

Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

www.elsevier.es/rot



ORIGINAL

Barras de crecimiento en escoliosis de inicio precoz ¿Permiten realmente el control de la deformidad y el crecimiento vertebral y torácico?

J.M. Sánchez Márquez*, F.J. Sánchez Pérez-Grueso, N. Fernández-Baíllo y A. García Fernández

Unidad de Raquis, Servicio B de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

Recibido el 4 de noviembre de 2012; aceptado el 5 de febrero de 2013

Disponible en Internet el 28 de abril de 2013

PALABRAS CLAVE

Escoliosis de inicio precoz;
Cirugía sin fusión;
Barras de crecimiento

Resumen

Objetivo: Determinar la eficacia de las barras de crecimiento en el tratamiento de la escoliosis de inicio precoz.

Material y métodos: Entre 2004 y 2011, un total de 32 pacientes fueron intervenidos en nuestro centro de escoliosis de inicio precoz mediante técnicas sin fusión (barras de crecimiento dobles y VEPTR). De ellos, analizamos prospectivamente la historia clínica y las radiografías de 20 pacientes que cumplen los criterios de inclusión. Todos los pacientes habían recibido previamente tratamiento conservador con tracción craneal y yesos/corsés seriados.

En cada radiografía (preoperatoria y postoperatoria de la cirugía inicial y de los sucesivos retensados) analizamos la deformidad en los planos coronal y sagital mediante el ángulo de Cobb, el crecimiento longitudinal y coronal del tórax, y el crecimiento de la columna vertebral. Se estudian 188 radiografías de tórax seriadas de 53 pacientes con fibrosis quística para hacer un análisis comparativo con los pacientes con escoliosis de inicio precoz.

Resultados: La mejora de los parámetros angulares (Cobb y cifosis) y lineales (distancia T1-S1, distancia T1-T12 y anchura coronal del tórax) fue significativa con la cirugía inicial, pero los sucesivos retensados tuvieron un mínimo efecto beneficioso, perdiendo eficacia a lo largo del tiempo. Comparativamente con los pacientes con fibrosis quística, el crecimiento del tórax es menor en los pacientes con escoliosis de inicio precoz.

Discusión: El tratamiento de la escoliosis de inicio precoz con sistemas expansibles resulta beneficioso fundamentalmente en el procedimiento inicial y primeros retensados, demostrando una pérdida de eficacia a lo largo del tiempo.

© 2012 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jm.sanchez.marquez@gmail.com (J.M. Sánchez Márquez).

KEYWORDS

Early-onset scoliosis;
Surgery without
fusion;
Growing rods

Growing rods in early-onset scoliosis. Do they really help to control the deformity and spinal and thoracic growth?

Abstract

Objective: To determine the efficacy of growing rods in the treatment of early onset scoliosis. **Material and methods:** A total of 32 patients were treated using fusion techniques that included double growing rods and Vertical Expandable Prosthetic Titanium Ribs (VEPTR), in our Early Onset Scoliosis Centre between 2004 and 2011. After analysing the clinical histories and x-rays, 20 patients were included due to meeting the inclusion criteria. All patients had previously received conservative treatment with cranial traction and a series of plasters/corsets.

The deformity was analysed before and after the initial surgery, and in successive tightenings, using the x-rays of the coronal and sagittal planes by means of the Cobb angle, as well as the longitudinal and coronal growth of the thorax, and the growth of the spinal column. A series of 188 x-rays of 53 patients with cystic fibrosis were studied in order to perform a comparative analysis with the patients with early-onset scoliosis.

Results: There was significant improvement in the angle (Cobb and kyphosis) and linear parameters (T1-S1 distance, T1-T12 distance, and coronal width of the thorax) after the initial surgery, but the successive tightenings had a minimal beneficial effect, losing effectiveness over a period of time. The patients with early-onset scoliosis showed a lower growth of the thorax compared to the patients with cystic fibrosis.

Discussion: Treatment of early-onset scoliosis with expandable devices is mainly beneficial with the initial procedure and the first tightenings, but shows a loss of efficacy over a period time.

© 2012 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La deformidad vertebral progresiva a edades precoces supone un problema grave para la salud de los pacientes y un reto para el cirujano que los va a tratar. Existen muchas causas de escoliosis de inicio precoz: escoliosis idiopática infantil y juvenil, deformidades vertebrales congénitas, problemas neuromusculares o un grupo heterogéneo de síndromes¹.

Aunque existe un grupo de curvas en pacientes muy jóvenes que no progresan o que lo hacen muy lentamente, o incluso que se resuelven espontáneamente, hay otro grupo de pacientes en los que a pesar del tratamiento con ortesis/yesos seriados la deformidad puede presentar una progresión rápida que obliga a una actuación quirúrgica a edad precoz.

La progresión de la deformidad supone un compromiso para la vida del paciente². El desarrollo pulmonar ocurre fundamentalmente durante los primeros 8 años de vida del paciente, por lo que la deformidad torácica secundaria a la escoliosis puede afectar negativamente a la maduración pulmonar³. El principal efecto de la escoliosis en el desarrollo pulmonar es inhibir el crecimiento de los alveolos y de las arteriolas pulmonares lo que causa la insuficiencia respiratoria que se observa en los pacientes con escoliosis de inicio precoz. De hecho, una distancia T1-T12 menor de 18 cm en la madurez se asocia con una función respiratoria menor del 45% del valor teórico^{4,5}.

El crecimiento de la columna vertebral no es homogéneo a lo largo de todo el periodo de desarrollo. El crecimiento longitudinal de la columna tiene un pico durante los primeros 5 años de vida, de forma que la distancia T1-S1 incrementa aproximadamente unos 2 cm por año; a los 5 años la columna lumbar y torácica alcanza 2 tercios de su altura total en la edad adulta. Desde los 5 a los 10 años el

crecimiento longitudinal es menor, y a partir de los 10 años la velocidad de crecimiento vuelve a incrementar. Los segmentos escolióticos no crecen con normalidad, por lo que las técnicas sin fusión basadas en la distracción permitirían a la columna continuar creciendo, lo cual es fundamental para el desarrollo respiratorio y visceral⁶.

Las técnicas tradicionales de tratamiento no quirúrgico para la escoliosis de inicio precoz incluyen yesos, corsés o combinación de ambos. La tracción con halo craneal puede ser útil como paso previo a la cirugía o a la colocación de yesos/corsés. Este tratamiento con yesos y corsé tiene un gran número de complicaciones como úlceras cutáneas o modelado de la caja torácica por presión⁷, y muchas veces es ineficaz, ya que debido a que la caja torácica es inmadura, esta se deforma antes que transmitir las fuerzas correctoras a la columna vertebral⁴.

Las indicaciones del tratamiento quirúrgico en escoliosis de inicio precoz son: progresión de la deformidad vertebral a pesar del tratamiento ortopédico, fallo en el desarrollo/crecimiento de la caja torácica o empeoramiento de la insuficiencia respiratoria⁴. Existen 2 opciones de tratamiento: técnicas con o sin fusión.

La fusión de la columna vertebral a edades precoces tiene repercusiones graves en la edad adulta, con limitación de la talla del paciente y del desarrollo torácico y pulmonar⁵.

Dentro de las técnicas sin fusión nos encontramos con las barras de crecimiento y el *Vertical Expandable Prosthetic Titanium Rib* (VEPTR). El VEPTR se basa en un anclaje cefálico a costillas y uno distal a costilla, columna o pelvis, y está indicado en los casos de síndrome de insuficiencia torácica⁸. Para el montaje de las barras de crecimiento se utilizan los sistemas de instrumentación convencionales, creando un sistema doble telescópico de barras mediante la utilización de conectores transversales o longitudinales. Estas barras tienen un anclaje directo en la columna vertebral mediante

tornillos pediculares o ganchos, con una incidencia de arrancamiento de implantes menor que con el VEPTR¹. Todas las barras de crecimiento en los pacientes incluidos en nuestro estudio son duales, y se implantaron siguiendo la técnica descrita por Akbarnia et al.¹. Para el anclaje utilizamos ganchos y/o tornillos pediculares tanto a nivel cefálico como caudal y, en ocasiones, un conector transversal a nivel de los extremos, con decorticación y colocación de autoinjerto local solo en los puntos de anclaje cefálico y caudal.

El objetivo de este tratamiento es evaluar la eficacia para el control de la deformidad y para permitir el crecimiento del tórax y la columna vertebral de las barras de crecimiento dobles en escoliosis de inicio precoz.

Material y métodos

Entre 2004 y 2011, un total de 32 pacientes consecutivos fueron intervenidos de escoliosis de inicio precoz mediante técnicas sin fusión (barras de crecimiento dobles o VEPTR) en nuestro centro. De ellos, analizamos prospectivamente la historia clínica, los protocolos quirúrgicos y las sucesivas radiografías de 20 pacientes que cumplen los criterios de inclusión. Entre estos criterios se incluyen:

- Pacientes con escoliosis de inicio precoz tratados con barras de crecimiento dobles sin fusión.
- Tener 3 o más cirugías (cirugía inicial y al menos 2 reten-sados).
- Ausencia de complicaciones sistémicas que los saquen del programa de barras sin fusión: infecciones tardías del implante, problemas relacionados con su enfermedad de base...
- Ausencia de anomalías congénitas complejas difusas en toda la columna.

En la revisión de la historia clínica recogemos datos acerca del diagnóstico, sexo, edad al comienzo del tratamiento con sistemas expansibles, número total de alargamientos e intervalos entre los mismos.

Realizamos un análisis prospectivo de las radiografías de los pacientes (telerradiografías de columna completa en bipedestación en planos posteroanterior y lateral) en el preoperatorio y postoperatorio inmediato, así como antes y después de cada reten-sado. En cada radiografía, para estudiar el crecimiento del tórax se analiza la distancia T1-T12 y la anchura coronal del tórax a nivel T6; para evaluar el crecimiento de la columna vertebral se registra la distancia T1-S1 (fig. 1); y para analizar la corrección de la deformidad se registra el valor angular de la curva principal mediante la técnica de Cobb en el plano coronal y la cifosis global T2-T12 en el plano sagital. Todas las radiografías estaban calibradas y las medidas fueron corregidas en función de la magnificación radiográfica.

Realizamos además un análisis comparativo del crecimiento longitudinal del tórax en los pacientes con escoliosis de inicio precoz sometidos a tratamiento con barras de crecimiento con respecto a un grupo control. Para establecer el grupo control analizamos de forma retrospectiva 188 radiografías seriadas de tórax de 53 pacientes con diagnóstico de fibrosis quística, sobre las que se registra la distancia T1-T12. Estos enfermos, *a priori*, no tienen afectación

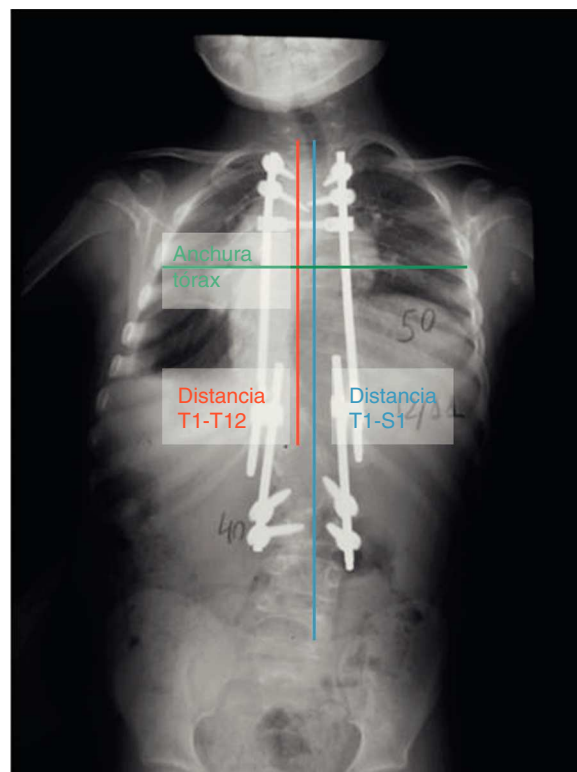


Figura 1 Telerradiografía posteroanterior de un paciente con escoliosis de inicio precoz en tratamiento con barras de crecimiento dobles. Están representadas la distancia T1-T12 (la línea vertical que une platillo superior de T1 con platillo inferior de T12), la distancia T1-S1 (la línea vertical que une el platillo superior de T1 con el borde superior de S1) y la anchura coronal del tórax a nivel de T6.

específica del crecimiento de la columna vertebral/tórax, y son sometidos de forma regular a controles radiográficos seriados del tórax por el servicio de Neumología infantil.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa estadístico SAS para modelos mixtos, utilizando el test de Friedman para el análisis de medidas repetidas de datos continuos no paramétricos. Se establece significación estadística cuando el valor de *p* es menor de 0,05.

Resultados

Un total de 20 pacientes cumplen los criterios de inclusión. Del total de pacientes intervenidos en nuestro centro, 8 no cumplen los criterios de inclusión, entre los que se incluyen 2 pacientes con escoliosis neuromuscular por mielomeningocele que presentaron infección tardía del implante obligándonos a la retirada del mismo, un paciente que falleció como consecuencia de su enfermedad de base (neurofibromatosis) y 5 pacientes que no tenían el seguimiento mínimo de al menos 3 cirugías (cirugía inicial y 2 reten-sados como mínimo). Pacientes con menos de 2 reten-sados se excluyeron del estudio ya que el objetivo del mismo es analizar la eficacia de las barras de crecimiento para el control de la deformidad y para permitir el crecimiento vertebral y torácico a lo largo del tiempo.

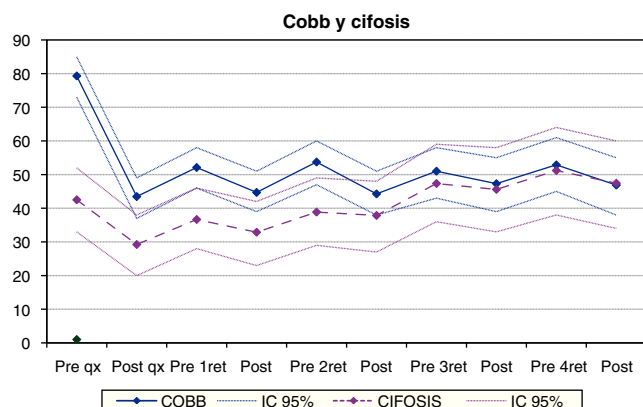


Figura 2 Representación gráfica de los valores medios del ángulo de Cobb en el plano coronal y de la cifosis global T2-T12 en el plano sagital, en los sucesivos momentos del seguimiento.

Entre los diagnósticos se incluyen escoliosis idiopática infantil en 10 pacientes, escoliosis neuromuscular en 6 casos y escoliosis congénita o toracogénica en 4. Todos los pacientes habían recibido previamente tratamiento conservador con tracción craneal y yesos/corsés seriados. No tenemos una pauta concreta para establecer la indicación del tratamiento quirúrgico, pero de forma general se inicia el programa con barras de crecimiento cuando no se consigue controlar la deformidad con el tratamiento ortopédico o bien cuando aparecen complicaciones asociadas al tratamiento con yesos/corsés (úlceras cutáneas o modelado de la caja torácica).

Todos los pacientes fueron diagnosticados de escoliosis antes de los 5 años de edad, de los cuales 13 eran niñas y 7 eran niños. La edad media en el momento de la cirugía inicial fue de 6,8 años (rango: 45-118 meses).

El seguimiento medio fue de 44 meses (rango: 23-107), con 4 retensados de media (rango: 2-7) por paciente. El intervalo medio entre retensados fue de 9,1 meses. El intervalo entre retensados no está protocolizado y varía en función de la progresión de la deformidad durante el seguimiento. No se apreciaron diferencias significativas en el número de retensados entre los diferentes grupos diagnósticos.

Corrección de la deformidad

El valor angular de la escoliosis medido mediante el ángulo de Cobb mejoró desde un valor medio de 79,3° (IC 95%: 73,2-85,3) en el preoperatorio hasta 43,2° (IC 95%: 37,4-49,5) en el postoperatorio inmediato, lo que supone un 45% de corrección ($p = 0,0001$) (tabla 1). Durante el seguimiento se aprecia un empeoramiento de la deformidad entre los sucesivos retensados, que se corrige parcialmente con la cirugía de alargamiento, aunque el análisis estadístico demostró que el ángulo de Cobb no cambia significativamente con los retensados. Es llamativo que los sucesivos retensados son cada vez menos eficaces, y que el valor angular de la deformidad va discretamente incrementando (fig. 2), siendo el valor medio del ángulo de Cobb tras el cuarto retensado de 46,8° (38,6-55,1).

Tabla 1 Representación de los valores medios e intervalo de confianza del 95% del ángulo de Cobb, la cifosis global, la distancia T1-S1, la distancia T1-T12 y la anchura coronal del tórax, en los momentos preoperatorio inicial, postoperatorio inmediato, y antes y después de cada retensado

	Pre	Post inmediato	Pre primer ret	Post primer ret	Pre segundo ret	Post segundo ret	Pre tercero ret	Post tercero ret	Pre cuarto ret	Post cuarto ret
Cobb	79,3 (73,2-85,3)	43,5 (37,4-49,5)	52,1 (46,2-57,9)	44,7 (38,6-50,7)	53,7 (47,3-60,1)	44,2 (37,8-50,6)	51 (43,5-58,4)	47,3 (39,4-55,1)	52,8 (44,6-61,1)	46,8 (38,6-55,1)
Cifosis	42,5 (33,1-51,8)	29,2 (19,8-38,5)	36,6 (27,5-45,7)	32,8 (23,5-42,2)	38,8 (28,9-48,8)	37,8 (27,9-47,8)	47,3 (35,7-58,9)	45,6 (33,4-57,7)	51,2 (38,3-64)	47,4 (34,5-60,3)
Distancia T1-S1	249,2 (270-301)	286,4 (265-295)	280,4 (265-295)	290,6 (275-306)	291,2 (274-307)	299,6 (283-316)	295 (275-314)	300,4 (280-320)	293,2 (278-310)	296,2 (275-317)
Distancia T1-T12	150,4 (138-162)	175,8 (164-187)	168,4 (157-179)	177,5 (166-189)	177,4 (165-189)	183,5 (171-195)	180,6 (166-195)	183 (167-198)	173,7 (157-189)	181,4 (165-197)
Ancho Tórax	152,9 (141-164)	156,1 (145-167)	155,4 (144-166)	155,1 (144-166)	156,4 (145-168)	155 (143-171)	158,2 (143-173)	154,7 (138-170)	154,3 (139-169)	155,5 (140-170)

Están expresados los valores hasta el cuarto retensado. Los valores angulares se expresan en grados y los valores lineales en milímetros.
Post: postoperatorio; Pre: preoperatorio; ret: retensado.

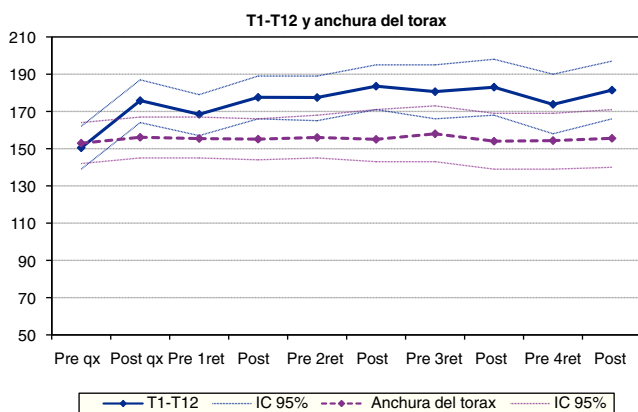


Figura 3 Representación gráfica de la distancia media T1-T12 (mm) y de la anchura coronal del tórax (mm) en el plano coronal, como medida del crecimiento del tórax, en los sucesivos momentos del seguimiento.

El valor angular de la cifosis global T2-T12 muestra una corrección media del 31,3% con la cirugía inicial (cifosis global media preoperatoria: 42,5°; cifosis global media postoperatoria: 29,2°) ($p=0,001$). Durante el seguimiento se observa un incremento progresivo de la cifosis, siendo especialmente significativo a partir del segundo retensado (fig. 2), de modo que en el momento previo al cuarto retensado el valor medio de la cifosis global es de 47,4°. Además, la capacidad de corrección de la cifosis con los sucesivos retensados va disminuyendo durante el tratamiento.

Crecimiento del tórax

El crecimiento longitudinal del tórax, analizado mediante la distancia T1-T12 muestra un incremento medio de 25,4 mm con la cirugía inicial (de 150,4 mm de valor medio preoperatorio a 175,8 mm tras la cirugía inicial) ($p < 0,01$). Durante el periodo de tratamiento se observa un incremento gradual de dicha distancia hasta llegar a un valor medio de 181,4 mm tras el cuarto retensado (fig. 3), por lo que el crecimiento longitudinal medio del tórax tras 4 retensados fue de 31 mm. Esto se traduce en un incremento anual de la distancia T1-T12 de 8,6 mm.

El crecimiento coronal del tórax muestra un incremento medio de 3,2 mm con la cirugía inicial, y luego se mantiene constante durante el seguimiento, de tal forma que tras el cuarto retensado la anchura del tórax es similar a la observada en el postoperatorio inicial. No existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de la anchura coronal del tórax en los diferentes momentos del seguimiento.

Crecimiento de la columna vertebral

La longitud de la columna vertebral calculada mediante la distancia T1-S1 en el plano coronal presenta un incremento de 37,2 mm de media con la cirugía inicial (de 249,2 mm de valor medio preoperatorio a 286,4 mm tras la colocación de las barras de crecimiento) ($p < 0,001$), en relación directa con la corrección de la deformidad. Durante el seguimiento

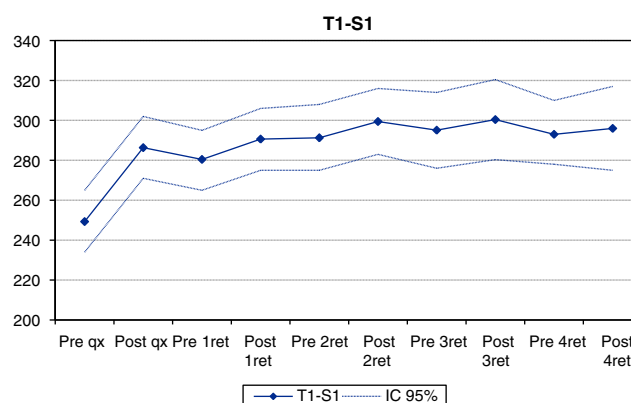


Figura 4 Representación gráfica de la distancia media T1-S1 (mm) en el plano coronal, como medida del crecimiento longitudinal de la columna vertebral, en los sucesivos momentos del seguimiento.

el incremento de la longitud de la columna vertebral es de solo 9,8 mm, hasta llegar a un valor medio de 296,2 mm tras el cuarto retensado (fig. 4).

Análisis comparativo con respecto a grupo control

Debido a que no podemos realizar radiografías de tórax seriadas a niños sanos ya que los rayos x tienen efectos nocivos^{9,10} recurrimos al registro de pacientes con fibrosis quística del Servicio de Neumología Infantil del Hospital La Paz. Los pacientes con fibrosis quística, *a priori*, no tienen ninguna afectación del crecimiento de la columna vertebral ni del tórax. En nuestra institución no existe un protocolo para la realización de radiografías a edades concretas en enfermos de fibrosis quística, sino que se realizan en función del cuadro clínico que presente cada paciente. Ello nos impide obtener radiografías seriadas en todos los pacientes siempre a la misma edad. Por ello, en el análisis estadístico se realiza una estimación de la distancia T1-T12 en función de la edad, tanto para el grupo control de pacientes con fibrosis quística como para los pacientes con escoliosis de inicio precoz incluidos en este estudio.

En la representación gráfica de la estimación estadística para la longitud T1-T12 en función de la edad se observa que la velocidad de crecimiento longitudinal del tórax es significativamente mayor en el grupo control (pacientes con fibrosis quística) que en el grupo de pacientes con escoliosis de inicio precoz (fig. 5). De forma que la pendiente de la representación lineal de las dimensiones del tórax en función de la edad es de 0,844 en el grupo control y de solo 0,569 en el grupo con escoliosis. Esta diferencia de pendientes se manifiesta en que la diferencia en la longitud T1-T12 entre ambos grupos será mayor a mayor edad de los pacientes.

Discusión

La instrumentación sin fusión para el tratamiento de la escoliosis de inicio precoz ha sido utilizada desde la introducción de la instrumentación de Harrington en la década de 1960¹¹. Inicialmente comenzó a utilizarse montajes con una sola barra, y posteriormente se hicieron montajes duales

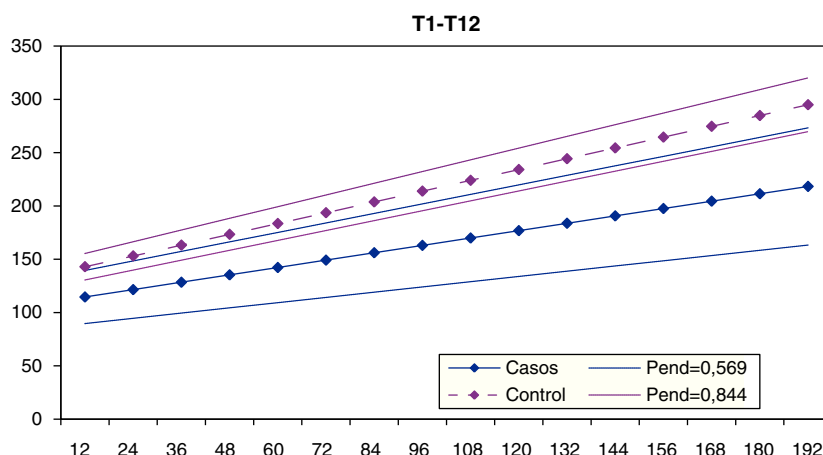


Figura 5 Representación gráfica de los valores estimados para la distancia T1-T12 en los pacientes con escoliosis de inicio precoz y el grupo control (pacientes con fibrosis quística). Nótese la diferente pendiente de las líneas, con un incremento mayor de la longitud del tórax estimada en el grupo control.

que mejoraron los resultados en comparación con montajes de barra única^{1,12}. Diferentes estudios han demostrado la eficacia de las barras de crecimiento duales para controlar la deformidad vertebral y promover el crecimiento de la columna inmadura. En uno de estos estudios, Thompson et al.¹² observaron un incremento de la distancia T1-S1 de 1,1 cm al año desde la instrumentación inicial hasta la fusión final; el ángulo de Cobb mejoró desde 92° hasta 39° con la cirugía inicial, pero durante los sucesivos alargamientos la mejoría del valor angular fue muy discreta.

Akbarnia et al.¹ publicaron los resultados de las barras de crecimiento duales en 23 pacientes con escoliosis de inicio precoz con un seguimiento mínimo de 2 años. Observaron una corrección del ángulo de Cobb con la cirugía inicial de 44° (desde 82° preoperatorio a 38° en postoperatorio inmediato), pero durante el seguimiento el valor del ángulo de Cobb permaneció estable siendo de 36° de media tras la fusión definitiva. La distancia T1-S1 incrementó 50 mm con la cirugía inicial (desde 230 mm a 280 mm), al final del seguimiento era de 326 mm de media, con un incremento anual de 10 mm.

En nuestra serie se consigue una corrección inicial del ángulo de Cobb de 36,1° de media, significativamente inferior a lo observado en los 2 trabajos previos. Una explicación a estos resultados más pobres es que nuestro grupo realiza un periodo previo de tratamiento con tracción craneal mediante halo y corsés a distracción más agresivo que los grupos anteriores, por lo que conseguimos gran parte de la corrección durante esta fase de tratamiento ortopédico. Prueba de ello es que el valor medio del ángulo de Cobb preoperatorio en nuestra serie es significativamente menor (79,3° de media) que en los trabajos de Thompson (92° de media)¹² y Akbarnia (82° de media)¹. En cambio, el valor del ángulo de Cobb tras la cirugía inicial de colocación de las barras es similar en los 3 trabajos (43°, 39° y 38° respectivamente).

Un aspecto a resaltar en nuestro trabajo es el análisis del plano sagital, que no ha sido estudiado en los trabajos previos de Thompson y Akbarnia. Es significativa la tendencia hacia la cifosis progresiva de la columna vertebral sometida a tratamiento con barras de crecimiento. En nuestra

serie, el valor angular medio de la cifosis preoperatoria es de 42,5°; que corrige hasta 29,2° de media con la cirugía inicial. Pero durante el seguimiento se produce un incremento progresivo de la cifosis hasta llegar a 47,4° de media tras el cuarto retensado. Esta cifosis podría estar asociada a complicaciones, como son el arrancamiento de los implantes en la zona cefálica y la cifosis suprainstrumentación que en muchas ocasiones obliga a la realización de cirugías no planificadas.

El crecimiento longitudinal del tórax (distancia T1-T12) y de la columna vertebral (distancia T1-S1) sigue una tendencia similar. En el caso de la distancia T1-T12, con la cirugía inicial se consigue un incremento medio de 25,4 mm. La distancia T1-S1 experimenta un incremento medio de 37,2 mm con la implantación de las barras de crecimiento, y de 9,6 mm durante los sucesivos alargamientos. Es llamativo la poca ganancia de la distancia T1-S1 durante los retensados posteriores. Una explicación a este hallazgo puede ser que el incremento de la cifosis global durante el seguimiento provocaría una medición menor de la distancia T1-S1 en la radiografía posteroanterior.

Para realizar la comparación del crecimiento del tórax con respecto a un grupo control hemos recurrido a un grupo de pacientes a los que por su enfermedad de base se les realiza radiografías de tórax de forma seriada. Estos son los pacientes con fibrosis quística, que *a priori* no presentan alteraciones en el desarrollo de la columna vertebral. No podemos considerar a estos pacientes como grupo control sano, pero no es éticamente admisible, debido a los efectos perjudiciales de los rayos X^{9,10}, realizar radiografías periódicas seriadas a la población sana para establecer un grupo control. Aún con la limitación que supone la utilización de estos pacientes con fibrosis quística para establecer un grupo control, resulta llamativo cómo el crecimiento del tórax es significativamente menor en los pacientes con escoliosis de inicio precoz, lo que tiene repercusión en la función respiratoria: Karol⁵ observó que un tórax excesivamente corto con una distancia T1-T12 menor de 18 cm se asocia con una función pulmonar menor del 45% de la función teórica esperada. Dado que no todas las radiografías están realizadas a la misma edad en todos los pacientes, a partir de los valo-

res puntuales de la distancia T1-T12 obtenidas a diferentes edades se hace una estimación estadística de la curva de crecimiento longitudinal del tórax en función de la edad en el grupo de escoliosis de inicio precoz y en el grupo control.

Nuestros resultados son significativos por varios motivos. Por un lado nos sirven para advertir a la comunidad ortopédica de que no debemos esperar una gran corrección de la deformidad con los sucesivos alargamientos, en especial en los pacientes que han sido retensados en múltiples ocasiones; y que la aplicación de una fuerza excesiva durante el procedimiento de distracción podría llevar a roturas o desanclajes del implante. En segundo lugar, el conocimiento de que los sucesivos retensados van perdiendo eficacia a lo largo del tiempo nos lleva a considerar diferir lo máximo posible el inicio de la instrumentación. Bess et al.¹³ demostraron, revisando pacientes incluidos en la *Growing Spine Study Group* database, que el riesgo de complicaciones del tratamiento con barras de crecimiento disminuía un 13% por cada año más de edad de los pacientes en el momento de comenzar con el tratamiento quirúrgico; y que el riesgo de complicaciones incrementa un 24% por cada procedimiento quirúrgico adicional que se realice. Los resultados del estudio de Bess et al.¹³ junto con los resultados de nuestro estudio, pueden influenciar a los cirujanos a retrasar en el tiempo el inicio del tratamiento con barras de crecimiento lo máximo posible (llegando a un equilibrio entre deformidad y edad, es decir, intentar colocar las barras de crecimiento a la mayor edad posible siempre y cuando la deformidad se mantenga controlada) e incluso a parar tras unos pocos retensados cuando las ganancias son mínimas.

Una posible explicación a la pérdida de eficacia de los sucesivos retensados es el incremento de la rigidez o incluso la autofusión de la columna vertebral inmadura durante el tratamiento con sistemas expansibles. De hecho, es habitual que cuando el cirujano va a realizar la artrodesis vertebral definitiva tras un periodo de barras de crecimiento, observe que el segmento de la columna previamente instrumentado es tremendamente rígido con zonas de fusión vertebral. Aunque se han hecho intentos para evitar la autofusión de la columna, como la colocación de las barras de forma subperióstica evitando hacer disección amplia de la columna, estos no han sido suficientes. Posiblemente, el largo periodo de inmovilización de la columna vertebral en el segmento instrumentado también tenga un papel favorecedor del incremento de la rigidez.

Al igual que en estudios previos, en nuestra serie encontramos que la mejoría de la deformidad se produce fundamentalmente con la cirugía inicial. Después de la implantación de las barras de crecimiento, no se observa un cambio significativo del ángulo de Cobb. Y si analizamos el plano sagital, observamos que con la cirugía primaria se consigue una importante reducción de la cifosis, pero que a lo largo del seguimiento la columna vertebral se va cifosando.

Este estudio presenta una serie de limitaciones: en primer lugar destaca la heterogeneidad de los pacientes (10 casos de escoliosis idiopática, 6 de escoliosis neuromuscular y 4 de escoliosis congénita/toracogénica), pero se trata de una afección poco frecuente, siendo nuestro centro uno de los de mayor experiencia nacional en el tratamiento de este tipo de pacientes. Otra limitación es el carácter retrospectivo del estudio.

Un inconveniente es que para la evaluación de las distancias utilizamos solo la medición directa en la radiografía. Como se ha observado en nuestro estudio, la columna vertebral se va cifosando a lo largo del seguimiento, lo cual produce un error en la medición real de las distancias T1-S1 y T1-T12 (su medición está estandarizada en la radiografía posteroanterior). Posiblemente determinando tales distancias en la radiografía lateral o utilizando pruebas diagnósticas que proporcionen una visión tridimensional este error sea menor.

Como conclusión, podemos decir que el momento en que mejor estará la columna de los pacientes con escoliosis de inicio precoz sometidos a técnicas expandibles es justo tras la cirugía primaria. La principal corrección de los valores angulares de la deformidad, así como el mayor incremento de las dimensiones del tórax y de la columna vertebral se consiguen tras la cirugía primaria. Los sucesivos retensados van perdiendo eficacia a lo largo del tiempo. Comparativamente con los pacientes con fibrosis quística, los pacientes con escoliosis de inicio precoz tienen un menor crecimiento longitudinal del tórax.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes y que todos los pacientes incluidos en el estudio han recibido información suficiente y han dado su consentimiento informado por escrito para participar en dicho estudio.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Akbarnia BA, Marks DS, Boachie-Adjei O, Thompson AG, Asher MA. Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study. *Spine*. 2005;30 Suppl. 17:S46-57.
2. Campbell RM, Smith MD, Mayes TC, Mangos JA, Willey-Courand DB, Kose N, et al. The characteristics of thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg*. 2003;85A:399-408.
3. Dimeglio A. Growth of the spine before age 5 years. *J Pediatr Orthop*. 1993;1:102-7.
4. Johnston CE. Preoperative medical and surgical planning for early onset scoliosis. *Spine*. 2010;35:2239-44.

5. Karol LA. Early definitive spinal fusion in young children. What we have learned. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:1323–9.
6. Akbarnia BA, Marks DS. Instrumentation with limited arthrodesis for the treatment of progressive early-onset scoliosis. *Spine State of the Art Rev.* 2000;14:181–9.
7. Sánchez Pérez-Grueso FJ, García Fernández A, Fernández-Baillo G, de la Sacristana N. Tratamiento de la escoliosis de comienzo precoz grave con corsés en distracción. En: actas del 25 Congreso Nacional de la Sociedad para el Estudio de las Enfermedades del Raquis. Salamanca. 2011; 29.
8. White KK, Song KM, Frost N, Daines BK. VEPTR™ growing rods for early-onset neuromuscular scoliosis. Feasible and effective. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:1335–41.
9. Jones JG, Mills CN, Mogensen MA, Lee CI. Radiation dose from medical imaging: a primer for emergency physicians. *West J Emerg Med.* 2012;13:10.
10. Eisenberg MJ, Afilalo J, Lawler PR, Abrahamowicz M, Richard H, Pilote L. Cancer risk related to low-dose ionizing radiation from cardiac imaging in patients. *CMAJ.* 2011;183:430–6.
11. Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am.* 1962;44:591–610.
12. Thompson GA, Akbarnia BA, Kostial P, Poe-Kochert C, Armstrong DG, Roh J, et al. Comparison of single and dual growing rod techniques followed through definitive surgery: a preliminary study. *Spine.* 2005;30:2039–44.
13. Bess S, Akbarnia BA, Thompson GH, Sponseller PD, Shah SA, El Sebaie H, et al. Complications of growing-rod treatment for early-onset scoliosis. Analysis of one hundred and forty patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:2533–43.