Siguiendo estos criterios, de las 20 escoliosis que presentaban doble curva fueron incluidas ambas curvas en la artrodesis sólo en 13 enfermos, siendo 23 pacientes sometidos a fusión sólo de la curva torácica, debido a la flexibilidad evidente de la porción lumbar de la escoliosis (tipos II de King), e incluidos en el estudio de los resultados como afectos de escoliosis torácica simple.

Durante el período postoperatorio y hasta conseguir la artrodesis (6 meses), de forma sistemática se prescribió ortesis toracolumbar o lumbar, dependiendo del nivel en el límite de la artrodesis, siendo retirada durante la noche. Las pérdidas angulares importantes, no justificables por modificaciones en la fijación interna o problemas asociados, fueron estudiadas con técnicas específicas para descartar la presencia de pseudoartrosis.

## RESULTADOS

Los valores obtenidos en la corrección global de la deformidad en el plano A-P, según el tipo de curvas incluidas en el área de artrodesis y porcentaje sobre el *bending* se muestran en la tabla 1. En conjunto, en un total de 18 pacientes tratados con sistema de BU, la media en grados de la deformidad fue de 52,1°, siendo corregida hasta 25,2° de media, lo que representa una corrección media del 51,6%. En el grupo tratado mediante BAU la media preoperatoria de 60,2° fue corregida hasta 28,7° que corresponde a una corrección del 52,3%. La valoración de los resultados obtenidos tras la cirugía en relación con el área rígida de las deformidades demuestra la influencia de la rigidez en las correcciones. Se analizan los resultados obtenidos en el plano sagital discriminando los diversos grupos según la técnica quirúrgica empleada en la configuración de las fijaciones internas (tabla 2).

Se estudió el grado de corrección quirúrgica del desequilibrio del raquis, globalmente y según las técnicas eva-

luadas (fig. 1). El desequilibrio fue observado en 13 columnas (5 derechos y 8 izquierdos) del grupo tratado con la técnica de BU. En todos los casos en que existió desequilibrio postoperatorio continuó siendo del mismo lado que en el preoperatorio, no produciéndose ninguna sobrecorrección. La inclinación media fue de 0,97 cm antes de ser sometidos al tratamiento, tras éste se redujo a 0,46 cm, lo que significa una corrección del 52,5%.

En aquéllos con una configuración de BAU 14 presentaban algún grado de desequilibrio (3 derechos y 11 izquierdos). Sólo dos enfermos obtuvieron hipercorrecciones que provocaron desequilibrios contrarios al inicial, y que en ningún caso significaron alteraciones de importancia clínica. El desequilibrio medio preoperatorio fue de 0,83 cm, siendo reducido tras la cirugía a 0,62 cm (25,3%).

Para la obtención de los resultados, en cuanto a la corrección de la traslación del ápex de la deformidad, también se ha tenido en cuenta el tipo de curva incluida en el área de fusión (tabla 3). Con la técnica de BU los 18 enfermos tenían una traslación media de 4,7 cm, que tras la fusión y fi-

**Tabla 1.** Valores medios obtenidos en la corrección quirúrgica en el plano anteroposterior según el tipo de curva incluida en la artrodesis y sobre el área rígida (*bending*)

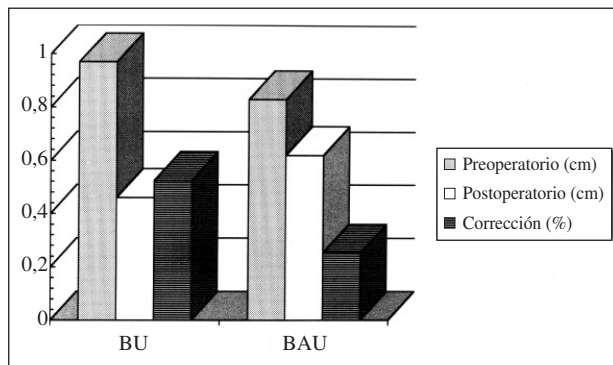
Curva artrodesada	BU				BAU			
	N.º	Preoperatorio (grados)	Postoperatorio (grados)	Corrección %	N.º	Preoperatorio (grados)	Postoperatorio (grados)	Corrección %
Torácica	11	51,3	20,8	59,4	12	64,8	28,5	56
DT	2	41	27,5	32,3	0	0	0	0
		61	28,5	53,2				
TL	5	57,2	29	49,3	6	60	30	50
		49,6	30	39,5		51	28	45
Total	18	52,1	25,2	51,6	18	60,2	28,7	52,3
<i>Bending</i>		32		21,2		33,5		14,3

BU: barra única; BAU: barra de apoyo a única; DT: curvas dobles torácicas; TL: curvas dobles torácicas y lumbares.

**Tabla 2.** Valores medios obtenidos en la corrección quirúrgica en el plano sagital

	BU				BAU			
	N.º	Preoperatorio (grados)	Postoperatorio (grados)	Corrección %	N.º	Preoperatorio (grados)	Postoperatorio (grados)	Corrección %
Cifosis torácica								
Hiper	3	46,3	24,3	22	7	49	35	14
Hipo	6	12,8	21,8	9	6	13,6	27	13,4
Normo	9	31,6	32	0,4	5	34,6	31	3,6
Total	18	27,7	27,3	6,8	18	33,2	31,2	8,9
Lordosis lumbar								
Lordosis en cifoescoliosis	3	58,3	45,6	12,7	7	52,5	55,8	3,3
Lordosis en lordoescoliosis	6	43,6	43	0,6	6	37	42,6	5,6
Lordosis en escoliosis	9	54,8	52	2,8	5	53,6	48,5	4,9
Total	18	51,6	47,9	3,7		47,6	49,3	1,7

BU: barra única; BAU: barra de apoyo a única.



**Figura 1.** Corrección quirúrgica del desequilibrio del raquis con las dos técnicas. BU: barra única; BAU: barra de apoyo a única; cm: centímetros; %: porcentaje.

jación interna se redujo a 2,5 cm, lo cual representa una mejoría del 45,3%. La configuración de BAU mostraba globalmente una traslación media de 5,3 cm, corregida a 2,7 cm (47,3%).

La oblicuidad de la última vértebra fusionada e instrumentada distalmente ha sido medida obteniendo el ángulo formado por el platillo inferior de dicha vértebra y la línea formada por la plataforma sacra. Con la técnica de BU las 18 escoliosis obtuvieron un 56,3% de mejoría al pasar de

17,2° de oblicuidad a 7,5°. Con la técnica de BAU, en conjunto, los 18 intervenidos ofrecieron inclinaciones de 19,5° con corrección hasta 9,6° (50,6%) (tabla 4). La corrección de la rotación vertebral a nivel de la vértebra ápex de la deformidad se representa en las figuras 2 y 3.

Con respecto a las complicaciones con la configuración de BU fueron apreciadas 6 luxaciones de ganchos. En tres ocasiones la pérdida del anclaje distal se produjo antes del sexto mes del postoperatorio, dando lugar a pérdidas importantes de corrección. Dos luxaciones de ganchos distales, posteriores al año de la artrodesis, no dieron lugar a modificación de la escoliosis.

Dos roturas de barras (11%) fueron diagnosticadas en revisiones efectuadas al año de evolución y a los 18 meses. Consideradas como posibles pseudoartrosis, un enfermo fue revisado practicándosele extracción del material de fijación sin encontrar ninguna línea de pseudoartrosis. En controles sucesivos tampoco existieron pérdidas angulares adicionales. El caso restante, ante la ausencia de clínica y evolución sin sufrir incremento de la deformidad ni clínica ni radiográfica, prefirió no ser sometido a nueva cirugía de revisión, por lo cual no ha podido ser demostrado ningún fallo de fusión. Las pérdidas medias en conjunto de ambos pacientes fueron de 7°, siendo apreciadas éstas durante el primer año de evolución. Fueron contabilizadas dos infec-

**Tabla 3.** Corrección de la traslación de la vértebra apical

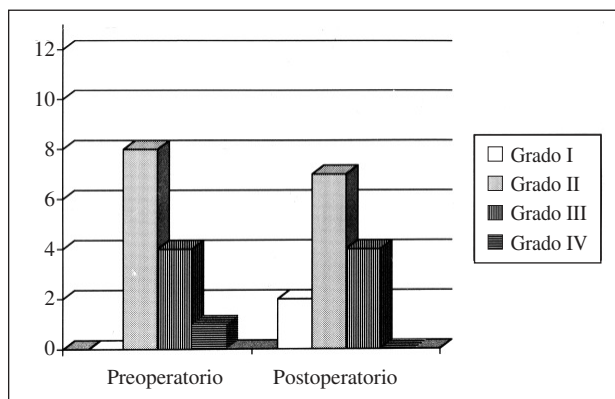
Curva artrodesada	BU				BAU			
	N.º	Preoperatorio (cm)	Postoperatorio (cm)	Corrección %	N.º	Preoperatorio (cm)	Postoperatorio (cm)	Corrección %
Torácica	11	5	2,6	48	12	5,8	2,8	51,7
DT	2	3,2	2,4	25	0	0	0	0
		5,2	2,2	57,6				
TL	5	5,2	2,6	50	6	5,3	2,5	52,8
		5	2,7	46		4,8	3	37,5
Total	18	4,7	2,5	45,3	18	5,3	2,7	47,3

BU: barra única; BAU: barra de apoyo a única; DT: curvas dobles torácicas; TL: curvas dobles torácicas y lumbares.

**Tabla 4.** Corrección de la oblicuidad de la vértebra límite distal con ambas técnicas

Vértebra límite distal	BU				BAU			
	Número de pacientes	Oblic. preop. (grados)	Oblic. postop. (grados)	Corrección %	Número de pacientes	Oblic. preop. (grados)	Oblic. postop. (grados)	Corrección %
T12	2	19	10	47,3				
L1	9	13,8	5,7	58,6	10	16	6,7	58
L2	2	15	3,3	78	2	15,3	8,6	43,7
L3	1	20	10	50	6	27,4	13,6	50,3
L4	4	21	11	47,6				
Total	18	17,2	7,5	56,3	18	19,5	9,6	50,6

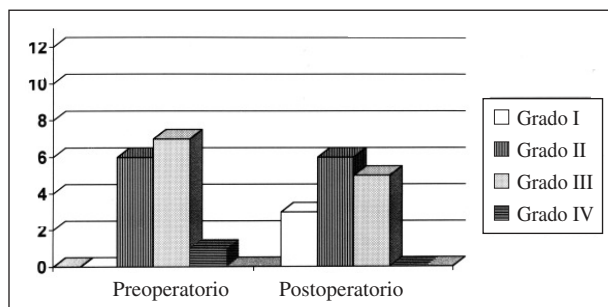
BU: barra única; BAU: barra de apoyo a única; T: torácica; L: lumbar; oblic. preop.: oblicuidad preoperatoria; oblic. postop.: oblicuidad postoperatoria; %: porcentaje.



**Figura 2.** Corrección quirúrgica de la rotación de la vértebra apical con la técnica de BU (barra única).

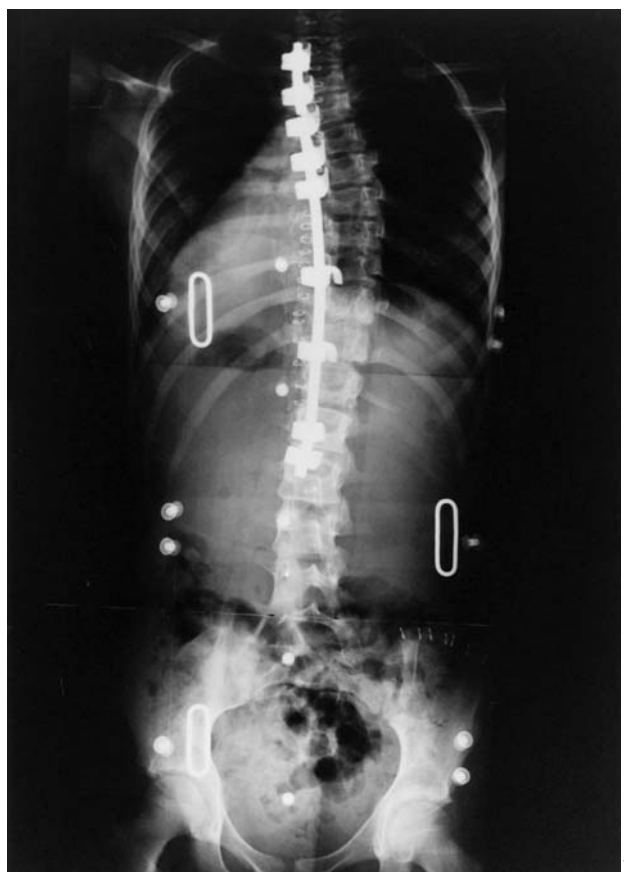
ciones superficiales inmediatas, que tratadas con antibioterapia precisa fueron solucionadas sin precisar medidas añadidas.

Han sido comprobadas pérdidas de corrección de 2,2° de media para las curvas simples y 4,6° para las dobles. Con la técnica de BU fueron practicadas dos extracciones del



**Figura 3.** Corrección quirúrgica de la rotación de la vértebra apical con la técnica de BAU (barra de apoyo a única).

material de osteosíntesis causadas por molestias de presión en el apoyo a nivel de los ganchos luxados. Las complicaciones de la fijación interna con la configuración de BAU fueron mínimas, siendo éstas una única salida de gancho distal (pinza) antes de finalizar la artrodesis, que significó una pérdida de corrección de 15° en el enfermo afectado. No se presentó ningún caso de infección. En este grupo las pérdidas angulares finales fueron de 0,4° en las curvas simples y 2,8° en las dobles.



**Figura 4.** Mujer de 15 años afecta de escoliosis idiopática juvenil. Corrección de la deformidad en el plano coronal con la técnica de barra única. (A) Deformidad preoperatoria con curva torácica derecha (T4-T11) de 50°. Bending derecho de 33°. (B) Control a los 12 meses de postoperatorio. Curva torácica derecha (T4-T11) de 22°.





**Figura 5.** Mujer de 17 años con escoliosis idiopática del adolescente. Corrección quirúrgica en el plano AP con la técnica de barra corta de apoyo a barra única precedida de liberación y discotomía anterior. (A) Radiografía preoperatoria mostrando una curva torácica derecha (T4-T11) de 80°. Bending derecho de 55°. (B) Control posquirúrgico a los 12 meses. Curva torácica derecha (T4-T11) de 25°.

## DISCUSIÓN

En general se puede considerar que el estudio ha sido realizado sobre dos grupos homogéneos por el tipo de curva, el número, edad y sexo de los pacientes, siendo practicado el tratamiento en todos los casos por el mismo cirujano. Los signos de estructuración y rigidez de la desviación raquídea son factores raramente considerados en los trabajos publicados, siendo parámetros de gran importancia de cara a valorar los resultados obtenidos tras la cirugía, ya que las curvas rígidas permiten correcciones inferiores y mayor frecuencia de complicaciones. Con BU la mejoría obtenida en el plano anteroposterior sobre el área rígida fue del 21,2%, y con BAU el 14,3%. Estas cifras nos permitirían concluir que la barra única ha sido superior en la corrección de las escoliosis más rígidas. Sin embargo, es probable que estos resultados estén influidos por el hecho de que las curvas incluidas en el grupo de BAU fueron de mayor magnitud, siendo necesario en 7 pacientes realizar una vía anterior previa con objeto de flexibilizar aquellas curvas de mayor magnitud y rigidez.

En términos generales las correcciones obtenidas en el plano coronal han sido adecuadas con ambas técnicas, existiendo mínimas diferencias entre ellas (figs. 4 y 5). Los re-

sultados, en este sentido, son inferiores a los referidos por algunos autores con la técnica clásica de doble barra<sup>17,18</sup>, pero superponibles a aportaciones clásicas<sup>14,19,20</sup> y a otras con sistemas actuales<sup>21,22</sup>.

En cuanto a la deformidad lateral, el hecho de añadir la barra corta a la convexidad, normalmente usada en compresión para estabilizar el montaje, justificaría una menor corrección de la hipocifosis que de la hipercifosis al ser la compresión un factor lordosante; sin embargo, en las lordoescoliosis esta configuración ha sido de mayor efectividad que la BU.

La BAU obtuvo peores resultados en cuanto a la corrección del desequilibrio, probablemente al actuar la barra en la convexidad como un elemento que opone resistencia a los intentos de traslación con la primera barra. La corrección de la oblicuidad de la vértebra límite fijada, así como la traslación de la vértebra apical y la desrotación conseguida, han sido satisfactorias con las dos configuraciones siendo superponibles. Porcentajes de corrección similares se obtienen en otros trabajos publicados con técnica de doble barra<sup>23</sup>.

Las complicaciones más frecuentes han sido las derivadas de fallos del implante, especialmente con la técnica de BU. La incidencia de luxaciones de ganchos distales (es

decir, los elementos del implante sometidos a mayor tensión) con la técnica de BU ha sido del 30%. Esto ha permitido pérdidas de corrección en los 6 meses del postoperatorio inmediato de 4,6° en las curvas dobles y 2,2° en las simples. En el grupo de BAU, por el contrario, existió una sola luxación (5,6%).

Sólo se ha producido la rotura de la barra en dos pacientes (11%) intervenidos según la técnica de BU. Esta complicación ha sido atribuida en diferentes trabajos al exceso de peso en algunos enfermos, o a la excesiva longitud de las barras empleadas en el tratamiento de las dobles curvas torácicas y lumbares<sup>2</sup>. Las dos roturas de barras de la presente serie se han producido en curvas simples torácicas y en enfermos de fenotipo asténico. Ambos hechos no apoyan ninguno de los anteriores supuestos etiológicos.

Tres enfermos precisaron la extracción del implante o de parte de él (ganchos distales) en el grupo tratado con BU. En la serie con la modificación de BAU no hubo necesidad de ninguna reintervención. A la vista de los resultados parece, por tanto, que la asociación de una barra de apoyo en la convexidad (BAU) actúe como un elemento estabilizador y liberador de tensión, resolviendo o minimizando al menos algunos de los problemas derivados de los fallos del montaje.

Posiblemente la asociación de tornillo transpedicular con gancho en pinza o invertido en la última vértebra instrumentada con técnica de BAU, puede ser la solución definitiva a estas complicaciones<sup>5,6</sup>. Frente a la configuración clásica de doble barra, con la técnica de barra corta de apoyo a única logramos disminuir el tiempo quirúrgico, y de esta manera teóricamente el riesgo de sufrir complicaciones intraoperatorias. Por otro lado, la técnica de BAU permite reducir la presencia de espacios muertos profundos y la prominencia de los montajes en cuadro de la barra doble, que se han relacionado con la incidencia de infecciones. Ciertamente estas ventajas deben ser sometidas a análisis detallados en futuros estudios.

En resumen, la configuración con BU es una alternativa a la configuración clásica, especialmente en aquellas deformidades de menor rigidez. No obstante, debido a los frecuentes fallos del implante, debe ser asociada a barra de apoyo en la región de máximo estrés, y en la vértebra distal practicar una pinza laminopedicular para estabilizar esta porción y evitar la fractura de la lámina.

## BIBLIOGRAFÍA

- Richards BS, Herring JA, Johnston CE, Birch JG, Roach JW. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis using Texas Scottish Rite Hospital instrumentation. *Spine* 1994;19:1598-605.
- Albers HW, Hresko MT, Carlson J, Hall JE. Comparison of single- and dual-rod techniques for posterior spinal instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2000;25:1944-9.
- Ashman RB, Birch JG, Bone LB, Corin JD, Herring JA, Johnston CE 2nd, et al. Mechanical testing of spinal instrumentation. *Clin Orthop* 1988;227:113-25.
- Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke KM, Whorton J. Prospective radiographic and clinical outcomes and complications of single solid rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001;26:1956-65.
- Birch JG, Herring JA, Roach JW, Johnston CE. Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop* 1988;227:24-9.
- Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop* 1988;227:10-23.
- Wattenbarger JM, Richards BS, Herring JA. A comparison of single-rod instrumentation with double-rod instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2000;25:1680-8.
- Edgar MA, Mehta MH. Long-term follow-up of fused and unfused idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1988;70B:712-6.
- Moe J, Kettleson D. Idiopathic scoliosis, analysis of curve patterns and preliminary results of Milwaukee brace treatment in one hundred and sixty-nine patients. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52A:1509-33.
- King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65A:1302-13.
- Nasch E, Moe J. A study of vertebral rotation. *J Bone Joint Surg Am* 1969;51A:223-9.
- Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83A:1169-81.
- Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, Baldus C, Weston J. Radiographic results of arthrodesis with Cotrel-Dubousset instrumentation for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A five to ten-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80A:807-14.
- Goldstein LA. The surgical management of scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1966;48A:167-96.
- Kostuik JP. Operative treatment of idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72A:1108-13.
- Goldstein LA. The surgical treatment of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1971;93:131-57.
- Bergoin M, Bollini G, Hornung H, Tallet JM, Genari JM. Is the Cotrel-Dubousset really universal in the surgical treatment of the idiopathic scoliosis? *J Pediatr Orthop* 1988;8:45-8.
- Shufflebarger HL, Clark CE. Fusion levels and hook patterns in thoracic scoliosis with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine* 1990;15:916-20.
- Harrington PR, Dickson JH. An eleven-year clinical investigation of Harrington instrumentation. A preliminary report on 578 cases. *Clin Orthop* 1973;93:113-30.
- Lovullo JL, Banta JV, Renshaw TS. Adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington-rod distraction and fusion. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68A:1326-30.
- Allen BR, Ferguson RL. The Galveston experience with L-rod instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1988;229:59-69.
- Dickson RA, Archer IA. Surgical treatment of late-onset idiopathic thoracic scoliosis. The Leeds procedure. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69B:709-14.
- Escribá I, Pérez Millán LA, Bas JL, Pina A, Bas T. Tratamiento de la escoliosis idiopática del adolescente con instrumentación C-D. A propósito de 50 casos. *Rev Ortop Traumatol* 1991;35:237-44.