



ORIGINAL

Resultados del tratamiento de la escoliosis idiopática del adolescente mediante instrumentación posterior híbrida

R. Navarro-Navarro^{a,*}, F. Martín-García^a, A. Chirino-Cabrera^a, J.P. Rodríguez-Álvarez^a, R. Santana-Suárez^a, J. Molina-Cabrillana^b y R. Navarro-García^a

^aServicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España

^bServicio de Medicina Preventiva, Hospital Universitario Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España

Recibido el 15 de noviembre de 2007; aceptado el 8 de agosto de 2008

Disponible en Internet el 22 de abril de 2009

PALABRAS CLAVE

Escoliosis idiopática del adolescente;
Instrumentación posterior híbrida;
Cuestionario SRS-22

Resumen

Objetivos: Describir los resultados clínicos y radiológicos así como la repercusión en la calidad de vida del enfermo tras el tratamiento quirúrgico de la escoliosis idiopática del adolescente mediante instrumentación posterior híbrida.

Material y método: Estudio retrospectivo de 26 sujetos intervenidos desde 2001 hasta 2006, con un seguimiento medio de 37,8 meses. Se obtuvieron, mediante la clasificación de Lenke de las curvas, los siguientes resultados: el 42,3% fue de tipo I, el 46,2% fue de tipo III, el 7,7% fue de tipo V y 3,8% fue de tipo VI. Se intervino a todos los sujetos mediante instrumentación posterior híbrida con tornillos pediculares distales y ganchos proximales. Se registraron las necesidades transfusionales y las complicaciones. Se realizó una evaluación clínica mediante el cuestionario SRS-22 (*Scoliosis Research Society 'Sociedad de Investigación de la Escoliosis'*). Asimismo, se realizó una evaluación radiológica prequirúrgica, posquirúrgica inmediata y al final del seguimiento.

Resultados: Se registraron 3 infecciones superficiales, un hemotórax y una luxación de gancho. Mediante el cuestionario SRS-22 se obtuvieron las siguientes puntuaciones medias: 4,41 en dolor; 4,39 en actividad; 3,91 en autoimagen; 3,98 en salud mental, y 3,81 en satisfacción. La corrección radiológica media posquirúrgica en las curvas torácicas fue del 58% y en las curvas lumbares fue del 60%, con una pérdida media de 5,5° a 7° al final del seguimiento. No hubo casos de pseudoartrosis.

Discusión y conclusiones: La instrumentación y fusión posterior híbrida es una técnica eficaz y segura, con bajo índice de pseudoartrosis y fracasos. Los resultados fueron buenos en cuanto al dolor y a la actividad, pero fueron discretos en cuanto a la autoimagen y a la

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: Ricnavarro2@yahoo.es (R. Navarro-Navarro).

KEYWORDS

Adolescent idiopathic scoliosis;
Hybrid posterior instrumentation;
SRS-22 questionnaire

satisfacción personal. No se encontró asociación estadísticamente significativa entre la edad de los sujetos, el grado de corrección de la curva y la puntuación del cuestionario SRS-22.

© 2007 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Adolescent idiopathic scoliosis: Results of treatment with hybrid posterior instrumentation

Abstract

Purpose: Report on the clinical and radiological results obtained by surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis by means of hybrid posterior instrumentation. The repercussions of surgery on the patients' quality of life are also described.

Materials and methods: Retrospective study of 26 patients operated between 2001 and 2006, with a mean follow-up of 37.8 months. In terms of the Lenke classification, 42.3% of patients had type 1 curves, 46.2% type 3 curves, 7.7% type 5 curves, and one case of type VI curves. All patients were subjected to a hybrid posterior instrumentation with distal pedicular screws and proximal hooks. Transfusion needs and complications were duly recorded. A clinical assessment was performed by means of the SRS-22 questionnaire. A radiological assessment was conducted preoperatively, postoperatively and at the end of follow-up.

Results: There were three superficial infections, one hemothorax and one hook dislocation. The administration of the SRS-22 questionnaire produced the following mean scores: 4.41 for pain, 4.39 for activity, 3.91 for self-image, 3.98 for mental health and 3.81 for satisfaction. Mean post-surgical radiological correction for thoracic and lumbar curves was 58% and 60%, respectively, with a mean loss of 7 and 5.5 degrees at the end of follow-up. There were no cases of Pseudoarthrosis.

Discussion and conclusions: Hybrid posterior instrumentation and fusion is an efficient and safe technique, with a low rate of pseudoarthrosis and failure. Results were good as regards pain and activity, but fair in terms of self-image and personal satisfaction. We found no statistically significant association between the patients' age, the degree of curve correction and the score on the SRS-22 questionnaire.

© 2007 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Durante las últimas décadas se ha producido una gran evolución en el tratamiento de la escoliosis idiopática del adolescente, tanto por una mejora sustancial de la corrección de la deformidad como por un progresivo perfeccionamiento tecnológico del instrumental¹. La instrumentación distractora de Harrington representó un hito en el tratamiento de la escoliosis idiopática del adolescente², aunque presentaba desventajas entre las que se incluían una limitada corrección, una desrotación mínima y fusiones obligatoriamente largas; todas éstas podían potencialmente crear un síndrome de «flat-back» o dorso plano^{3,4}. El siguiente paso fue la instrumentación segmentaria de Luque que permitía mantener la corrección de la curva y mejorar el perfil sagital con fuerzas aplicadas en diferentes puntos³. Más adelante, Cottrell y Dubousset abordaron el problema de la desrotación de la curva con su instrumentación CD (Cottrell y Dubousset). Luego se empezaron a utilizar tornillos pediculares en las curvas lumbares como anclaje distal, lo que ha permitido la corrección y estabilización de deformidades variadas. Diversos estudios apoyan las ventajas clínicas de los montajes híbridos (ganchos proximales y tornillos pedicu-

lares lumbares) que se comparan con los sistemas de ganchos instrumentados^{5,6}. Algunos autores han aplicado técnicas similares con tornillos pediculares torácicos y demostraron mejor corrección y menor número de áreas fusionadas en las curvas torácicas, pese a que esta variación supone mayores riesgos y, por tanto, beneficios cuestionables^{1,7,8}.

Tras toda esta evolución histórica las preocupaciones actuales se centran en 2 aspectos relacionados entre sí: por un lado, el coste de las instrumentaciones; por otro lado, la ausencia de mediciones validadas de resultados que sirvan para detectar diferencias clínicas que correspondan a la demostrada mejoría radiográfica⁸. Las tendencias actuales se centran en la valoración de los resultados^{9,10} desde el enfoque de la calidad de vida. Los aspectos psicosociales del sujeto se han convertido en una pieza clave en la aceptación, evolución y pronóstico de esta enfermedad¹¹⁻¹⁴.

El objetivo de este trabajo es analizar los resultados clínicos y radiológicos obtenidos tras el tratamiento quirúrgico de la escoliosis idiopática del adolescente mediante artrodesis instrumentada posterior híbrida con tornillos pediculares distales y ganchos, con especial énfasis en la calidad de vida del sujeto.

Material y método

Estudio retrospectivo de 26 sujetos diagnosticados de escoliosis idiopática del adolescente intervenidos entre marzo de 2001 y enero de 2006; 20 eran mujeres. Sólo 4 de los sujetos (15,4%) afirmaron tener antecedentes familiares directos de escoliosis. Las características basales de la muestra se describen en la tabla 1.

El criterio de inclusión fue indicación quirúrgica establecida a los sujetos que hubieran finalizado su período de crecimiento (estadio de Risser menor de 5) y que presentaran curvas con un ángulo de Cobb superior a 40°.

Todos los sujetos fueron objeto de un estudio anestésico prequirúrgico protocolizado. Este protocolo incluía una espirometría, en la que los valores de todos los sujetos indicaban riesgo quirúrgico bajo (tabla 1).

Los sujetos intervenidos desde 2002 (21 de los 26) fueron incluidos en un programa de autotransfusión y administración de eritropoyetina (Epo). El objetivo era la obtención de un mínimo de 2 a 4 bolsas de concentrados de hemátis antes de la cirugía.

Para los controles radiológicos prequirúrgico, posquirúrgico y al final del seguimiento, se obtuvieron proyecciones anteroposterior y lateral en bipedestación¹⁵⁻¹⁹. También se realizaron radiografías en inclinación lateral (*bending test*) para valorar la flexibilidad de las curvas.

En el plano coronal se midieron las curvas mediante el método de Cobb que determinó las vértebras ápex y las vértebras limitantes superior e inferior de cada curva. La rotación de la vértebra ápex se estudió según la clasificación de Nash y Moe, de acuerdo con la posición de los pedículos vertebrales en la proyección anteroposterior¹⁸. El desequilibrio axial se midió como la distancia entre la línea central sacra y otra paralela que atraviesa la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical (C7) (línea de plomada de la C7). La oblicuidad de la última vértebra fusionada correspondió al ángulo formado por la plataforma sacra y el platillo inferior de la vértebra en cuestión.

Las curvas se clasificaron según los 6 tipos de Lenke¹⁶. Se consideró «estructural» una curva torácica, lumbar o toracolumbar con un ángulo de Cobb en inclinación lateral a partir de 25°. Se diagnosticaron 11 casos de curvas de tipo I

o torácica mayor (42,3%), 12 casos de tipo III o doble mayor (46,2%), 2 casos de tipo V o toracolumbar (7,7%) y un caso de curva de tipo VI o toracolumbar lumbar estructural mayor torácica. En la serie no hubo sujetos con curvas de tipo II ni de tipo IV. En lo que se refiere al modificador lumbar de esta clasificación, 6 curvas fueron de tipo A, 5 curvas fueron de tipo B y 15 curvas fueron de tipo C.

En el plano sagital se midieron los grados de cifosis torácica (ángulo entre el platillo superior de la quinta vértebra torácica y el platillo inferior de la duodécima vértebra torácica [T12]) y lordosis lumbar (ángulo entre el platillo inferior de T12 y el platillo superior de primera vértebra sacra [S1]). Se diagnosticaron 5 hiperCIFOSIS (19,2%), 19 normocifosis (cifosis de 10° a 40°) (73,1%) y 2 hipocifosis (7,7%).

En el preoperatorio se planificó el número de áreas que se fusionarían de acuerdo con el tipo de curva y se siguieron los patrones clásicos descritos por King¹⁵. En la zona lumbar se evitó la fusión de los segmentos de la cuarta vértebra lumbar y de la quinta vértebra lumbar (L5), así como de la L5 y de la S1 siempre que fue posible para así preservar una mayor movilidad.

Se intervino a todos los sujetos mediante una artrodesis instrumentada posterior híbrida con tornillos pediculares distales y ganchos proximales (figs. 1 y 2). El sistema de instrumentación empleado fue el Moss Miami® (DePuy) en 13 sujetos y el Monarch® (DePuy) en otros 13 sujetos. En primer lugar, se insertaron los tornillos pediculares en la zona lumbar o torácica baja tras localizar las referencias anatómicas adecuadas^{1,20-22}; se realizaron comprobaciones mediante fluoroscopia intraoperatoria. A continuación, se labraron los lechos para los ganchos de la parte cóncava: habitualmente se comenzó por la concavidad de la curva mayor (por lo general, la curva torácica) en la vértebra estable superior a la vértebra límite superior y 2 vértebras más abajo se aplicaron 2 ganchos pediculares orientados hacia la vértebra proximal; un tercer gancho se insertó hacia la vértebra distal en el ápex o en la vértebra inferior a ésta. Seguidamente, la barra de la concavidad se colocó premodificada según las curvas fisiológicas de cifosis torácica y lordosis lumbar realizando distracción en los distintos segmentos patológicos y, según los casos, con maniobras

Tabla 1 Descripción de la muestra

| Datos de la muestra | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| n = 26 | | |
| Sexo | 20 mujeres (77%) | 6 varones (23%) |
| Antecedentes de escoliosis | 4 sujetos (15,4%) | |
| Escala de Risser | Grado 3:5 (19,2%) | Grado 4:21 (80,8%) |
| Edad en la cirugía: | 15,38 ± 0,8 años (rango de 14 a 17) | |
| Peso en kg: | 61,68 ± 15,04 (rango de 40,5 a 94,1) | |
| Espirometría | | |
| CVF (%) | 86,65 ± 8,2 | |
| CVF absoluto | 3,6650 ± 0,8l | |
| FEV1 (%) | 81,46 ± 7,9 | |
| FEV1 absoluto | 2,9 ± 0,55l | |
| Tiempo de seguimiento (meses) | 37,81 (rango de 12 a 73) | |

CVF: capacidad vital forzada; FEV1: volumen espiratorio forzado en el primer segundo.

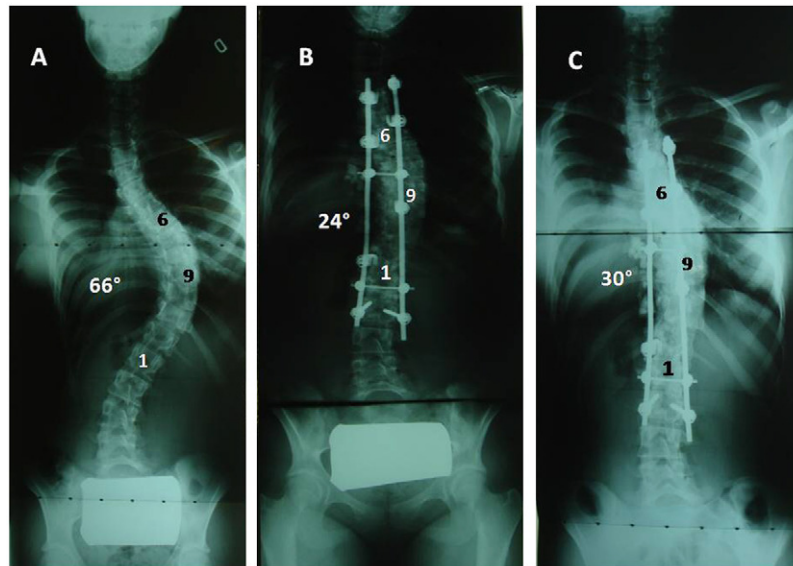


Figura 1 Corrección coronal en uno de los sujetos con una curva de tipo I de Lenke. Se indican los respectivos ángulos de las curvas según Cobb, las vértebras limitantes (sexta vértebra torácica y primera vértebra lumbar) y el ápex (novena vértebra torácica). A) Radiografía prequirúrgica. B) Posquirúrgica inmediata. C) A los 3 años. Se produjo una corrección inmediata del 63% que descendió hasta el 54% tras la pérdida de 6° de corrección y su posterior estabilización. La inclinación lateral (*bending test*) preoperatoria era de 48° (el 27% de corrección en inclinación lateral). No se observó pseudoartrosis.

de desrotación y torsión in situ de la barra en busca de una óptima corrección de la deformidad. Como siguiente paso se implantaron los ganchos de la parte convexa: habitualmente se cerraba el sistema con un gancho (laminar o transversal) orientado hacia la vértebra distal en la vértebra estable superior a la límite superior y otro gancho hacia la vértebra proximal en la vértebra inmediatamente inferior, se insertaba un tercer gancho hacia la vértebra distal en la vértebra ápex y seguidamente se realizaban maniobras de compresión de la curva tras colocar la barra (también remodelada de manera fisiológica).

El número medio de las áreas fusionadas fue de $11,92 \pm 1,3$ (rango de 10 a 14) y el número medio de ganchos y tornillos usados fue de $9,77 (6,15 \pm 1,008$ ganchos y $3,62 \pm 0,62$ tornillos). El área fusionada más alta fue la tercera vértebra dorsal y la más baja la L5. Siempre se utilizó injerto autógeno procedente de las vértebras fusionadas y cruentadas, mezclado con aloinjerto óseo de cresta ilíaca (10 sujetos), aloinjerto procedente de banco de hueso (7 sujetos) o sustituto óseo sintético (10 sujetos); en un sujeto se utilizó conjuntamente aloinjerto de banco y sustituto sintético.

El tiempo quirúrgico medio fue de 227 min (rango de 180 a 300). En todos los sujetos se comprobó la ausencia de daño nervioso o radicular mediante evaluación motora y sensitiva en el postoperatorio inmediato. Se administró profilaxis antibiótica según protocolo (1 g/8 h de cefuroxima o 1 g/8 h de cefazolina durante 2 días).

Se registraron los descensos de hemoglobina y hematocrito así como las necesidades transfusionales, el tiempo que cada sujeto requirió la bomba de analgesia, la aparición de complicaciones y el tiempo de ingreso hospitalario.

Durante los 6 meses siguientes a la cirugía, los sujetos emplearon un corsé toracolumbar y desarrollaron una actividad moderada progresiva. Todos los sujetos tuvieron

un tiempo medio de seguimiento de 37,81 meses (rango de 12 a 73) en las consultas externas del hospital.

Cada sujeto contestó una encuesta de salud relacionada con la calidad de vida, el cuestionario SRS-22 (*Scoliosis Research Society*), ampliamente utilizado y con una adaptación al castellano validada^{9,14,23-26}.

La compilación de datos y el análisis estadístico se realizó con el programa informático SPSS 11.5.1 por parte de un investigador ajeno al estudio. Mediante la prueba de la t de Student para muestras independientes se valoró la relación entre el tipo de curva (según la clasificación de Lenke), el género, la aparición de complicaciones y los resultados del cuestionario SRS-22 (sólo se analizaron las 11 curvas de tipo I y las 12 curvas de tipo III que suman el 88% de la muestra). Mediante el coeficiente de correlación de Spearman se analizó la posible relación entre la edad, la magnitud de la curva, la corrección final en grados de la curva mayor, el porcentaje de corrección final en la curva mayor y la puntuación del cuestionario SRS-22.

Resultados

Tras la cirugía, los sujetos necesitaron bomba de mórnicos durante $5,08 \pm 2,45$ días (rango de 2 a 10). El descenso medio de la hemoglobina fue de 5 puntos (desde 13,8 hasta 8,5 gr/dl) y el descenso del hematocrito fue del 15% (desde el 40,09 hasta el 25,63%). Se transfundieron concentrados de hematíes al 76,9% de los sujetos, a 4 de éstos se les transfundieron concentrados homólogos (3 se realizaron antes del inicio del protocolo de autotransfusión) y a los 17 sujetos restantes se les transfundieron concentrados autógenos (el 85% de las transfusiones, el 65,4% del total de los sujetos del estudio); sólo una joven requirió sangre autógena y homóloga. Se transfundió una media de $2,5 \pm 1,84$

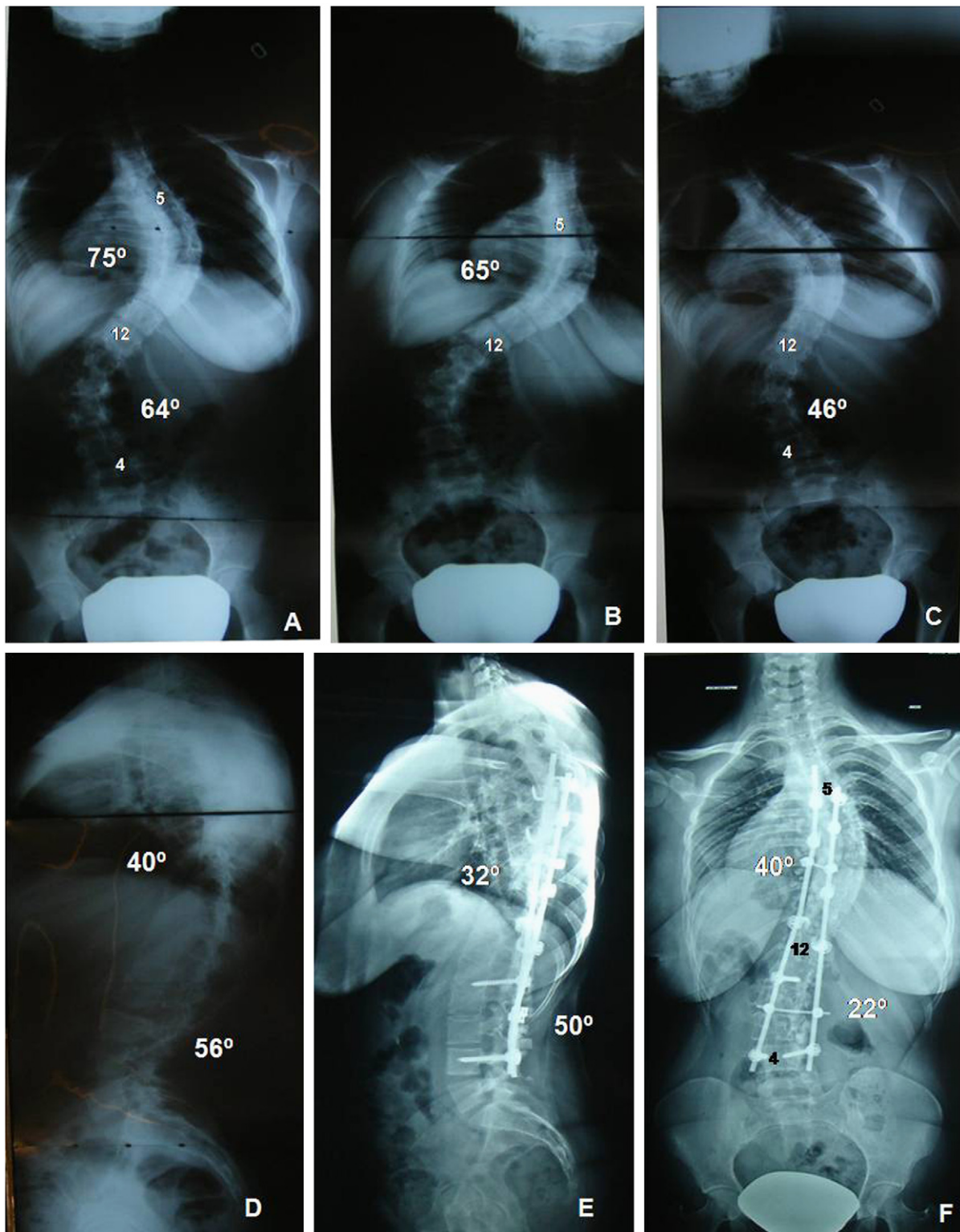


Figura 2 Evolución radiográfica del sujeto de escoliosis doble mayor (escoliosis de tipo III de Lenke) en una joven de 14 años. Se indican los respectivos ángulos de las curvas según Cobb y las vértebras limitantes. A) Radiografía anteroposterior prequirúrgica. B y C) Radiografía anteroposterior en inclinación lateral. Se observa una corrección de 10° (13,3%) en la curva torácica y de 18° (28%) en la curva lumbar. D) Radiografía lateral en la que se observan una hiperlordosis lumbar y normocifosis. E) Radiografía lateral 60 meses después de la intervención, con descenso de 8° de la cifosis torácica y de la lordosis lumbar hasta 50° . F) Radiografía anteroposterior 60 meses después de la intervención. Corrección final a los 60 meses del 46,7% en la curva torácica y del 68,7% en la curva lumbar. Se observan una buena alineación axial y signos de fusión sólida.

(rango de 0 a 6) concentrados de hematíes por sujeto ($750 \pm 552 \text{ cm}^3$). Se administró hierro por vía intravenosa a 2 sujetos y por vía oral a un sujeto. El tiempo de estancia hospitalaria media fue de $12,65 \pm 2,11$ días.

No se registró ninguna complicación neurológica. Un sujeto desarrolló una neumonía nosocomial que curó sin complicaciones adicionales. Otra joven presentó un hemotórax izquierdo diagnosticado 14 días después de la cirugía, casi al alta, tras un episodio de disnea que evolucionó satisfactoriamente tras drenaje pleural y videotoracoscopia; esta joven fue la única que requirió concentrados de hematíes homólogos además de los concentrados autógenos. Tres sujetos presentaron una infección superficial y todas se resolvieron con tratamiento tópico. Una joven presentó una luxación de uno de los ganchos que cierran el sistema en la parte proximal de la barra de la convexidad, esta complicación se diagnosticó a los 6 meses de la cirugía y no supuso pérdida alguna de la reducción ni perjuicio para la estabilidad del sistema; se decidió una actitud expectante hasta la consolidación franca de la artrodesis, momento en que se retiró el gancho y se cortó la porción de barra que protruía en el tejido celular subcutáneo. No se observaron roturas de los implantes. No se apreció ningún caso de pseudoartrosis de acuerdo con los criterios de dolor localizado asociado a signos radiológicos de solución de continuidad o zona radiotransparente en el área de fusión²⁷.

Los resultados del cuestionario SRS-22 sobre calidad de vida de los sujetos se describen en la tabla 4. Se obtuvieron buenos resultados en cuanto a dolor y actividad (4,41 y 4,39 sobre un máximo de 5, respectivamente) pero fueron algo inferiores en cuanto a salud mental (3,98), autoimagen (3,91) y satisfacción (3,81).

Cuando se preguntó a los sujetos si se operarían de nuevo en caso de encontrarse en la misma situación (pregunta 22) un sujeto respondió que indudablemente no lo aceptaría, 5 sujetos no estaban seguros, 16 sujetos dijeron que probablemente lo aceptarían (61%) y 4 sujetos afirmaron que se operarían sin dudarlo (15%). Ninguno de los sujetos refirió tomar analgésicos para el dolor en la espalda y sólo uno estaba limitado para las actividades de la vida diaria por raquis.

Los valores radiológicos de corrección de la deformidad en el plano coronal se recogen en la tabla 2. Las 2 curvas de tipo v (toracolumbares) fueron incluidas dentro del grupo de las torácicas para el análisis global. La única escoliosis de tipo vi (toracolumbar lumbar estructural mayor torácica) fue incluida dentro del grupo de las curvas lumbares. En la tabla se añadieron datos sobre la cifosis prequirúrgica a modo orientativo. La corrección media posquirúrgica fue del 58% en las curvas torácicas y del 60% en las curvas lumbares, pero tras una pérdida media de 7° a $5,5^\circ$, respectivamente, descendió hasta un valor final del 44% (27° de media) en las

Tabla 2 Estudio radiográfico coronal

| n = 26 | Curvas torácicas | | | | Curvas lumbares | | | |
|------------------------------------|------------------|--------|---------|-------------------|-----------------|--------|---------|-------------------|
| | Mínimo | Máximo | Media | Desviación típica | Mínimo | Máximo | Media | Desviación típica |
| Cobb ($^\circ$) | 40 | 75 | 48,85 | 10,368 | 34 | 66 | 45,08 | 11,361 |
| Cobb posqx | 5 | 46 | 20,38 | 10,462 | 6 | 45 | 18,15 | 10,723 |
| % Corrección posqx | 23,81 | 87,80 | 58,9496 | 18,63285 | 31,82 | 86,67 | 60,6883 | 16,47524 |
| Cobb final | 10 | 50 | 27,42 | 9,462 | 8 | 46 | 23,85 | 10,777 |
| % Corrección final | 14,29 | 75,00 | 44,0502 | 14,97660 | 30,30 | 81,82 | 47,9388 | 15,17724 |
| Pérdida de corrección ($^\circ$) | 0 | 13 | 7,04 | 3,352 | 1 | 13 | 5,54 | 3,755 |
| % Pérdida | 0 | 31,71 | 14,8994 | 7,96860 | 1,52 | 28,89 | 12,5128 | 7,54782 |
| <i>bending test</i> ($^\circ$) | 16 | 64 | 35,12 | 10,930 | 25 | 51 | 31,77 | 9,951 |
| % <i>bending test</i> | 4,35 | 60,98 | 28,3929 | 14,91833 | 11,11 | 44,44 | 29,7569 | 9,73280 |
| Traslación apex (mm) | 10 | 75 | 32,32 | 14,072 | 8 | 40 | 26,00 | 10,708 |
| Traslación apex posqx | 0 | 48 | 13,15 | 11,298 | 2 | 32 | 12,67 | 12,138 |
| Traslación apex final | 0 | 48 | 14,35 | 10,091 | 2 | 32 | 12,75 | 11,663 |
| Traslación VLS (mm) | 0 | 36 | 14,12 | 8,692 | 0 | 30 | 12,38 | 8,656 |
| Traslación VLS posqx | 0 | 32 | 8,35 | 7,076 | 0 | 31 | 6,77 | 8,238 |
| Traslación VLS final | 0 | 32 | 10,08 | 7,589 | 0 | 31 | 6,85 | 8,184 |
| Traslación VLI (mm) | 0 | 32 | 13,35 | 9,024 | 4 | 30 | 14,46 | 8,058 |
| Traslación VLI posqx | 0 | 26 | 7,73 | 6,558 | 0 | 20 | 9,00 | 6,795 |
| Traslación VLI final | 2 | 28 | 9,85 | 7,303 | 0 | 21 | 9,62 | 7,321 |
| Desequilibrio axial en mm | 2 | 30 | 16,71 | 7,564 | | | | |
| Desequilibrio axial posqx | 2 | 28 | 10,67 | 6,468 | | | | |
| Desequilibrio axial final | 2 | 28 | 13,19 | 6,954 | | | | |
| Oblicuidad UVF ($^\circ$) | 6 | 35 | 16,15 | 6,246 | | | | |
| Oblicuidad UVF posqx | 0 | 13 | 6,46 | 3,190 | | | | |
| Oblicuidad UVF final | 0 | 13 | 6,46 | 3,420 | | | | |
| Cifosis preqx | 8 | 55 | 32,42 | 11,680 | | | | |
| Áreas fusionadas | 10 | 14 | 11,92 | 1,354 | | | | |

Posqx: posquirúrgica; Preqx: prequirúrgica; VLI: vértebra límite inferior; VLS: vértebra límite superior; UVF: última vértebra fusionada.

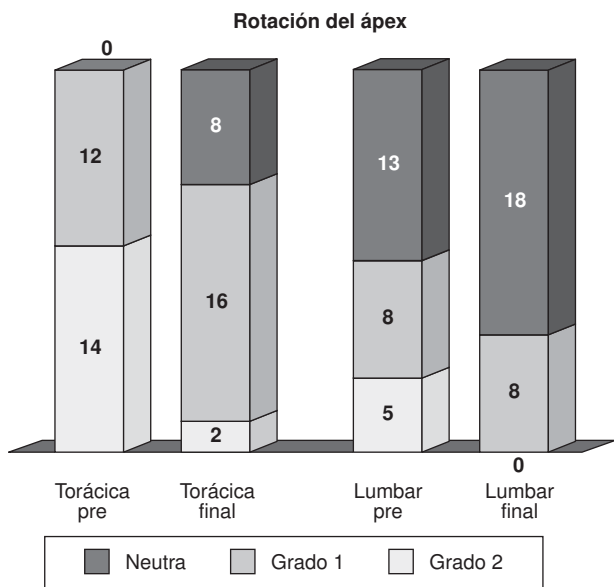


Figura 3 Evolución de la rotación de la vértebra apical en las curvas torácica y lumbar, desde el preoperatorio (prequirúrgico) hasta el estudio final, expresada en número de casos dentro de cada grado de Nash y Moe (pre = preoperatorio).

curvas torácicas y del 47,9% (23° de media) en las curvas lumbares. Esta pérdida de corrección se reflejó en leves pérdidas de traslación en las vértebras apicales y limitantes así como en un equilibrio axial final algo inferior que el que se había conseguido inicialmente tras la cirugía. La oblicuidad de la última vértebra fusionada no presentó cambios desde el postoperatorio hasta la evaluación final.

La rotación de la vértebra apical no fue nunca superior al grado 2 del método de Nash y Moe y se vio reducida prácticamente en la totalidad de los casos, como se ha querido representar en la figura 3.

La corrección y evolución en el plano sagital se recoge en la tabla 3: la cifosis torácica prequirúrgica global fue de 32,42° ± 11,68° y apenas presentó cambios hasta la evaluación final (31,81° ± 7,31°). Si se analizan estos valores según el tipo de cifosis (tabla 3) se ve que los valores iniciales se aproximaron a la normocifosis o se mantuvieron en ésta en los diferentes grupos. La lordosis lumbar prequirúrgica global fue de 52,31° ± 13,9°, y terminó con 47,54° de media al final de la evolución. Dentro de cada subgrupo se comprobó cómo los valores descendieron en los sujetos con hiperlordosis (tablas 3 y 4).

Los resultados del análisis estadístico de correlación entre variables independientes se reflejan en las tablas 5 y 6. Con el número de casos aquí presentado no se encuentran datos estadísticamente significativos para poder afirmar que el tipo de curva influya en la puntuación total del cuestionario ni en cada dominio en particular, aunque en el dominio de salud mental se aprecia una fuerte tendencia (p = 0,051). De igual modo, no se aprecian diferencias significativas según el sexo de los sujetos ni una relación con la aparición de complicaciones (tabla 5). Tampoco se encuentra una relación estadísticamente significativa entre la edad de los sujetos, la magnitud de la curva y el grado de corrección de la deformidad (tanto absoluta como porcentual), salvo en el dominio de dolor (tabla 6); hay una correlación negativa y

Tabla 3 Estudio radiológico sagital de la cifosis torácica y de la lordosis lumbar

| n | Hipocifosis (< 10°) | | | Normocifosis (10-40°) | | | HiperCIFosis (> 40°) | | |
|------------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------------|--------|-------------------|----------------------|--------|-------------------|
| | Mínimo | Máximo | Media | Mínimo | Máximo | Media | Mínimo | Máximo | Media |
| | 2 (7,7%) | | | 19 (73,1%) | | | 5 (19,2%) | | |
| Cifosis torácica preqx | 8 | 10 | 9,00 | 14 | 40 | 30,47 | 43 | 55 | 49,20 |
| Cifosis torácica posqx | 15 | 21 | 18,00 | 19 | 40 | 31,11 | 35 | 48 | 41,20 |
| Cifosis torácica final | 15 | 23 | 19,00 | 19 | 40 | 30,63 | 36 | 48 | 41,40 |
| Lordosis lumbar preqx | 32 | 38 | 35,00 | 35 | 79 | 54,68 | 30 | 66 | 50,20 |
| Lordosis lumbar posqx | 35 | 37 | 36,00 | 33 | 60 | 48,89 | 30 | 60 | 46,40 |
| Lordosis lumbar final | 35 | 37 | 36,00 | 33 | 60 | 49,05 | 30 | 60 | 46,40 |
| | | | Desviación típica | | | Desviación típica | | | Desviación típica |
| | | | 1,414 | | | 6,354 | | | 5,119 |
| | | | 4,243 | | | 4,829 | | | 4,658 |
| | | | 5,657 | | | 4,798 | | | 4,336 |
| | | | 4,243 | | | 13,342 | | | 14,839 |
| | | | 1,414 | | | 8,498 | | | 11,610 |
| | | | 1,414 | | | 8,462 | | | 11,610 |

Posqx: posquirúrgica; Preqx: prequirúrgica.

Tabla 4 Puntuaciones medias del cuestionario SRS-22

| Dominios | Mínimo | Máximo | Media | Desviación típica |
|--------------|--------|--------|--------|-------------------|
| Actividad | 2,40 | 5,00 | 4,3923 | 0,51994 |
| Dolor | 3,40 | 5,00 | 4,4077 | 0,40588 |
| Autoimagen | 3,00 | 5,00 | 3,9077 | 0,44982 |
| Salud mental | 1,60 | 5,00 | 3,9769 | 0,61274 |
| Subtotal | 2,70 | 5,00 | 4,1750 | 0,40031 |
| Satisfacción | 1,00 | 5,00 | 3,8077 | 0,84943 |
| Total | 2,36 | 5,00 | 4,1327 | 0,44905 |

*La puntuación subtotal es la media de la suma de las 4 anteriores.

significativa ($p < 0,05$) entre la puntuación del dominio de dolor y la corrección final (tanto absoluta como porcentual) de la curva mayor, es decir, los sujetos con mayor corrección referían más dolor.

Discusión

Las diferencias entre los valores preoperatorios y postoperatorios de hemoglobina y hematocrito no suponen un fiel reflejo de la magnitud de la hemorragia de cada sujeto, ya que suelen estar hemodiluidos. Quizá más fiables y comparables son los datos acerca de las necesidades transfusionales de los sujetos. En distintas publicaciones se comunican pérdidas de 1.100 a 4.200 cc³ de sangre durante el acto quirúrgico^{5,27,34}. En la serie descrita no se aplicó un método exacto para calcular las pérdidas hemáticas, aunque se estima un volumen transfundido medio de 750 cc³ de concentrados de hematíes. Desde el inicio del programa de ahorro de sangre en el año 2002 prácticamente la totalidad de las necesidades transfusionales de los sujetos intervenidos por escoliosis idiopática del adolescente se cubrieron con los concentrados de origen autógeno. Parece muy recomendable la aplicación de un protocolo de este tipo como método eficaz de ahorro de sangre para evitar los riesgos derivados de la transfusión de sangre homóloga.

En la literatura médica las complicaciones nerviosas presentan una incidencia muy baja, del 0,6 al 2%^{5,27}, aunque se han descrito series sin ninguna complicación tanto con instrumentaciones de tornillos pediculares torácicos^{1,7,8,33} como con instrumentaciones híbridas^{7,8,30,32,35}. Se han documentado lesiones neurológicas con ganchos^{36,37} y con tornillos^{38,39}; según Kuklo⁸, no hay pruebas clínicas de que los tornillos produzcan más lesiones neurológicas que los ganchos, pero requieren una amplia curva de aprendizaje para su colocación segura.

En algunas publicaciones se describe hasta un 14% de complicaciones pulmonares, pero estas series incluían abordajes combinados anteriores con mayor probabilidad de incidencias de este tipo²⁷. Es preciso ser cuidadoso al trabajar en la región torácica pues la proximidad de la pleura facilita que pueda ser contundida sin que llegue a producirse desgarrar ni neumotórax, pero puede dar lugar a un hemotórax de aparición tardía, como sucedió en el caso de la joven descrito.

Se desarrolló una infección superficial en 3 casos de los sujetos aquí descritos; este porcentaje es demasiado

Tabla 5 Prueba torácica para la igualdad de medias de muestras independientes

| Dominios SRS-22 | Complicaciones | | | | Género | | | | Tipo de curva | | | |
|-----------------|----------------|-------------|-------------|-------|---------------|-------------|-------------|--------|---------------|----------------|-------------|--------|
| | NO (21) | SÍ (5) | Valor T | Sig | Varón (6) | Mujer (20) | Valor T | Sig | Lenke I (11) | Lenke III (12) | Valor T | Sig |
| | Actividad | 4,32 ± 0,55 | 4,68 ± 0,27 | -1,40 | 0,173 | 4,37 ± 0,32 | 4,40 ± 0,57 | -0,135 | 0,894 | 4,27 ± 0,65 | 4,42 ± 0,41 | -0,642 |
| Dolor | 4,45 ± 0,37 | 4,24 ± 0,55 | 1,029 | 0,314 | 4,40 ± 0,13 | 4,41 ± 0,46 | -0,052 | 0,959 | 4,27 ± 0,45 | 4,45 ± 0,35 | -1,08 | 0,303 |
| Autoimagen | 3,92 ± 0,46 | 3,84 ± 0,43 | 0,368 | 0,716 | 3,7667 ± 0,54 | 3,95 ± 0,42 | -0,871 | 0,392 | 3,82 ± 0,45 | 3,88 ± 0,39 | -0,369 | 0,716 |
| Salud mental | 3,99 ± 0,68 | 3,92 ± 0,23 | 0,227 | 0,823 | 4,20 ± 0,33 | 3,91 ± 0,67 | 1,02 | 0,319 | 3,67 ± 0,72 | 4,17 ± 0,39 | -2,07 | 0,051 |
| Subtotal | 4,18 ± 0,43 | 4,17 ± 0,24 | 0,030 | 0,976 | 4,20 ± 0,30 | 4,17 ± 0,43 | 0,171 | 0,866 | 4,01 ± 0,46 | 4,24 ± 0,26 | -1,46 | 0,157 |
| Satisfacción | 3,74 ± 0,90 | 4,10 ± 0,55 | -0,851 | 0,403 | 3,92 ± 0,49 | 3,77 ± 0,94 | 0,352 | 0,728 | 3,73 ± 1,01 | 3,75 ± 0,75 | -0,062 | 0,952 |
| Total | 4,12 ± 0,49 | 4,17 ± 0,25 | -0,203 | 0,841 | 4,16 ± 0,28 | 4,12 ± 0,49 | 0,146 | 0,885 | 3,96 ± 0,56 | 4,19 ± 0,26 | -1,26 | 0,220 |

*Relación entre la puntuación en los distintos dominios del cuestionario SRS-22 y la aparición o no de complicaciones, el género de los sujetos y el tipo de curva (tipo I o tipo III de Lenke). Entre paréntesis se muestra el número de individuos de cada grupo. Las puntuaciones se expresan con la media aritmética ± desviación típica. No se obtuvieron valores estadísticamente significativos en ninguno de los análisis.
Sig: significación estadística bilateral; SRS: Scoliosis Research Society 'Sociedad de Investigación de la Escoliosis'; Valor T: valor torácico.

Tabla 6 Correlación de Spearman entre la puntuación del cuestionario SRS-22 y la edad en la cirugía, la magnitud de la curva inicial, la corrección final en grados y la corrección final porcentual de la curva mayor

| | | Actividad | Dolor | Autoimagen | Salud mental | Subtotal | Satisfacción | Total |
|--|-------------------------------------|-----------|--------------|------------|--------------|----------|--------------|--------|
| Edad en la cirugía | Valor de la correlación de Spearman | -0,197 | -0,28 | -0,222 | 0,031 | -0,279 | -0,276 | -0,326 |
| | Sig | 0,334 | 0,162 | 0,275 | 0,879 | -0,168 | 0,172 | 0,105 |
| Magnitud de la curva | Valor de la correlación de Spearman | 0,094 | 0,019 | 0,199 | 0,075 | 0,093 | 0,267 | 0,130 |
| | Sig | 0,649 | 0,925 | 0,329 | 0,716 | 0,653 | 0,187 | 0,503 |
| Corrección final de la curva mayor (°) | Valor de la correlación de Spearman | -0,327 | -0,39 | 0,004 | 0,224 | -0,238 | 0,178 | -0,061 |
| | Sig | 0,108 | 0,046 | 0,986 | 0,241 | 0,241 | 0,385 | 0,769 |
| Corrección final de la curva mayor (%) | Valor de la correlación de Spearman | -0,37 | -0,46 | -0,264 | 0,160 | -0,367 | -0,20 | -0,176 |
| | Sig. | 0,063 | 0,023 | 0,193 | 0,436 | 0,065 | 0,923 | 0,389 |

* No hay valores estadísticamente significativos que muestren relación entre la puntuación del cuestionario SRS-22 y la edad en la cirugía, la magnitud de la curva inicial, la corrección final en grados y la corrección final porcentual de la curva mayor. Se remarcan en negrita los valores con significación estadística ($p < 0,05$). Sig: significación estadística bilateral.

elevado en comparación con lo descrito (del 1,8 al 5%) en artrodesis posteriores de curvas escolióticas^{6,19}, pero puede explicarse por posibles defectos en el cierre de la herida quirúrgica y debe evitarse aponiendo de la manera más hermética posible los diferentes planos musculares sobre la zona de instrumentación. Sin embargo, esta complicación no suele persistir con un correcto tratamiento y sus mayores consecuencias consisten en un tiempo más largo de cicatrización o una cicatriz desigual e hipertrófica. No hubo ningún caso de infección profunda, que en la literatura médica presenta una incidencia del 0 al 7%^{27,34,40}.

De acuerdo con el cuestionario SRS-22 de calidad de vida, los sujetos del presente estudio obtuvieron puntuaciones similares a las publicadas para dolor, actividad y autoimagen^{9,23,41-44}, pero algo inferiores en cuanto a salud mental (3,98) y satisfacción (3,81).

Los resultados promedio en autoimagen, salud mental y satisfacción fueron aproximadamente medio punto más bajos que en dolor y actividad, mientras que en las series publicadas se observó una mayor homogeneidad entre los distintos dominios del cuestionario^{9,23,41-44}. Las posibles explicaciones de esta discordancia pasan por el pequeño tamaño muestral, las expectativas estéticas de los sujetos o el desconocimiento o insuficiente información sobre la cirugía y sus consecuencias. La relación entre la autoimagen y la satisfacción ha sido comunicada en diferentes estudios^{23,42}, al igual que la influencia de las expectativas de los sujetos en los resultados del tratamiento¹¹⁻¹³.

Según distintos autores el tipo de curva no influye en la puntuación del cuestionario^{11,41}, lo que coincide con los resultados aquí presentados. Otros autores han demostrado que en los sujetos de mayor edad se produce un peor resultado⁹; por el contrario, los datos que aquí se presentan no avalan esta idea, hecho que también se ha publicado^{12,41}.

El cuestionario SRS-22 es un instrumento óptimo para analizar y comunicar los resultados^{9,11,23,43}, permite comparaciones entre estudios y su versión adaptada al castellano ha demostrado ser válida^{24,26}. El concepto de calidad de vida del sujeto se ha convertido en un instrumento de

medición para la población general y para las diferentes enfermedades⁹. Esto cobra especial importancia en una entidad nosológica como la escoliosis, en la que los aspectos psicosociales del sujeto adolescente pueden ser determinantes en la aceptación de la enfermedad y en el resultado del tratamiento¹¹⁻¹⁴. Los autores de este artículo se suman a la idea de que será necesario realizar futuros estudios aleatorizados en los que se comparen los resultados del cuestionario antes y después de la cirugía para saber el efecto real de la intervención en la salud de estos jóvenes^{9,13,42}.

La artrodesis e instrumentación posterior híbrida obtiene buenos resultados en la corrección de la escoliosis^{6,27-31}, la que alcanza del 51 al 78% en la corrección de las curvas torácicas y del 66 al 68% en las curvas lumbares. Los resultados aquí presentados se aproximan a estos datos publicados, si bien la corrección media en las curvas lumbares es algo inferior (tabla 2), lo que puede explicarse porque su flexibilidad prequirúrgica (el 28% en las torácicas y el 29% en las lumbares) es menor a la descrita en otras series^{5,27,32}. La magnitud preoperatoria de las curvas aquí descritas (48,8° en las torácicas y 45,1° en las lumbares) es inferior a la de otras series (entre 54° y 62° oscilan estos valores^{5,8,32,33}). Las claves para flexibilizar la curva y obtener una adecuada corrección son la liberación de partes blandas en los planos posteriores (mediante disección subperióstica) y la precisa osteotomía de las carillas articulares.

La estrategia de la instrumentación híbrida es crear una base estable de tornillos pediculares lumbares y torácicos bajos y completar el montaje con ganchos en la columna torácica. La utilización de tornillos pediculares en las curvas lumbares permite la corrección y estabilización de deformidades variadas. Diversos estudios apoyan las ventajas clínicas de los montajes híbridos (ganchos proximales y tornillos pediculares lumbares) en comparación con los sistemas de ganchos instrumentados^{5,6}. Los tornillos pediculares ofrecen un agarre en las 3 columnas vertebrales y crean un anclaje más fuerte que los alambres sublaminares⁷.

Permiten un mayor número de puntos de fijación, y por tanto, una mejor distribución de cargas y menor probabilidad de fallos del implante o de fracturas. También proporcionan un sistema de mayor rigidez. La generalización de su uso se ha justificado en un mayor grado de corrección coronal y sagital y un mejor mantenimiento de la corrección en el tiempo. Además, la mayoría de los autores no han informado de aumento del riesgo neurológico con los tornillos pediculares^{5-7,27-31,33}. Sin embargo, algunos autores, como Storer³⁰, consideran que el uso de los tornillos pediculares supone un gasto excesivo que no se justifica en curvas moderadas, dado el riesgo neurológico y visceral que se asume para conseguir correcciones y resultados clínicos similares a los obtenidos con las instrumentaciones de ganchos. Además, este autor aconseja el uso de las propiedades biomecánicas superiores de los tornillos pediculares en las curvas de mayor tamaño y rigidez.

Los tornillos pediculares torácicos han demostrado mejor corrección y ahorro de áreas fusionadas en las curvas torácicas, aunque a costa de un mayor riesgo. Sin embargo, múltiples estudios confirman que se puede hacer de forma segura^{1,5,7,28,30,31,33,35}. En los últimos años se han publicado estudios que comparan la instrumentación híbrida con la fijación únicamente con tornillos. Kim⁷ demostró en su investigación que los tornillos consiguen una corrección y un mantenimiento más significativos, menos pérdida de sangre y mejor función pulmonar. Con ambas instrumentaciones se obtuvieron cambios similares, corrección de la última vértebra fusionada, tiempo operatorio y resultado del cuestionario de calidad de vida. Concluyó que ambas técnicas son seguras neurológicamente y aceptables para el equilibrio global de la columna. Sin embargo, Lowenstein³³, también en un estudio comparativo, no encontró diferencias significativas sagitales y coronales entre los 2 grupos, aunque en los montajes sólo con tornillos haya mayor corrección y un mayor descenso de la cifosis. Este autor opina que las ventajas potenciales del poder de fijación de los tornillos deben sopesarse con las posibles complicaciones de su colocación: lesión vascular, neurológica, pleural y mayor radiación.

Karatoprak³⁵, en una serie retrospectiva de 26 sujetos tratados con montaje híbrido y otros 22 sujetos tratados sólo con tornillos, concluyó que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en cuanto al porcentaje de corrección, equilibrio coronal, cifosis torácica, lordosis lumbar posquirúrgica, tiempo operatorio, pérdida de sangre y número de áreas fusionadas. Sí encontró menor pérdida de corrección, mejor ángulo de desrotación y mayor traslación de la vértebra apical en el grupo de tornillos pediculares. Este autor utilizó tornillos pediculares en la zona lumbar en los montajes híbridos y alambres sublaminares en la zona apical de la concavidad y ganchos para el resto en la charnela toracolumbar. Asimismo, Karatoprak consideró de mayor importancia la correcta localización de los puntos de anclaje que la utilización o no de tornillos pediculares para obtener una mayor corrección, pero reconoció que los tornillos ofrecen una fijación más rígida.

Se ha planteado si realmente es necesario buscar grandes correcciones a costa de instrumentaciones más caras e intensivas, sin un claro beneficio para el sujeto. En este sentido, Vora³² estudió la capacidad de corrección de ambos sistemas (tornillos frente a instrumentaciones híbridas) en

curvas de tipo I de Lenke, pero incluyó en el análisis la flexibilidad prequirúrgica. Este autor no encontró diferencias en cuanto al poder de corrección y, además, observó un empeoramiento del equilibrio sagital en el grupo de los tornillos mientras que en el grupo del montaje híbrido la cifosis se mantuvo. El autor se pregunta si la corrección coronal se consigue a expensas de la corrección sagital (aplanando la espalda) y si es realmente necesario aumentar la lordosis para conseguir unos grados más de corrección. Concluye que, por razones económicas y por mejor equilibrio coronal y axial, el montaje híbrido es más aceptable para curvas torácicas de tipo I de Lenke.

Kukló⁸, en un estudio retrospectivo multicéntrico donde compara todos los tipos de fijación posterior, rebatió el aparente mayor coste de los sistemas de tornillos y observó una cifra menor de reintervenciones en estos montajes frente a las instrumentaciones híbridas.

La pérdida de corrección oscila de 1° a 10° con la evolución^{27,29,34} y ocurre fundamentalmente en el primer año tras la fijación¹⁹. Las pseudoartrosis son poco frecuentes (del 0 al 3%) al igual que los fallos del material y las reintervenciones^{5,8,17,27}.

La influencia de los cambios radiológicos en la puntuación del cuestionario SRS-22 también ha sido objeto de análisis por distintos autores. D'Andrea no encuentra relación entre los resultados radiológicos y clínicos¹². Se ha comunicado una relación entre curvas mayores y peores resultados en el cuestionario, globalmente¹¹ o en particular en el dominio de autoimagen⁴¹. Watanabe⁴¹, en un estudio de 81 sujetos intervenidos con un seguimiento mínimo de 2 años, comunicó que una mayor corrección de las curvas escolióticas se relaciona con mejor autoimagen y con menos dolor. Según Climent⁹, esta mayor corrección en el ángulo radiológico de la deformidad produce mejores resultados del cuestionario SRS-22, algo que tampoco se ha podido constatar en la serie descrita quizás como consecuencia del tamaño. En esta muestra los sujetos con mayor corrección, tanto absoluta como relativa, refirieron peor resultado en el dominio de dolor, algo que no se documenta en la literatura médica consultada^{9,11-13,41}.

De forma general, se puede decir que las limitaciones principales de este estudio han sido el pequeño tamaño muestral y su carácter retrospectivo.

En conclusión, la instrumentación posterior híbrida es una técnica eficaz y segura en la corrección de las curvas escolióticas, con bajo índice de fracasos y pseudoartrosis. Pese a los buenos resultados en cuanto a dolor y actividad, se obtuvieron resultados discretos en cuanto a la autoimagen y a la satisfacción personal en estos sujetos. Sin embargo, sólo uno de éstos afirmó que no volvería a operarse si se encontrase en la misma situación. No se han encontrado diferencias significativas entre la puntuación del cuestionario SRS-22 y el tipo de curva, la magnitud de ésta, la corrección absoluta y relativa, el sexo, la edad y la aparición de complicaciones.

Conflicto de intereses

Los autores no han recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco han firmado ningún acuerdo por el que vayan a recibir beneficios u honorarios

por parte de alguna entidad comercial. Por otra parte, ninguna entidad comercial ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que los autores estén afiliados.

Bibliografía

- Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Cho YS, Riew KD. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: Is it safe? *Spine*. 2004;29:333–42 discussion 42.
- Harrington P, Dickson J. An eleven-year clinical investigation of Harrington instrumentation: A preliminary report of 578 cases. *Clin Orthop*. 1973;93:113–30.
- Humke T, Grob D, Scheier H, Siegrist H, Cotrell-Dubousset and Harrington instrumentation in idiopathic scoliosis: A comparison of long-term results. *Eur Spine J*. 1995;4:280–3.
- Fitch RD, Turi M, Bowman BE, Hardaker WT. Comparison of Cotrell-Dubousset and Harrington rod instrumentations in idiopathic scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopedics*. 1990;10:44–7.
- Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J*. 2002;11:336–43.
- Remes V, Helenius I, Schlenzka D, Yrjonen T, Ylikoski M, Poussa M. Cotrell-Dubousset (CD) or Universal Spine System (USS) instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): Comparison of midterm clinical, functional, and radiologic outcomes. *Spine*. 2004;29:2024–30.
- Kim YJ, Lenke LG, Kim J, Bridwell KH, Cho SK, Cheh G, et al. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31:291–8.
- Kuklo TR, Potter BK, Lenke LG, Polly Jr DW, Sides B, Bridwell KH. Surgical revision rates of hooks versus hybrid versus screws versus combined anteroposterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2007;32:2258–64.
- Climent JM, Bago J, Ey A, Perez-Grueso FJ, Izquierdo E. Validity of the spanish version of the Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) patient questionnaire. *Spine*. 2005;30:705–9.
- Padua R, Padua S, Aulisa L, Ceccarelli E, Padua L, Romanini E, et al. Patient outcomes after Harrington instrumentation for idiopathic scoliosis: A 15- to 28-year evaluation. *Spine*. 2001;26:1268–73.
- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. Discrimination validity of the Scoliosis Research Society-22 patient questionnaire: Relationship to idiopathic scoliosis curve pattern and curve size. *Spine*. 2003;28:74–8.
- D'Andrea LP, Betz RR, Lenke LG, Clements DH, Lowe TG, Merola A, et al. Do radiographic parameters correlate with clinical outcomes in adolescent idiopathic scoliosis? *Spine*. 2000;25:1795–802.
- Danielsson AJ. What impact does spinal deformity correction for adolescent idiopathic scoliosis make on quality of life? *Spine*. 2007;32:S101–8.
- Tones M, Moss N, Polly Jr DW. A review of quality of life and psychosocial issues in scoliosis. *Spine*. 2006;31:3027–38.
- King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1983;65:1302–13.
- 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. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2001;83-A:1169–81.
- Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, Baldus C, Weston J. Radiographic results of arthrodesis with Cotrell-Dubousset instrumentation for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A five to ten-year follow-up study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1998;80:807–14.
- Nash E, Moe JH. A study of vertebral rotation. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1969;51A:223–9.
- Pérez-Millán L, Martínez-Garrido I, López-Sánchez A, Escrivá I. Comparación de los resultados mediante técnica segmentaria con barra única y barra de apoyo a única en el tratamiento quirúrgico de la escoliosis idiopática. *Rev Ortop Traumat*. 2003;47:336–42.
- Farber GL, Place HM, Mazur RA, Jones DE, Damiano TR. Accuracy of pedicle screw placement in lumbar fusions by plain radiographs and computed tomography. *Spine*. 1995;20:1494–9.
- Halm H, Niemeyer T, Link T, Liljenqvist U. Segmental pedicle screw instrumentation in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Eur Spine J*. 2000;9:191–7.
- Hamill CL, Lenke LG, Bridwell KH, Chapman MP, Blanke K, Baldus C. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis. Is it warranted? *Spine*. 1996;21:1241–9.
- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. Scoliosis Research Society-22 patient questionnaire: Responsiveness to change associated with surgical treatment. *Spine*. 2003;28:70–3.
- Bago J, Climent JM, Ey A, Pérez-Grueso FJ, Izquierdo E. The spanish version of the SRS-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis: Transcultural adaptation and reliability analysis. *Spine*. 2004;29:1676–80.
- Bago J, Climent JM, Ey A, Perez-Grueso FJ, Izquierdo E. Re: Asher MA, Lai SM, Glattes RC, et al. Refinement of the SRS-22 questionnaire function domain. *Spine* 2006;31:593–7. *Spine* 2006;31:1758.
- Asher MA, Lai SM, Glattes RC, Burton DC, Alanay A, Bago J. Refinement of the SRS-22 health-related quality of life questionnaire function domain. *Spine*. 2006;31:593–7.
- Asher M, Lai SM, Burton D, Manna B, Cooper A. Safety and efficacy of Isola instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis: Two- to 12-year follow-up. *Spine*. 2004;29:2013–23.
- Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Kamath G, Peelle MW, Bridwell KH. Selective posterior thoracic fusions for adolescent idiopathic scoliosis: Comparison of hooks versus pedicle screws. *Spine*. 2006;31:2400–4.
- Shufflebarger HL, Geck MJ, Clark CE. The posterior approach for lumbar and thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis: Posterior shortening and pedicle screws. *Spine*. 2004;29:269–76 discussion 76.
- Storer SK, Vitale MG, Hyman JE, Lee FY, Choe JC, Roye Jr DP. Correction of adolescent idiopathic scoliosis using thoracic pedicle screw fixation versus hook constructs. *Journal of Pediatric Orthopedics*. 2005;25:415–9.
- Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine*. 1995;20:1399–405.
- Vora V, Crawford A, Babekhir N, Boachie-Adjei O, Lenke L, Peskin M, et al. A pedicle screw construct gives an enhanced posterior correction of adolescent idiopathic scoliosis when compared with other constructs: Myth or reality. *Spine*. 2007;32:1869–74.
- Lowenstein JE, Matsumoto H, Vitale MG, Weidenbaum M, Gomez JA, Lee FY, et al. Coronal and sagittal plane correction in adolescent idiopathic scoliosis: A comparison between all pedicle screw versus hybrid thoracic hook lumbar screw constructs. *Spine*. 2007;32:448–52.
- 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.
- Karatoprak O, Unay K, Tezer M, Ozturk C, Aydogan M, Mirzanli C. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid

- instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *International Orthopaedics*. 2007.
36. Been HD, Kalkman CJ, Traast HS, Ongerboer de Visser BW. Neurologic injury after insertion of laminar hooks during Cotrell-Dubousset instrumentation. *Spine*. 1994;19:1402-5.
 37. Rittmeister M, Leyendecker K, Kurth A, Schmitt E. Cauda equina compression due to a laminar hook: A late complication of posterior instrumentation in scoliosis surgery. *Eur Spine J*. 1999;8:417-20.
 38. Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo. *Spine*. 1990;15:11-4.
 39. Ebraheim NA, Jabaly G, Xu R, Yeasting RA. Anatomic relations of the thoracic pedicle to the adjacent neural structures. *Spine*. 1997;22:1553-6 discussion 7.
 40. Bago J, Ramírez M, Pellise F, Villanueva C. Survivorship analysis of Cotrell-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2003;12:435-9.
 41. Watanabe K, Hasegawa K, Hirano T, Uchiyama S, Endo N. Evaluation of postoperative residual spinal deformity and patient outcome in idiopathic scoliosis patients in Japan using the Scoliosis Research Society outcomes instrument. *Spine*. 2007;32:550-4.
 42. Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, Hasegawa K, Hirano T, Endo N, et al. Cross-cultural comparison of the Scoliosis Research Society outcomes instrument between american and japanese idiopathic scoliosis patients: Are there differences? *Spine*. 2007;32:2711-4.
 43. Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. The reliability and concurrent validity of the Scoliosis Research Society-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis. *Spine*. 2003;28:63-9.
 44. Lai SM, Asher M, Burton D. Estimating SRS-22 quality of life measures with SF-36: Application in idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31:473-8.