

# Tratamiento quirúrgico de las escoliosis con la prótesis costal vertical expansible de titanio (VEPTR)

Cornelius Wimmer, Peter Wallnoefer y Thomas Pfandlsteiner<sup>a</sup>

Dibujos: Rüdiger Himmelhan

## Resumen

### Objetivo

La instrumentación VEPTR se utilizó inicialmente para el tratamiento del síndrome de insuficiencia torácica (SIT), que combina la fusión de varias costillas (sinostosis) y una escoliosis. Al mismo tiempo se trataron también escoliosis congénitas aisladas con o sin deformidad de los cuerpos vertebrales. El objetivo consistía en ampliar el volumen torácico, restablecer la simetría torácica y mejorar la función pulmonar. La simetría torácica se restablece mediante una modulación del crecimiento (distracción) en el lado cóncavo. Durante el crecimiento de los niños es necesario realizar cada 4-6 meses una expansión en el lado cóncavo mediante una distracción quirúrgica. La instrumentación VEPTR permite continuar el crecimiento al tiempo que corrige la escoliosis.

### Indicaciones

SIT.  
Escoliosis congénita con y sin sinostosis costales.  
Escoliosis de inicio precoz (EIP).  
Escoliosis neurológica.

### Contraindicaciones

Cifosis grave > 70° según Cobb. Alteraciones osteoporóticas de la columna vertebral.  
Niños > 10 años.

### Técnica quirúrgica

Los niños pequeños se colocarán en decúbito lateral o en posición inclinada sobre una mesa de quirófano con bastidor especial. En el caso de una escoliosis torácica congénita se practicará una costotomía. En este caso,

los pacientes se colocarán en decúbito lateral. En las sinostosis costales se realiza una osteotomía. Se efectúa una distracción con el separador laminar y se inserta el implante de titanio expansible «costilla a costilla». Si la curva se prolonga hasta la columna lumbar (CL), se recomienda implantar un híbrido que consiste en un implante lateral del tipo «costilla a costilla» y uno medial «costilla a CL». Dependiendo del crecimiento, será necesario expandir el dispositivo a intervalos de 4-6 meses.

### Tratamiento postoperatorio

Incremento progresivo de la carga en función del dolor durante 1-4 semanas; ejercicios con férula motorizada y en bicicleta ergométrica durante seis semanas para evitar las adherencias intrarticulares.

### Resultados

Entre 2005 y 2009 se intervinieron con la instrumentación VEPTR 39 niños, 24 niñas y 15 niños, con un promedio de edad de 7,5 años (3-13 años). El diagnóstico fue en 16 casos una escoliosis congénita, en once casos una escoliosis neurológica y en doce casos una EIP. Siete de los 39 niños habían sido sometidos a un tratamiento quirúrgico previo. Los valores angulares de las curvas se determinaron según el método de Cobb. Antes de la intervención el ángulo de Cobb medía un promedio de 65° (45-130°), y después de realizar el implante de VEPTR se obtuvo un promedio de 32° (25-75°). En la intervención primaria no surgieron complicaciones intraoperatorias. La intervención duró un promedio de 95 min (65-185 min). Durante la intervención se produjo una pérdida de sangre media de 125 ml (65-180 ml). En 29 de los 39 pacientes se realizaron entre una y nueve

<sup>a</sup>Clínica de Cirugía de la Columna Vertebral y Centro de Escoliosis, Centro de Tratamiento Vogtareuth, Servicio Docente de la Universidad Privada de Medicina Paracelsus, Salzburgo, Austria.

cirugías de expansión. La corrección media lograda de este modo ascendió a 15,7° (19,8%). En tres casos se retiró el implante VEPTR y se efectuó una fusión definitiva una vez concluido el crecimiento. Todos los niños y padres estaban satisfechos con la intervención y la aceptarían de nuevo.

### Notas preliminares

Inicialmente, A. Campel utilizó la instrumentación VEPTR para el tratamiento del síndrome de insuficiencia torácica (SIT) asociado a escoliosis y fusiones costales.

En niños pequeños se consiguió aplicar la instrumentación VEPTR para tratar las escoliosis congénitas modulando el crecimiento vertebral<sup>1,2,11,13</sup>.

En Europa la instrumentación VEPTR se utiliza en el 95% de los casos para la modulación del crecimiento vertebral en escoliosis congénitas, escoliosis de inicio precoz (EIP) y neurológicas. Recientemente se ha comprobado que la instrumentación VEPTR también es adecuada para el tratamiento de escoliosis torácicas rígidas con fusiones costales o deformidades costales graves. Se practica una toracoplastia que se fija con un implante «costilla a costilla».

Con la VEPTR de primera generación sólo se podía fijar originalmente una costilla en el extremo superior y otra en el extremo inferior de la instrumentación. Con la VEPTR de segunda generación pueden acoplarse e instrumentarse varias costillas. Existe un conector lateral con el que puede fijarse la barra mediante dos grapas costales en la misma costilla. De esta forma se reduce el riesgo de desgarro de los ganchos costales.

### Palabras clave

VEPTR. Escoliosis congénita. Escoliosis neurológica. EIP. Modulación del crecimiento vertebral. Síndrome de insuficiencia torácica.

*Operat Orthop Traumatol* 2010;22:123-36

La corrección de la escoliosis no se efectúa instrumentando las vértebras individuales sino a través de la parrilla costal. No se requiere una preparación directa de la columna dorsal (CD), de modo que tampoco se pueden generar fusiones, como en los sistemas de barras expansibles convencionales. En las curvas toracolumbares se emplea una técnica híbrida. En la columna lumbar (CL) se colocan un gancho laminar o al menos dos tornillos pediculares como anclaje caudal para el distractor costal. La expansión se realiza cada 4-6 meses, lo que supone una molestia para los niños. En la actualidad se está intentando desarrollar una técnica que permita realizar una expansión cerrada con un imán, aunque por el momento sólo existen estudios en animales.

Una gran ventaja frente a otros procedimientos de modulación del crecimiento vertebral reside en la movilización sin corsé. En conjunto, conlleva unas molestias intraoperatorias reducidas para los niños, que a menudo presentan discapacidades múltiples. Así, normalmente no es necesario el ingreso en la unidad de cuidados intensivos. No obstante, este método debería aplicarse únicamente en las clínicas que dispongan de una unidad de cuidados intensivos pediátricos.

### Principios quirúrgicos y objetivos

Costotomía en el lado cóncavo. Liberación de las sinostosis costales. Distracción de las costillas y colocación de un distractor costal. En el caso de una curva torácica pura se coloca un implante «costilla a costilla». Si la curva se extiende hasta la CL, se utilizará un híbrido compuesto por un implante «costilla a costilla» y uno «costilla a CL». Puede usarse un gancho laminar o un tornillo pedicular. La corrección del tórax produce una corrección indirecta de la columna vertebral. El

sistema deberá reajustarse cada 4-6 meses, dependiendo del crecimiento.

Con el implante VEPTR es posible aumentar el volumen pulmonar y, por otra parte, restablecer la simetría torácica<sup>3</sup>. De este modo también mejora la función pulmonar. La modulación del crecimiento vertebral permite acelerar el crecimiento en el lado cóncavo.

Los resultados mencionados sólo pueden lograrse durante la fase de crecimiento del niño<sup>5</sup>.

### Ventajas

- Aumento del volumen pulmonar<sup>3,8</sup>.
- Mejora de la simetría torácica<sup>5</sup>.
- Mejora de la función pulmonar<sup>5</sup>.
- Corrección de la protrusión del hemitórax<sup>8</sup>.
- El crecimiento no se detiene<sup>3,5,8</sup>.
- Mejora de la oblicuidad pélvica<sup>5,8</sup>.
- La colocación del implante puede combinarse con técnicas mínimamente invasivas.
  - La irritación de los tejidos blandos es escasa.
  - Permite combinaciones con procedimientos correctores, implantes e intervenciones, realizados directamente en la columna vertebral.
    - La pérdida de sangre durante la intervención es significativamente menor que en los procedimientos abiertos realizados directamente en la columna vertebral.
      - Tratamiento postoperatorio sin corsé.

### Desventajas

- Disminución de la movilidad costal.
- Es necesario reajustar el sistema cada 4-6 meses.

### Indicaciones

- SIT<sup>4,9,14</sup>.
- Escoliosis congénita, torácica, toracolumbar con y sin sinostosis costales<sup>2,6,7</sup>.
- EIP (fig. 1)<sup>14</sup>.
- Escoliosis neurológicas<sup>14</sup>.

### Contraindicaciones

- HiperCIFosis > 70° según Cobb.
- Osteoporosis con una puntuación T < -2,3.
- Edad > 10 años<sup>5</sup>.

### Información para el paciente

- Riesgos normalmente asociados a una intervención quirúrgica.
  - Posición incorrecta de los ganchos o tornillos.
  - Riesgo neurológico asociado a la corrección de la curva.
  - Fracturas costales.
  - Rotura del material.
  - Aflojamiento de los implantes.
  - Problemas de cicatrización.
  - Desarrollo de un seroma crónico sobre las partes prominentes del implante.
  - Movilidad limitada en el segmento de movimiento estabilizado de la columna vertebral.
  - En raras ocasiones se requiere una inmovilización postoperatoria transitoria con corsé.



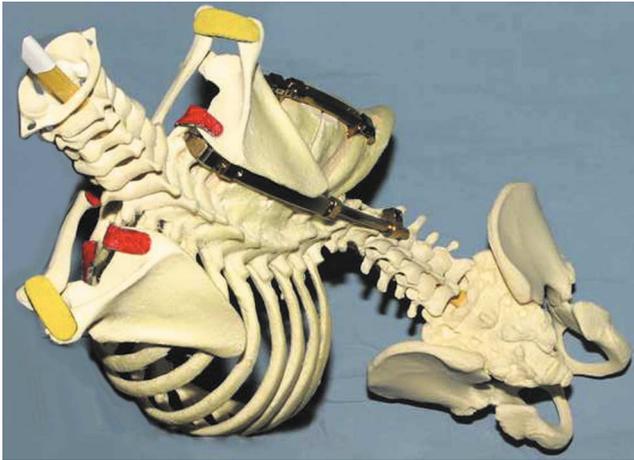
**Figura 1**  
Imagen clínica de una niña de 3 años de edad con una EIP torácica de 86° según Cobb.

### Preparación de la intervención

- Examen neurológico.
- Radiografía de la columna vertebral completa en proyección anteroposterior y lateral, con inclinación derecha/izquierda.
  - Tomografía computarizada (TC).
  - Resonancia magnética de la columna vertebral.
  - Examen cardiológico.
  - Electrocardiograma, prueba de la función pulmonar.
  - Monitorización de la médula espinal.
  - Arco en C para el control radioscópico de la posición de las costillas, los ganchos, los ganchos laminares y los tornillos de la instrumentación USS de bajo perfil.
    - Tubo endotraqueal de doble luz.

### Instrumental e implantes

- Aspirador quirúrgico con tubo fino, electrocauterio bipolar.
- Implante VEPTR (Synthes, instrumentos originales e implantes de la Asociación para el Estudio de la Osteosíntesis – AO/ASIF, Eimattstrasse 3, 4436 Oberdorf, Suiza; fig. 2).
  - Pinzas de distracción, pinzas de compresión y pinzas de sujeción para barras, para la inserción y extensión de la barra o del implante expansible «costilla a costilla».



**Figura 2**  
Representación de los implantes «costilla a costilla» y «costilla a CL» en un modelo.

- Monitorización neurológica.
- Drenaje de Bülow.

### Anestesia y posición del paciente

- Anestesia general en decúbito lateral mediante la técnica de intubación habitual.
- El paciente se coloca en decúbito prono o lateral sobre una almohadilla de apoyo (fig. 3). Posición en decúbi-



**Figura 3**  
El paciente se coloca en decúbito prono o lateral sobre una almohadilla de apoyo.

to lateral si está prevista una costotomía; en decúbito prono si se moviliza la musculatura intercostal o se usa la instrumentación híbrida.

- Arco en C para el control radioscópico del implante introducido.
- Deberá ser posible realizar radiografías en proyección anteroposterior y lateral.

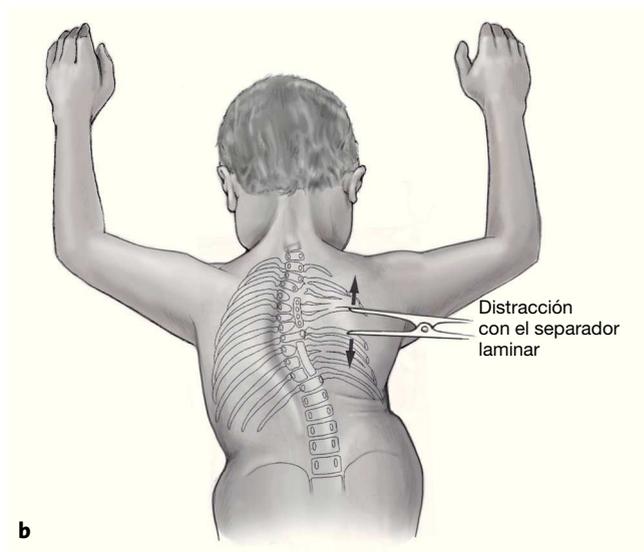
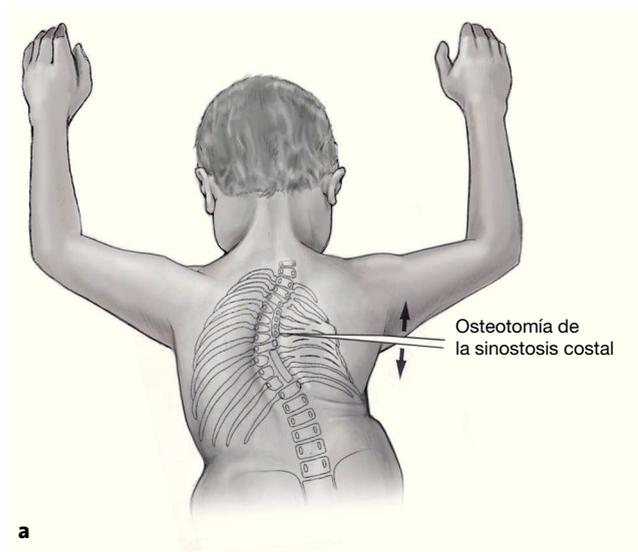
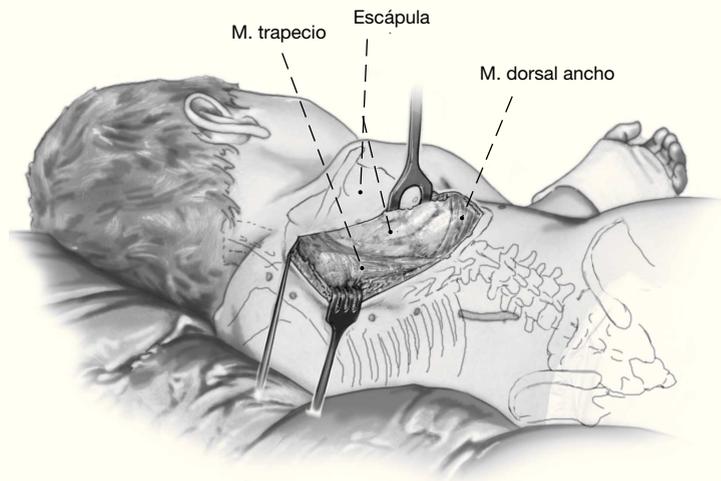
## Técnica quirúrgica

Figuras 4 a 21

### Escoliosis torácicas congénitas con sinostosis costales

**Figura 4**

Para la toracotomía se practica una incisión arqueada desde el lado dorsolateral. El paciente se coloca en decúbito lateral. Las capas musculares se seccionan secuencialmente hasta exponer las costillas. Debe tenerse cuidado de no preparar la CD y a no ejercer tracción sobre el plexo braquial durante la movilización del hombro. Conviene que los niños sean intervenidos siempre bajo monitorización neurológica.

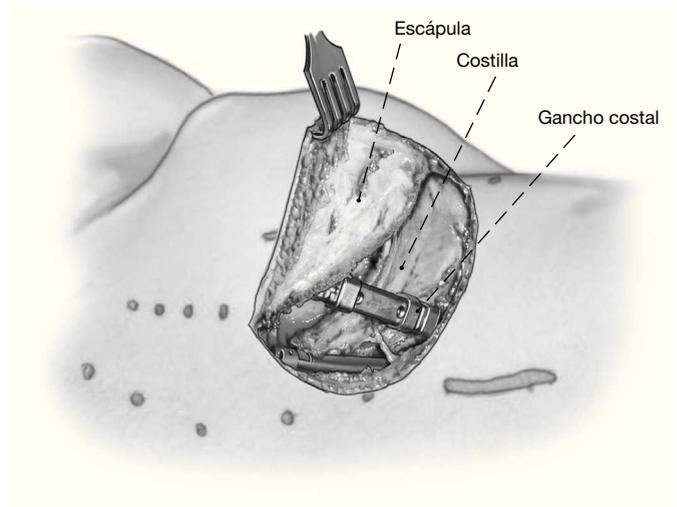


**Figuras 5a y 5b**

Exposición de la sinostosis costal (a) y osteotomía de la sinostosis costal con el osteótomo. El sitio de la osteotomía se distrae progresivamente con el separador laminar (b). Debe prestarse atención a desprender las adherencias costales de la pleura con un porta-algodón para que no se produzcan lesiones en la zona del pulmón.

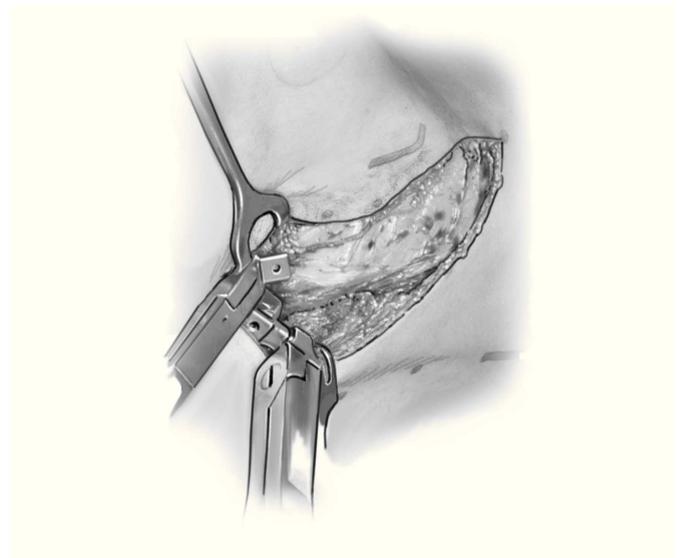
**Figura 6**

El gancho costal consta de tres piezas individuales y se ensambla desde el lado proximal hacia el distal. Para acceder debajo de la costilla se usa un periostótomo para costillas.



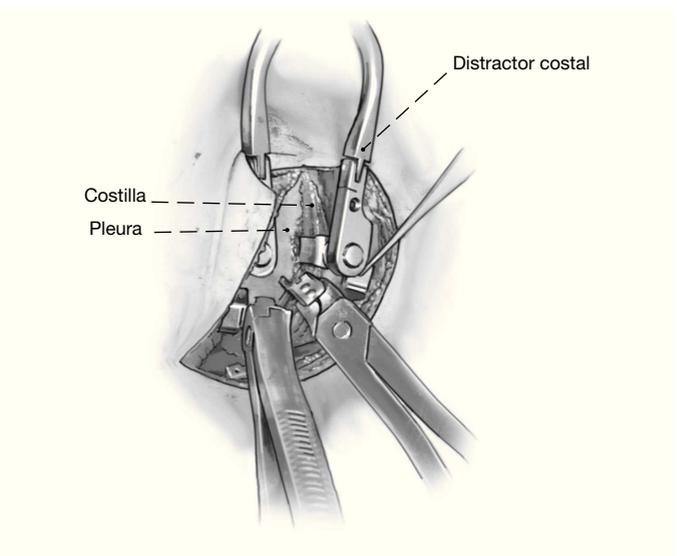
**Figura 7**

Se coloca un implante «costilla a costilla» expansible, tensado previamente, para mantener la corrección. Si se trata de una escoliosis torácica pura, inicialmente se intenta insertar sólo un dispositivo de este tipo.



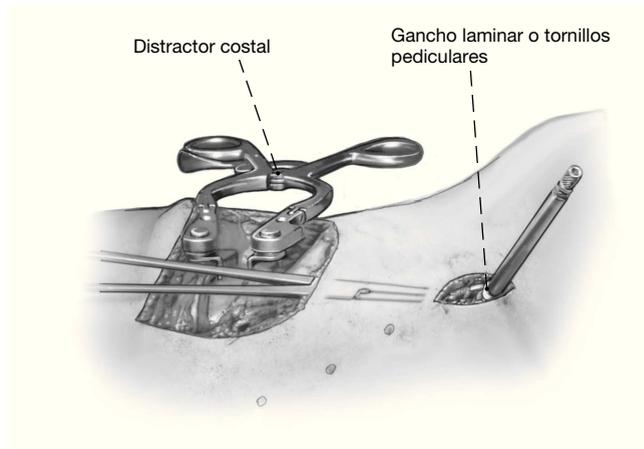
**Figura 8**

Los ganchos costales proximal y distal se unen mediante la varilla y se fijan con dos grapas. Las muescas incorporadas permiten ajustar la distancia de distracción. Escoliosis toracolumbar congénita<sup>9</sup>: si la curva llega hasta la CL, se utiliza un híbrido, es decir, se coloca un implante «costilla a CL» como se ha descrito anteriormente.



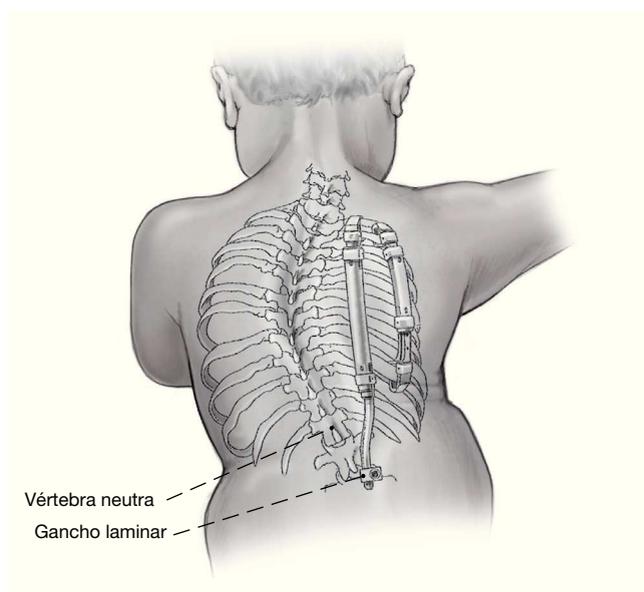
**Figura 9**

Se requiere una incisión adicional para poder introducir el gancho laminar. También pueden usarse tornillos pediculares, dos como mínimo, puesto que de lo contrario puede producirse un aflojamiento. Cuando se usan ganchos laminares se recomienda colocar uno desde el lado craneal y el otro desde el lado caudal (fig. 25c).



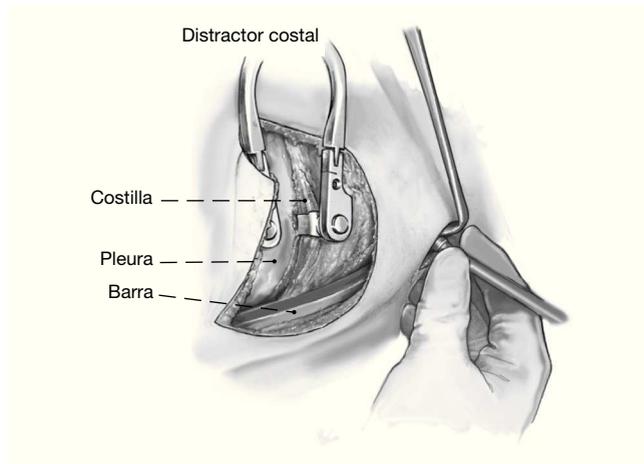
**Figura 10**

El gancho laminar deberá colocarse en la zona de la vértebra neutra. Se recomienda no usar el gancho laminar original del juego VEPTR, sino el gancho laminar de la instrumentación USS paediatric o USS de bajo perfil, puesto que sobresale menos.



**Figura 11**

La barra se introduce por vía percutánea desde el lado proximal en dirección distal y se une con la grapa costal.



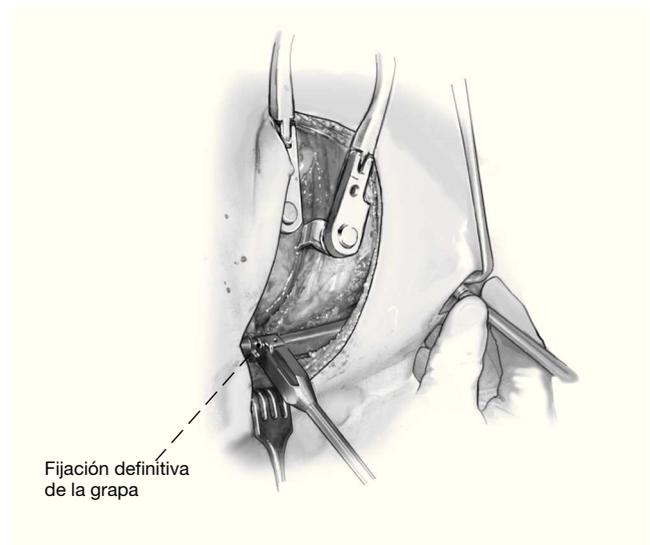
**Figura 12**

La barra se fija al gancho laminar utilizando el manguito de sujeción.



**Figura 13**

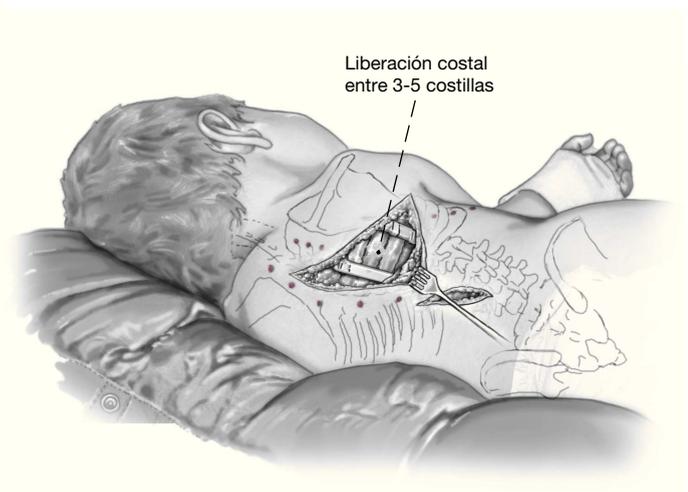
Se lleva a cabo la corrección con la pinza de distracción. La corrección se fija en la posición definitiva con la grapa.



### EIP, escoliosis neurológicas torácicas/ toracolumbares<sup>13</sup>

**Figura 14**

Se usa un híbrido como el descrito anteriormente pero no se efectúa una toracotomía, sino una liberación costal entre al menos 3-5 costillas, entallando la musculatura intercostal en dirección transversal a la fibra. Las costillas se distraen con el distractor para osteotomía.



## Escoliosis neurológica con oblicuidad pélvica<sup>10</sup>

**Figura 15**

Es necesario colocar la instrumentación desde la costilla, generalmente la séptima o la octava, hasta la pelvis. Ha de procurarse que el recorrido no sea demasiado largo para que el paciente pueda flexionar aún la CD. Si esto no es posible, el paciente perderá la autonomía (para los pacientes es importante que más adelante puedan realizar el autosondaje vesical). Se practica una incisión central en la CD superior a lo largo de la línea de las apófisis espinosas y se procede como en la colocación de los implantes costales.



**Figura 16**

Se practica una incisión paravertebral y se exponen la cresta iliaca y las porciones ventral y dorsal del hueso iliaco. La grapa pélvica se dobla adecuadamente, se coloca sobre la cresta iliaca y se une mediante un conector para barras.



**Figura 17**

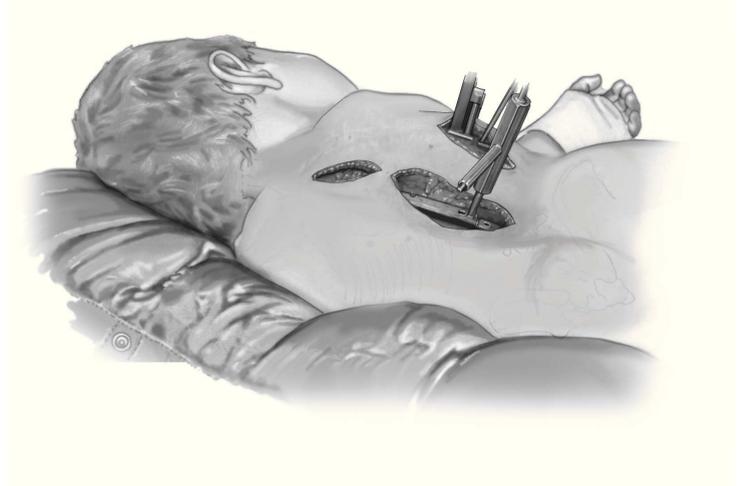
En el lado cóncavo se realiza la distracción, y en el lado convexo se mantiene el implante bajo compresión.



## Expansión durante la fase de crecimiento

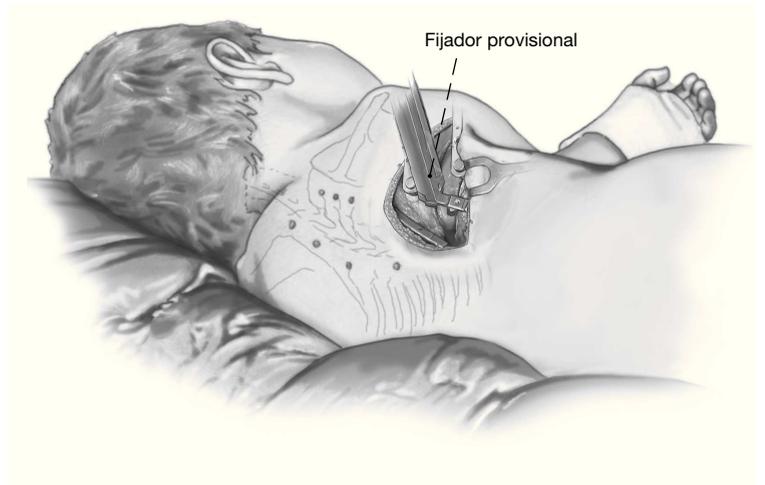
### Figura 18

Durante la fase de crecimiento deberá realizarse una expansión cada 4-6 meses, eligiéndose el momento idóneo en función del crecimiento. Se incide en la cicatriz antigua, en la zona de la grapa, para exponerla.



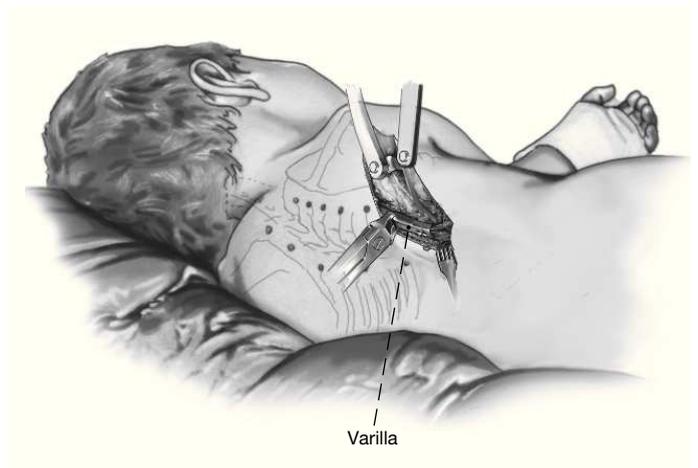
### Figura 19

Una vez retirada la grapa dorada se efectúa una ligera distracción con las pinzas de distracción y se sujeta con un fijador provisional. Se procede de forma análoga con el implante colocado paralelamente. La corrección y la posición del gancho se comprueban mediante el intensificador de imagen. Si la distracción es suficiente, la corrección se fija con la grapa dorada.



### Figura 20

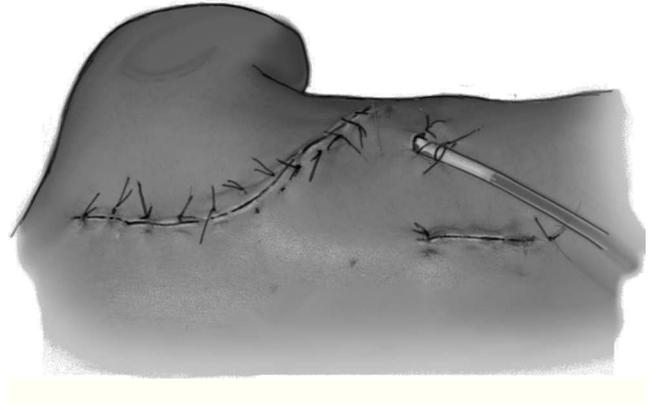
Cuando el paciente ha crecido hasta el punto en que ya no es posible expandir más el sistema, deberá reemplazarse la varilla. Una vez retiradas las grapas, la varilla que se ha quedado corta se desmonta y se sustituye por una más larga.



**Figura 21**

**Cierre de la herida.**

Si por la expansión se ha producido una lesión pulmonar, se colocará una malla de Goretex o una pleura artificial. Tras colocar un drenaje torácico se realiza el cierre de los diferentes grupos de músculos por capas. Se recomienda suturar la piel de forma intracutánea con material de sutura absorbible o con una sutura de punto atrás para evitar la retirada de los puntos en niños pequeños. La mayoría de los niños pasarán primero a la sala de reanimación y serán trasladados el mismo día a su habitación. Los niños con discapacidades múltiples o con una cardiopatía asociada permanecerán en observación durante 24 h en la unidad de cuidados intensivos.



**Tratamiento postoperatorio**

- En el caso de usar la instrumentación híbrida con inclusión de la CL puede procederse a una movilización sin corsé.
- Si se trata de un implante costal unilateral y se presenta dolor, puede prescribirse ocasionalmente una faja costal durante seis semanas. La faja costal se usa en el tratamiento de fracturas de costillas. Sirve para inmovilizar las costillas instrumentadas.
- Si la instrumentación se extiende caudalmente hasta la pelvis, resulta conveniente proceder a una inmovilización temporal con una ortesis blanda.
- Debido al crecimiento se recomienda realizar una expansión cada 4-6 meses. El momento de realizar la expansión depende del crecimiento de los pacientes. Se practica una pequeña incisión en la zona de la cicatriz antigua y se presenta, afloja y reajusta la grapa costal con una pinza de distracción, desplazándola uno o dos agujeros. Tras la corrección de una curva congénita rígida cabe esperar un crecimiento anual de 0,8 cm. Cuando se realiza una expansión torácica, el crecimiento es de 0,7 cm al año.

**Errores, riesgos y complicaciones**

- Desgarro del gancho costal proximal (sobre todo cuando se realiza una distracción demasiado intensa durante la expansión o cuando la costilla es osteopénica):

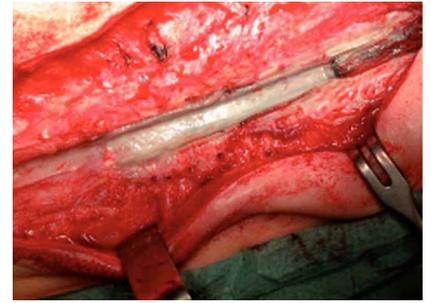
salvo en el caso de la segunda costilla, deberá desplazarse la instrumentación a la costilla inmediatamente superior. Con la VEPTR de segunda generación pueden instrumentarse de dos a tres costillas consecutivas con un gancho costal, de manera que el riesgo de desgarro es notablemente menor.

- Desgarro del gancho costal proximal en caso de cifosis en la zona de la distracción: en estos casos se recomienda una nueva instrumentación; en caso necesario, la barra tendrá que colocarse ventralmente a la costilla.
- Problemas cutáneos con posible retraso de la cicatrización o dehiscencia (fig. 22): están relacionados con las VEPTR de primera generación, que son muy prominentes y causan complicaciones reiteradas en niños caquécticos. En casos extremos deberá retirarse el implante. Con los implantes de nueva generación se ha reducido este problema.
- Infecciones superficiales: se recomienda realizar un frotis de la herida y administrar la antibioterapia adecuada según el antibiograma. Si no se detectan gérmenes, se administrará una cefalosporina de segunda generación.
- Si se usan tornillos pediculares deberán colocarse al menos dos tornillos por lado, puesto que de lo contrario éstos podrían aflojarse. Puede aparecer una metalosis en la zona de las varillas a causa de los micromovimientos. No observamos complicaciones de aflojamiento aséptico ni la formación de fístulas (fig. 23).

**Figura 22**  
Imagen clínica de una dehiscencia de la herida en el gancho costal distal. El gancho ha perforado la piel.



**Figura 23**  
Metalosis tras la retirada de la varilla en una cirugía de sustitución sin consecuencias clínicas.

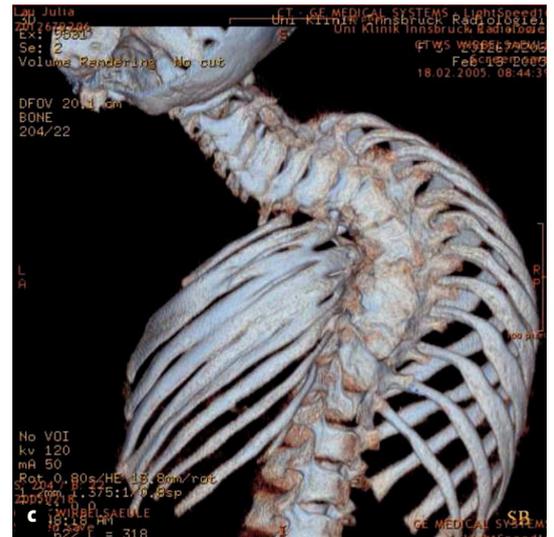


### Resultados

Entre 2005 y 2009 intervinimos a 39 niños con la instrumentación VEPTR. La edad promedio de las 24 niñas y de los 15 niños era de 7,5 años (3-13 años).

La indicación para la intervención fue en 16 casos una escoliosis congénita (figs. 24a-24c), en once casos una escoliosis neurológica y en doce casos una EIP. Las curvas se determinaron según Cobb. El ángulo de Cobb antes de

la intervención medía un promedio de 65° (45-130°), y después de la intervención, un promedio de 32° (25-75°). En 18 pacientes tratamos una escoliosis torácica, en 18 pacientes una toracolumbar y en tres pacientes una lumbar (mielomeningocele). En 18 casos se utilizó un implante «costilla a costilla», en cinco casos un sistema de barra doble hasta la pelvis y en 18 casos un sistema híbrido (figs. 25 y 26).

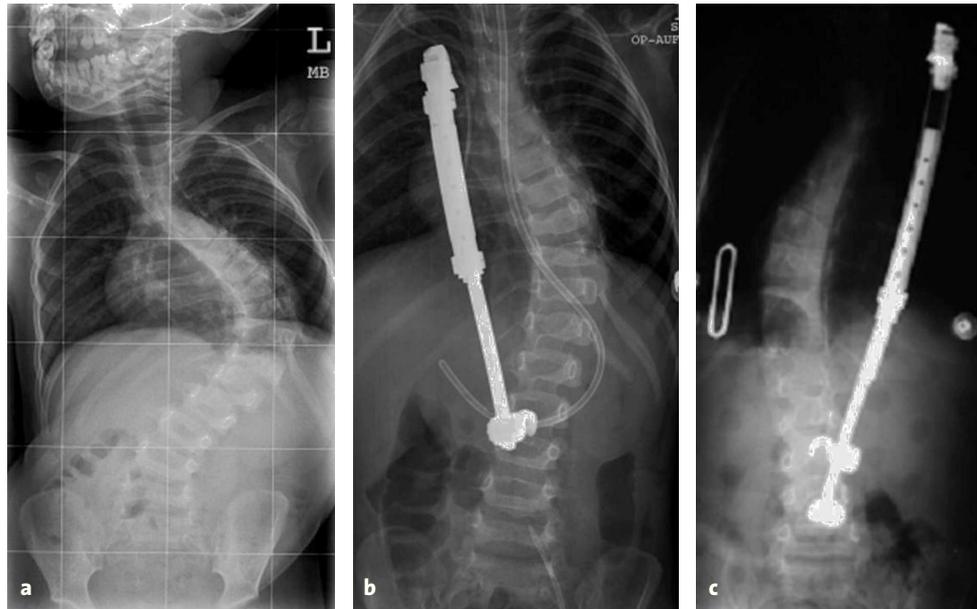


**Figuras 24a a 24c**

- Radiografía anteroposterior preoperatoria de una escoliosis congénita grave con sinostosis costales, hemivértabras, barra vertebral no segmentada y vértebra en mariposa.
- Radiografía lateral preoperatoria.
- TC tridimensional con reconstrucción. En los casos de deformidades graves puede resultar útil para la planificación de la intervención un modelo confeccionado a partir de estos datos.

**Figuras 25a a 25c**

a) Radiografía preoperatoria en proyección anteroposterior de una EIP con un ángulo de Cobb de 86°.  
 b) Radiografía postoperatoria de una instrumentación «costilla a CL» realizada en una escoliosis toracolumbar progresiva.  
 c) Radiografía postoperatoria en proyección anteroposterior después de 5 años. La curva se mantiene flexible y con buena corrección.



Realizamos un total de 39 implantes primarios, 102 cirugías de expansión y 24 sustituciones de implante. Estas últimas fueron necesarias debido a la aparición de curvas compensatorias o porque los implantes se habían quedado pequeños como consecuencia del crecimiento. Cada niño fue intervenido entre una y nueve veces (figs. 25a a 25c).

En tres casos realizamos una artrodesis definitiva. El implante VEPTR se retiró y se sustituyó por un sistema de barra y tornillos pediculares.

**Diseño del estudio**

Este estudio prospectivo, abierto, no controlado y monocéntrico tenía como objeto analizar la instrumentación VEPTR. En este trabajo presentamos únicamente los resultados preliminares. Las revisiones se efectuaron cada tres meses. El periodo de seguimiento medio fue de 34 meses (2-60 meses).

Con el implante primario se logró una corrección media del 32% (9-65%). No surgieron complicaciones intraoperatorias durante la intervención primaria. La intervención duró un promedio de 95 min (65-185 min) y en ella se produjo una pérdida media de sangre de 125 ml (65-180 ml).

Se instrumentaron un promedio de 9,5 segmentos (5-12 segmentos). La costilla superior más craneal estaba a la altura de Th2, la vértebra lumbar más caudal a la altura de L4, y en cinco casos se implantó una barra doble hasta la pelvis.

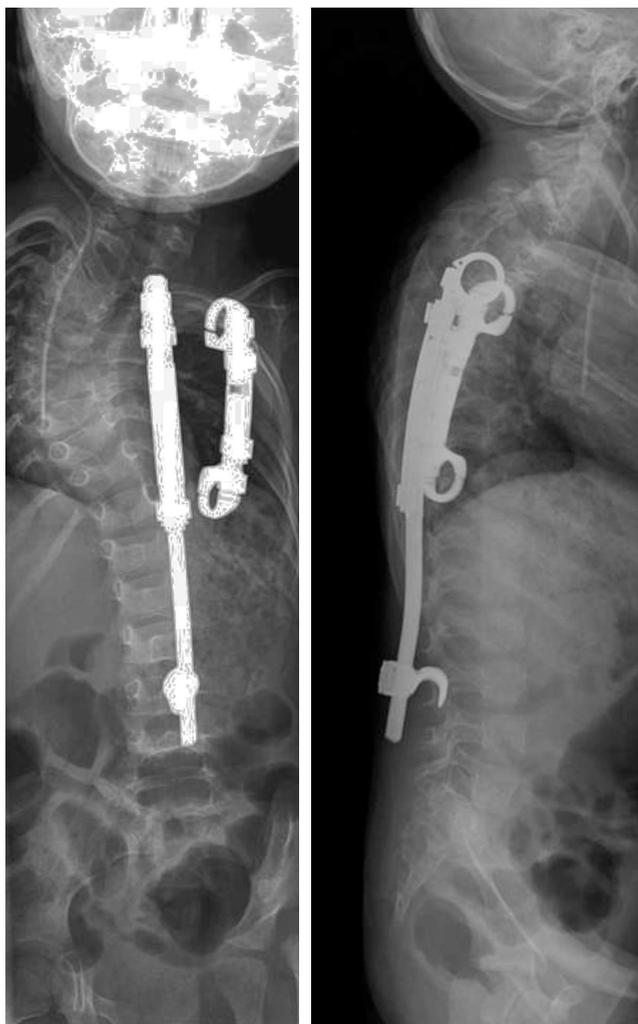
Los pacientes se sometieron a un total de 126 operaciones de expansión (1-9 por niño), lográndose una corrección media de 15,7° (19,8%). La corrección de la asimetría del hombro ascendió a 8,5° (4-12°) y la de la oblicuidad pélvica a 12,4° (5-17°), partiendo siempre del ángulo preoperatorio.

**Complicaciones**

En siete casos se produjo un desgarro del gancho después de expandir el sistema. En tres pacientes se formó un seroma crónico, un niño sufrió un trastorno de la cicatrización, uno padeció una neumonía y otro una dehiscencia de la herida. En un caso hubo que retirar parcialmente el implante. En total fueron necesarias siete cirugías de revisión, que concluyeron con una recolocación del gancho, una retirada parcial del implante o una extensión hasta la CL. La tasa de complicaciones se situó en el 9% (14/165 intervenciones).

Todos los niños y padres estuvieron satisfechos con la intervención y la aceptarían de nuevo. En un 85% de los casos los padres calificaron los resultados de excelentes y en un 15% de muy buenos. En ningún caso después de la intervención se registró un empeoramiento con respecto al estado preoperatorio.

Si se comparan los resultados con otros trabajos publicados hasta el momento, no se observa ninguna diferencia en relación con la corrección o la pérdida de corrección. Se indica una corrección del 29-40%.



**Figuras 26a y 26b**

- a) Radiografía postoperatoria en proyección anteroposterior después de corregir una escoliosis congénita mediante la técnica híbrida.  
 b) Radiografía lateral postoperatoria.

La tasa de complicaciones es ligeramente menor, puesto que los niños fueron tratados temporalmente con un vendaje costal o una ortesis. En caso de presentarse dolor en las primeras semanas se inmoviliza el torso con una ortesis y se limita la movilidad de los niños. De este modo, se reduce la carga de los implantes sobre la costilla. El riesgo de desgarro también disminuye notablemente. En la bibliografía se encuentran tasas de complicaciones del 10-36%<sup>1-3,9-14</sup>.

## Bibliografía

1. Betz RR, Mulcahey MJ, Ramirez N. Mortality and life-threatening events after vertical expandable prosthetic titanium rib surgery in children with hypoplastic chest wall deformity. *J Pediatr Orthop* 2008;28:850-3.
2. Campbell MR Jr, Adcox BM, Smith MD. The effect of mid-thoracic VEPTR opening wedge thoracostomy on cervical tilt associated with congenital thoracic scoliosis in patients with thoracic insufficiency syndrome. *Spine* 2007;32:2171-7.
3. Emans JB, Caubet JF, Ordonez CL. The treatment of spine and chest wall deformities with fused ribs by expansion thoracostomy and insertion of vertical expandable prosthetic titanium rib: growth of thoracic spine and improvement of lung volumes. *Spine* 2005;30:Suppl:S58-68.
4. Hell AK, Hefti F, Campbell RM Jr. Treatment of congenital scoliosis with the vertical expandable prosthetic titanium rib implant. *Orthopäde* 2004;33:911-8.
5. Mayer OH, Redding G. Early changes in pulmonary function after vertical expandable prosthetic titanium rib insertion in children with thoracic insufficiency syndrome. *J Pediatr Orthop* 2009;29:35-8.
6. Motoyama EK, Yang CI, Deeney VF. Thoracic malformation with early-onset scoliosis: effect of serial VEPTR expansion thoracoplasty on lung growth and function in children. *Paediatr Respir Rev* 2009;10:12-7.
7. Nassr A, Larson AN, Crane B. Iatrogenic thoracic outlet syndrome secondary to vertical expandable prosthetic titanium rib expansion thoracoplasty: pathogenesis and strategies for prevention/treatment. *J Pediatr Orthop* 2009;29:31-4.
8. Redding G, Song K, Inscore S. Lung function asymmetry in children with congenital and infantile scoliosis. *Spine J* 2008;8:639-44.
9. Samdani AF, Hilaire TS, Emans JB. The usefulness of VEPTR in the older child with complex spine and chest deformity. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468:700-4.
10. Samdani AF, Ranade A, Dolch HJ. Bilateral use of the VEPTR attached to the pelvis: a novel treatment for scoliosis in the growing spine. *J Neurosurg Spine* 2009;10:287-92.
11. VEPTR: indications, techniques and management review. *Surg Technol Int* 2009;18:223-9.
12. Vitale MG, Matsumoto H, Roye DP Jr. Health-related quality of life in children with thoracic insufficiency syndrome. *J Pediatr Orthop* 2008;28:239-43.
13. Wimmer C, Wallnöfer P, Pfandlsteiner T. VEPTR 4 years follow up in the treatment of severe spinal deformities. *Euro Spine J* 2009;18:Suppl 4:424.
14. Zazycki D, Tesiorowski M, Potaczek T. Use of VEPTR device in the treatment of congenital spine and thorax deformities. *Przegl Lek* 2008;65:329-3.

## Correspondencia

Prof. Dr. Cornelius Wimmer  
 Clínica de Cirugía de la Columna Vertebral y Centro de Escoliosis  
 Krankenhausstrasse 20  
 83569 Vogtareuth (Alemania)  
 Tel.: +49/8038 90-1529; fax: -3511  
 Correo electrónico: profwimmer@t-online.de