

Estudio comparativo del tratamiento quirúrgico de la escoliosis idiopática mediante técnica de barra única y barra doble

Comparative study of the surgical treatment of the idiopathic scoliosis by single and dual rod techniques

L.A. PEREZ MILLAN, A. LOPEZ SÁNCHEZ, I. MARTINEZ GARRIDO, I ESCRIBA ROCA

SERVICIO DE TRAUMATOLOGÍA Y CIRUGÍA ORTOPÉDICA. UNIDAD DE RAQUIS. HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE. VALENCIA.

Resumen. Se presenta un estudio comparativo retrospectivo del tratamiento quirúrgico de la escoliosis idiopática mediante la técnica de artrodesis y fijación con barra única o barra doble. Se han incluido 54 pacientes (36 con barra única y 18 con barra doble) con un seguimiento entre 24 y 64 meses. Las correcciones obtenidas en plano coronal como sagital y en la oblicuidad de la vértebra límite son superponibles. Las correcciones de los desequilibrios y traslación de la vértebra apical son mejores con la barra única. El tiempo quirúrgico fue muy superior con la barra doble, donde también se presentaron los únicos casos de infección profunda tardía. La configuración de barra única se comporta como la técnica menos estable (6 luxaciones de uña y 2 roturas de barra) siendo, por esta causa, mayor las pérdidas de corrección en este grupo.

Summary. A retrospective comparative study of the surgical treatment of the idiopathic scoliosis by means of the arthrodesis and fixation with single and dual rod techniques is presented. A total of 54 patients have been included (36 with single rod and 18 with dual rod) with a pursuit between 24 and 64 months. The corrections obtained in frontal like sagittal plane and in the bias of the limit vertebra they are overlapping. The corrections of the imbalances and adjournment of the apical vertebra are better with the single rod. The surgical time was very superior with the dual rod, where the only cases of late deep infection were also presented. The configuration of single rod behaves as the technique less stable (6 nail luxations and 2 rod breaks) being, for this cause, bigger the correction losses in this group.

Introducción. Tras el desarrollo de la instrumentación C.D. por Cotrel y Dubousset (1) y la implantación universal del sistema, este fue utilizado con una configuración de dos barras y sistema transversario que conseguía la unión de ambas estabilizando el sistema. La aparición de infecciones tardías, con una frecuencia inusitada, comenzó a preocupar a los cirujanos ortopédicos. Algunas observaciones llevaron a implicar en la patogénesis de la infección al tamaño y prominencia de la construcción estándar de la fijación. La configuración de

barra única inicia su andadura en el año 1993, publicando resultados satisfactorios Johnston (2); defendiéndose como ventajas adicionales de este método la instrumentación simple, cirugía de menor duración, disminución de pérdidas hemáticas y más fácil decorticación y cruentación.

El objetivo del presente estudio es comparar las correcciones obtenidas con sistemas de fijación interna entre montajes con 1 ó 2 barras. Analizar las pérdidas de corrección, desequilibrios provocados, complicaciones y fallos de cada sistema.

Correspondencia:
Dr. Luis Pérez Millan.
Avd. Valle de La Ballestera 11, pta. 11
46015 Valencia.

Material y método. Han sido revisados 54 pacientes afectos de escoliosis idiopática, tratados por el mismo cirujano en el periodo comprendido entre 1992 y 1996, con una evolución de entre 24 y 64 meses en el momento de la revisión. 45 pacientes eran mujeres y 9 hombres. La edad media en el momento de la cirugía fue de 16'4 años (rango: 12-64 años).

Se han considerado como curvas sagitales normales aquellas que se encuentran para la cifosis torácica entre 20 ° y 40° (3,4), medida entre T2 y L2 y para la lordosis lumbar entre 40° y 60° (4), medida entre L1 y S1. Los enfermos escolióticos con cifras inferiores a 20° a nivel torácico, en el plano sagital, fueron denominados lordoescolióticos (hipocifosis), aquellos con cifras sagitales superiores a 40° cifoescolioticos (hipercifosis). La deformidad sagital asociada más frecuente fue la hipocifosis demostrada en 18 ocasiones (33 %), seguida de hipercifosis en 13 (24 %). Todas las deformidades han sido sometidas a radiografía de frente y perfil 30 x 90 en bipedestación y en inclinación lateral del tronco (bending). Para determinar la edad ósea se realizó radiografía de la mano. Las curvas se clasificaron siguiendo los criterios de Moe y cols (5), y King y Moe (6). Atendiendo a estos criterios se obtuvieron 20 escoliosis torácicas, 4 dobles torácicas, 1 toracolumbares y 29 dobles torácicas v lumbares. Según la clasificación de King: 10 fueron de tipo I, 19 de tipo II, 20 tipo III, 1 de tipo IV y 4 de tipo V. La rotación vertebral fue valorada según el método propuesto por Nasch y cols (7). El desequilibrio vertebral se ha medido en el plano frontal, calculando la distancia entre la línea sacra central y el proceso espinoso de la C7 (6). La traslación de la vértebra ápex de la deformidad mayor fue medida desde la línea central sacra, hasta el centro del soma de dicha vértebra. La oblicuidad de la última vértebra instrumentada distalmente, ha sido medida obteniendo el ángulo formado por el platillo inferior de dicha vértebra y la línea formada por la plataforma sacra.

En el momento de la primera visita, los

enfermos inmaduros fueron sometidos a tratamiento ortopédico mediante corsé hasta el momento de la cirugía. En aquellas deformidades cuya vértebra ápex correspondía a la vértebra T8 o proximales, se usó ortésis largas tipo corsé de Milwaukee (8,9). las escoliosis torácicas bajas (ápex distal a T8), toracolumbares o lumbares fueron tratadas con corsés tipo Boston (10). El tratamiento quirúrgico ha consistido en corrección, estabilización y fusión por vía posterior, en todas las escoliosis con curvas mayores a 40°. En aquellas mayores a 80° y un área rígida superior a 40° se realizó inicialmente liberación, discectomía y artrodesis anterior, con el fin de flexibilizar la escoliosis y asegurar la fusión. Como sistemas de fijación interna se han utilizado 3 instrumentaciones de similares características (TSRH, Isola y Synergy). La composición del material de los sistemas fue acero o titanio, siendo el grosor de las barras de 5 mm. en la convexidad y 6 mm. en la concavidad. En todos los casos la corrección y fijación fueron realizadas mediante uñas pediculares y laminas asociadas.

Los enfermos fueron intervenidos siguiendo dos métodos diferentes: Grupo I: Pacientes intervenidos entre 1992 y 1994. En ellos la corrección y fijación se realizó mediante la colocación de uñas sublaminares (en región torácica baja y lumbar) y pediculares (en la zona torácica proximal) a las cuales se adaptan dos barras, una en la concavidad de la deformidad y otra en la convexidad. Entre ambas y formando un marco se colocan dos sistemas transversarios que dan unidad y rigidez al conjunto. Una barra es utilizada como correctora y la otra estabiliza el montaje. A este grupo se denomina grupo de doble barra (DB) (Fig. 1 A y B). Esta serie la constituyen 36 enfermos escogidos al azar. La edad media en el momento de la cirugía fue de 17 años (rango: 12-64). En 32 casos eran hembras, y 4 varones. 12 casos presentaban lordoescoliosis y 10 cifoescoliosis. La máxima incidencia, en cuanto a los tipos de curva, fueron las dobles torácicas y lumbares 23 (64 %) perteneciendo 14 al tipo II y 9 al tipo I de

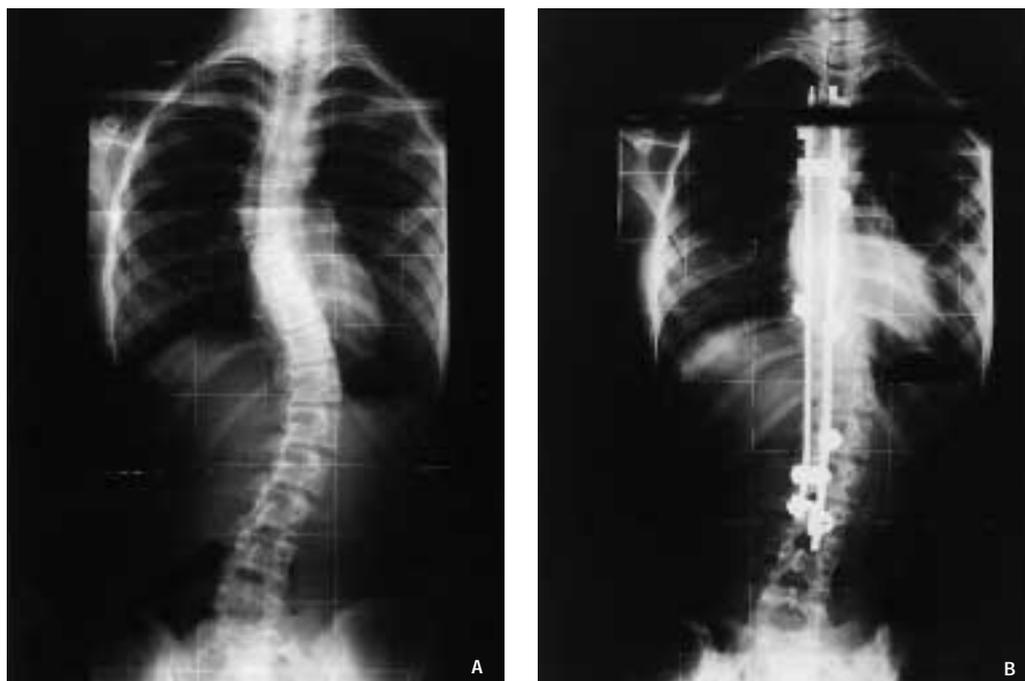


Figura 1. A: Mujer de 15 años con escoliosis idiopática tipo II de King con curva torácica de 45° y lumbar de 42°. B: Tras cirugía con técnica de barra doble, la curva torácica se redujo a 20° y la lumbar a 29°.

King, 10 torácicas (27 %) tipo III, 2 Dobles torácicas (5%) tipo V y 1 toracolumbar (3%) tipo IV. Grupo II: Enfermos operados entre 1994 y 1996. En ellos se utilizó la técnica de fijación interna con barra única (BU) descrita por Johnston CE y cols (2) (Fig. 2 A y B), basada en la corrección de la deformidad y su estabilización mediante sistema de ganchos múltiples en una sola barra. Esta serie la forman 18 pacientes, escogidos al azar, la edad media en el momento de la cirugía fue de 15'7 años. 13 eran hembras y 5 varones. En 3 ocasiones fue apreciada cifoescoliosis y en 6 lordoescoliosis. Las curvas torácicas únicas se presentaron en 10 enfermos (56%) (King III), seguidas de 6 dobles torácicas y lumbares (33%) (5 King II y 1 King), y 2 dobles torácicas (11%) (King V).

Los límites de la artrodesis fueron diseñados seleccionando, tanto proximal como distalmente, aquellas vértebras consideradas como neutras en rotación. La corrección de la curva se realizó mediante moldeado previo de la barra y posterior maniobra de rotación. En todos los casos fue asociado injerto óseo autólogo extraído de cresta ilíaca. Durante el período postoperatorio y

hasta conseguir la artrodesis (6 meses), se prescribió ortésis toracolumbar o lumbar, dependiendo del límite de la artrodesis, siendo retirada durante el decúbito nocturno. Los enfermos fueron revisados a los 2, 6, 12 y 18 meses, y a los 2 y 3 años; practicándose controles radiográficos en todas las ocasiones.

El estudio estadístico se ha realizado mediante el programa SPSS.

Resultados. En el grupo de BU (Tabla 1) La deformidad en el plano anteroposterior se corrigió en un 48% y la cifosis (Tabla 2) se redujo en 4'2° de media. El desequilibrio raquídeo fue observado en 13 columnas (5 derechos y 8 izquierdos), el desequilibrio medio fue de 0'97 cm que tras la cirugía se redujo a 0'62 cm, lo que significa una corrección del 52'5%. La traslación media preoperatoria de la vértebra apical de 4'7 cm, se redujo a 2'5 cm tras la cirugía, lo cual representa una mejoría del 45 %. La oblicuidad de la última vertebra fusionada e instrumentada distalmente obtuvo un 56% de mejoría al pasar de 17'2° de oblicuidad a 7'5°. En 14 ocasiones se usó el sistema TSRH y en 4 el ISOLA, siendo el tiempo

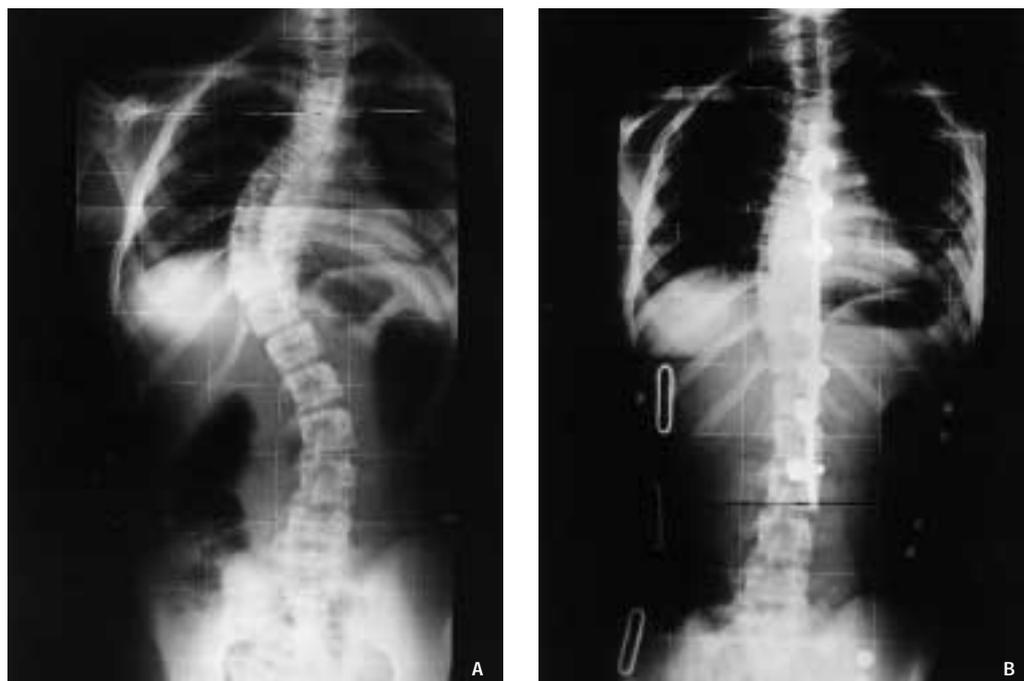


Figura 2. A: Mujer de 14 años con escoliosis idiopática tipo II de King que presenta una curva torácica de 58° y lumbar de 38°. B: Tras técnica con barra única, ambas se reducen a 10°.

Tabla 1.
Corrección de la escoliosis en el plano anteroposterior en la técnica con BU.
Según tipo de curvas

TIPO DE CURVA	Nº	°PREOPER.	°POSTOPER.	% CORRECCION
Torácica	11	51'3°	20'8°	59'4%
Doble torácica	2			32'9%
Proximal		41°	27'5°	53'2%
Distal		61°	28'5°	
Torácica y lumbar	5			49'3%
Torácica		57'2°	29°	39'5%
Lumbar		49'6°	30°	
Total	18	52°	27'2°	47'7%

Tabla 2.
Corrección de la escoliosis en el plano sagital en la técnica con BU. Según tipo de curvas

CIFOSIS TORACICA	Nº	°PREOPER.	°POSTOPER.	% CORRECCION
HIPERCIFOSIS	3	46'3°	24'3°	22°
HIPOCIFOSIS	6	12'8°	21'8°	+ 9°
NORMOCIFOSIS	9	31'6°	32°	0'4°
TOTAL	18	30'2°	26°	4'2°

medio por intervención de 222 minutos. En general con la técnica BU la sangría quirúrgica ha sido menor, teniendo una pérdida media de 1900 cc. por intervención. El coste económico ha sido obtenido de los datos oficiales proporcionados por las casa comerciales proveedoras en el medio público, suponiendo por paciente una media de 5.283 euros, a esto hay que añadir el valor aproximado de la hora de quirófano (incluyendo amortización de instalaciones, material fungible, personal y otros gastos) que es de 244 euros. Fueron apreciadas 6 luxaciones de uñas (33%) (5 en sistema TSRH y 1 con ISOLA). En 5 ocasiones la luxación fue distal y en 1 caso se salieron 2 uñas intermedias. En 3 ocasiones la pérdida del anclaje distal se produjo antes del 6° mes de postoperatorio dando lugar a pérdidas importantes de corrección (15°). La salida de uñas intermedias, aunque prematura, no provocó pérdidas angulares. Dos luxaciones de uñas distales después de 1 año de la intervención no modificaron la escoliosis. Dos roturas de barras (11%), ambas con sistema TSRH fueron diagnosticadas en revisiones efectuadas al año de evolución y a los 18 meses, en ambos casos existía fusión

vertebral y se trataban de curvas simples torácicas. Las pérdidas medias en conjunto de ambos pacientes fueron de 7° siendo apreciadas estas pérdidas durante el primer año de evolución. Hubo 2 infecciones superficiales inmediatas (localizadas en tejido celular subcutáneo) que respondieron a antibióticos. En un enfermo intervenido con BU y corrección escasa en el plano coronal, se provocó supraelevación del hombro de la convexidad. Fueron comprobadas pérdidas de corrección en las curvas simples de 2'3° al final de la revisión (2 años), y de 4'8° para las dobles. Fueron practicadas 2 extracciones del material de osteosíntesis (EMO) causadas por molestias a nivel de uñas luxadas al año de la intervención, y 1 por rotura de la barra a los 10 meses.

En el grupo de BD (Tabla 3) la corrección de la deformidad en el plano anteroposterior fue del 48'4% y la cifosis (Tabla 4) se redujo en 0'7° de media. Hubieron 24 casos de desequilibrio (7 derechos y 17 izquierdos). La media fue de 1 cm, corrigiéndose con la fusión a 0'63 cm (37 %). La traslación apical media preoperatoria de 4'8 cm, mejoró una media de 2'9 cm, lo que supone una corrección del 40 %. La oblicuidad de la última vértebra fusionada e instrumentada distalmente se corrigió en un 51'8%, tras comprobar una mejoría en la oblicuidad de 21'2° en el preoperatorio a 10'3° en el postoperatorio. En 24 ocasiones se usó sistema TSRH, en 8 el ISOLA y en 4 la SYNERGY, con 306 minutos de tiempo medio por intervención. Las pérdidas hemáticas medias fueron de 2650 cc. El coste medio por paciente de la BD fue de 1.313.000 ptas, a lo que hay que añadir un coste adicional por enfermo de 35.204 ptas, por el mayor tiempo quirúrgico empleado. Se produjeron 4 luxaciones de uñas distales (2 TSRH y 2 ISOLA), de las cuales en dos casos este problema se produjo antes de la consecución de la artrodesis manifestándose con pérdidas angulares medias de 13'5°, el resto, con salida comprobada posterior al tiempo de fusión, significó 3° de pérdidas. En un enfermo se comprobó la presencia de luxación en dos uñas proxi-

Tabla 3.

Corrección de la escoliosis en el plano anteroposterior en la técnica con BD. Según tipo de curvas

TIPO DE CURVA	Nº	°PREOPER.	°POSTOPER.	% CORRECCION
Torácica	14	58'2°	27'3°	53%
Doble torácica	3			
Proximal		43'6°	28°	35'7%
Distal		55°	23'6°	57%
Torácica y lumbar	19			
Torácica		54°	28°	48'1%
Lumbar		54'5°	30°	45%
Total	36	53°	27'4°	48'4%

males (TSRH) con pérdida de 12° de la reducción postquirúrgica de la deformidad. Se presentaron 2 infecciones superficiales inmediatas, que curaron con antibióticos; y 4 profundas de las que 3 fueron tardías (después de los 18 meses de evolución) necesitando la extracción de los implantes y antibioterapia prolongada hasta su curación. 4 pacientes mostraron cifosis suprainstrumental provocada por artrodesis proximal corta, 3 casos de desequilibrios de entidad suficiente para ser apreciados clínicamente y 2 elevaciones del hombro. La barra doble permitió pérdidas angulares de 1'7° para las curvas simples y de 3'8° para las dobles en la revisión final. Dos enfermos se vieron sometidos a EMO por luxación de uñas que provocaban dolor, y 3 por infección profunda y tardía.

Discusión. El papel de la técnica con BU está en desarrollo y la justificación para su uso está en la disminución de la incidencia de infección tardía, al eliminar la prominencia del implante colocado en la convexidad y disminuir el tiempo quirúrgico. Otras ventajas añadidas son la menor pérdida sanguínea, menor coste económico y el incremento del área ósea libre y subsidiaria de poder ser cruentada, mejorando la artrodesis. Los análisis realizados tanto biomecánicamente como clínicamente por diferentes autores sobre la utilidad de esta técnica y su comparación con el sistema habitual son contradictorios, no existiendo un

Tabla 4.
Corrección de la escoliosis en el plano sagital en la técnica con BD. Según tipo de curvas

CIFOSIS TORACICA	Nº	°PREOPER.	°POSTOPER.	% CORRECCION
HIPERCIFOSIS	10	51'5°	38'7°	12'8°
HIPOCIFOSIS	12	16'5°	22'5°	6°
NORMOCIFOSIS	14	32'7°	37'3°	-4'6°
TOTAL	36	33'5°	32'8°	0'7°

acuerdo unánime sobre la bondad de cada técnica. En términos generales las correcciones obtenidas en el plano coronal han sido satisfactorias con ambas técnicas, siendo casi superponibles. Los resultados, en este sentido, son inferiores al referido por algunos autores con la técnica clásica de BD (11), pero superponible a aportaciones clásicas (12,13,14) y a otras con sistemas más actuales (15,16). Con BU la mejoría obtenida en el plano A-P sobre el área rígida fue del 21%. Con técnica de BD un 6%. Estas cifras nos permiten concluir que la BU ha sido superior en la corrección de escoliosis más rígida siendo este un factor que debe ser tenido en cuenta en la decisión final de la técnica a utilizar en deformidades rígidas. Con la configuración de BU las mayores compensaciones se produjeron en las cifoescoliosis. La BD fue menos efectiva en la mejoría de las lordoescoliosis, hecho que biomecánicamente es lógico teniendo en cuenta que los puntos de tracción efectiva correctora del implante son menores. En el grupo tratado mediante BU el desequilibrio raquídeo se redujo en mayor proporción que con la técnica de BD. Es probable, que el hecho de poder practicar traslación con las grifas en la BU sin presentar resistencia la región contralateral proximal (al no estar fijada por ningún elemento del implante) proporcione la posibilidad de equilibrar con mayor facilidad el ráquis. Con la técnica de BU la traslación de la vértebra apical se mejoro en un 47%. La BD, debido a presentar menos puntos de anclaje sobre todo apicales, no traslada tanto esta zona.

Por ello, en este grupo, la mejoría conseguida en la traslación fue del 35 %, muy inferior a la encontrada en el primer grupo. La corrección de la oblicuidad de la vértebra límite fue similar con ambas técnicas (en torno al 50%), lo que concuerda con los obtenidos en otros trabajos publicados (17).

La técnica con BD provoca un incremento en el tiempo quirúrgico del 27'4 % con respecto al tiempo empleado con la BU. Ese hecho aumenta el gasto general del tratamiento, expone a mayor sangría al enfermo y mayor riesgo de sufrir complicaciones intraoperatorias.

La BD precisó mayor cantidad de material de implante, ya que en todos los casos fueron colocados dos sistemas transversarios y dos barras. La media por enfermo fue de 9'8 uñas, superior a la configuración de BU (8'8 uñas). Este material de implante añadido provoca el aumento de espacios muertos profundos, incrementa el coste económico e impide la práctica de una cruentación adecuada de los arcos posteriores, lo que a su vez entorpece la consecución de una buena artrodesis.

La configuración con BU se comporta como la técnica menos estable al permitir la salida de elementos del implante sometidos a especial tensión y mayor movilidad, como es el caso de las uñas distales. La estabilidad que proporciona la barra y anclaje de la convexidad inmovilizando bilateralmente a la vértebra límite parece ser un factor estabilizador importante. Por ello la asociación de tornillo transpedicular con gancho invertido en la vértebra límite, puede ser un método eficaz para evitar luxaciones distales. La rotura de barras se ha producido en dos ocasiones con la técnica de BU (11 %), siendo menor a lo referido por otros autores como Watterbarger (21%) (18). En ambos pacientes las pérdidas angulares fueron mínimas. La asociación de una barra de apoyo a única podría eliminar o al menos minimizar este problema. El análisis de las pérdidas angulares, excepción hecha de las relacionadas con fallos en la instrumentación ya descritos, no evidencia ninguna diferencia entre las diversas configuraciones y técnicas.

La tasa de infecciones profundas tardías en nuestra serie (8%) y que corresponden todos a la técnica de BD es similar a la de trabajos previos (2,18,19), siendo achacable su etiopatogenia más al tiempo quirúrgico y a la atrición de partes blandas y óseas que a la presencia de espacios muertos y prominencias de los montajes en cuadro de la BD. De los 4 enfermos, tratados con BD, que presentaron cifosis suprainstrumental en 3 ocasiones el problema era achacable a una indicación incorrecta de los límites de la artrodesis. En ningún caso se han planteado problemas que exigieran la toma de medidas específicas. El coste global está, fundamentalmente, basado en el gasto generado por el implante, cuyas diferencias son marcadas al comparar las 2 configuraciones: La BU con un precio medio de 5.283 euros es un 33% más barata que la BD (7.891 euros).

Conclusiones. Las correcciones obtenidas tanto en el plano coronal como sagital, son semejantes con las 2 técnicas. Las pérdidas de corrección fueron mayores en el grupo con BU siendo debidas a la luxación

de uñas distales, complicación más frecuente en este grupo, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa. Estas luxaciones y roturas de lámina son debidas, probablemente, a inestabilidad en la porción distal del implante. En cuanto a las roturas de barras en el grupo de BU podría ser eliminado o al menos minimizado con la asociación de una barra de apoyo a única. La corrección de los desequilibrios fueron mejores con BU, siendo justificado por la dificultad que entraña el moldeo de dos barras en la región proximal de la columna, impidiendo en ocasiones una barra el modelaje adecuado de la otra. El tiempo medio empleado en la cirugía ha sido muy superior con la técnica de BD, siendo un factor muy importante a tener en cuenta, de cara a la elección de una técnica u otra. Las únicas infecciones profundas tardías han sido encontradas en la técnica con BD, siendo achacable su etiopatogenia más al tiempo quirúrgico y a la atrición de partes blandas y óseas que a la presencia de espacios muertos y prominencia de los montajes en cuadro de la BD. ■■■■■

Bibliografía

1. **Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M.** New Universal instrumentation in Spinal Surgery. *Clin Orthop* 1988; 227:10-9
2. **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
3. **Bradford DS, Moe JH, Montalvo FJ, Winter RB.** Schewermann's kyphosis and Roundback deformity ; results of Milwaukee brace treatment. *J Bone Joint Surg* 1974; 56A:740-58
4. **Propst-Proctor SL, Bleck EE.** Radiographic determination of lordosis and kyphosis in normal and scoliotic children. *J Pediatr Orthop* 1983; 3:344-6
5. **Moe JH, Kettleon DN.** Idiopathic scoliosis, analysis of curve patterns and preliminary results of Milwaukee brace treatment in one hundred and sixty-nine patients. *J Bone Joint Surg* 1970; 52A:1509-33
6. **King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB.** The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983; 65A:1302-13
7. **Nash CL, Moe JH.** A study of vertebral rotation. *J Bone Joint Surg* 1969; 51A:223-9
8. **Torrel G, Nordwall A, Nachemson A.** The changing pattern of scoliosis treatment due to effective treatment. *J Bone Joint Surg* 1981; 63A:337-341
9. **Winter RB, Lonstein JE, Droggt J, Noren CA.** The effectiveness of bracing in non-operative treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 1986; 11:790-1
10. **Emans JB, Kaelin A, Bancel P, Hall JE, Miller ME.** The Boston bracing system for idiopathic scoliosis: Follow-up results in 295 patients. *Spine* 1986; 11:792-801
11. **Bergoin M, Bollini G, Hornung H, Tallet JM, Gennari JM.** Is the Cotrel-Dubousset really universal in the surgical treatment of idiopathic scoliosis?. *J Pediatr Orthop* 1988; 8:45-8
12. **Golstein LA.** The surgical management of scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1966; 48A:167-96
13. **Harrington PR, Dickson JH.** An eleven-year clinical investigation of Harrington instrumentation: A preliminary report of 578 cases. *Clin Orthop* 1973; 93:113-30
14. **Lovallo JL, Banta JV, Renshaw TS.** Adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod distraction and fusion. *J Bone Joint Surg* 1986; 68A:1326-30
15. **Allen BL Jr., Ferguson RL.** The Galveston experience with L-rod instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1988; 229:59-69
16. **Dickson RA, Archer IA.** Surgical treatment of late-onset idiopathic thoracic scoliosis: The Leeds procedure. *J Bone Joint Surg* 1987; 69B:709-14
17. **Escriba Roca I, Pérez Millan LA, Bas conesa JL, Pina Medina A, Bas Hermida T.** Tratamiento de la escoliosis idiopática del adolescente con instrumentación C D. A propósito de 50 casos. *Rev. Ortop Traumatol* 1991; 35:237-44
18. **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
19. **Clark CE, Shuffelbarger HL.** Late-developing in instrumented idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24:1909-12.