

Tratamiento quirúrgico de la escoliosis de inicio precoz con la instrumentación StarLock

Peter Wallnoefer, Thomas Pfandlsteiner y Cornelius Wimmer^a

Dibujos: Jörg Kühn

Resumen

Objetivo

La instrumentación StarLock en las escoliosis de la primera infancia impide el progreso de la curva de la columna vertebral y permite un crecimiento corrector. Mediante conectores paralelos se atornillan dos barras uni o bilaterales, ancladas a la columna en los extremos proximal y distal con tornillos pediculares. El crecimiento corrector de la columna se logra reajustando el sistema una o dos veces al año.

Indicaciones

- Escoliosis congénita.
- Escoliosis idiopática de inicio precoz.
- Escoliosis neurológica de inicio precoz.

Contraindicaciones

- Osteoporosis.
- Artrogriposis.
- Hipercifosis.

Técnica quirúrgica

Bajo control con el intensificador de imagen en proyección anteroposterior y lateral se colocan tornillos pediculares en los cuerpos vertebrales previamente determinados en los extremos proximal y distal de la curva. Las barras pueden anclarse en los tornillos pediculares con la ayuda de diferentes mordazas y atornillarse entre sí mediante conectores paralelos. Durante los reajustes, que deben efectuarse una o dos veces al año, se realiza una distracción de las barras a través de un pequeño abordaje sobre los conectores paralelos, lográndose así el crecimiento corrector de la columna vertebral.

Tratamiento postoperatorio

La movilización de los niños comienza a partir del primer día postoperatorio con un corsé confeccionado a medida a partir de un molde en yeso, que deberá llevarse durante 6 meses. Para permitir que continúe el crecimiento

corrector de la columna vertebral, la instrumentación deberá reajustarse una o dos veces al año.

Resultados

Entre marzo de 2003 y octubre de 2005 se intervinieron con el implante StarLock un total de 14 niños que padecían una escoliosis de la primera infancia. En cinco niños se realizó una instrumentación corta (3-5 segmentos) y en nueve una larga (6-12 segmentos). La edad media en el momento de implantar la instrumentación StarLock era de 3,5 años (1-7 años). Se trataba de diez niñas y cuatro niños. Los reajustes se llevaron a cabo entre una y dos veces al año.

Antes de la intervención la curva de la columna vertebral medía 65° (42-80°) según Cobb en la zona torácica y 22° (18-55°) en la zona lumbar. En la primera intervención, las escoliosis se redujeron en la zona torácica a 26,5° (18-45°) y en la lumbar a 15° (10-32°). Los reajustes (únicamente en los implantes largos) se realizaron cada 6,8 meses (5-9 meses), lográndose una corrección media de 8° (4-15°) en cada caso.

Con los implantes cortos no surgieron complicaciones y con los largos se registraron tres roturas de tornillos y dos roturas de barras. En ninguno de los niños se presentaron infecciones o lesiones neurológicas. En una ocasión se desarrolló un seroma. En un caso fue necesario sustituir la instrumentación y en otro hubo que ampliar el segmento instrumentado. El periodo de seguimiento ascendió a 4,5 años (3-6 años).

Palabras clave

Modulación del crecimiento vertebral. Escoliosis de inicio precoz (escoliosis de la primera infancia). Escoliosis idiopática. Escoliosis neurológica. Escoliosis congénita.

Operat Orthop Traumatol 2010;22:137-48

^aClínica de Cirugía de la Columna Vertebral y Centro de Escoliosis, Vogtareuth, Alemania.

Notas preliminares

La progresión de la curva de la columna vertebral constituye un problema principal en las escoliosis de inicio precoz. El tratamiento conservador con corsé y fisioterapia no ha dado resultados satisfactorios, puesto que no consigue evitar el aumento de la curva de la columna vertebral. El resultado puede ser un desarrollo insuficiente de los órganos internos con consecuencias dramáticas^{5,8}.

Los implantes más antiguos, como la instrumentación de Luque, Harrington e Isola, proporcionaban una buena corrección, pero impedían el crecimiento de la columna vertebral. Para resolver este problema se han desarrollado en los últimos años varios sistemas que modulan o dirigen el crecimiento vertebral.

La instrumentación StarLock es adecuada para los niños que todavía son demasiado pequeños para el sistema

USS-paediatric y la instrumentación VEPTR (prótesis costal vertical expansible de titanio). Mediante el implante uni o bilateral de dos barras que se fijan a la columna vertebral en los extremos proximal y distal con tornillos pediculares y están atornilladas con conectores paralelos puede lograrse un crecimiento corrector de la columna vertebral, reajustando el sistema una o dos veces al año⁶. A partir del primer día postoperatorio se procede a la movilización con un corsé confeccionado a medida a partir de un molde en yeso, que deberá llevarse durante seis meses. Cuando la indicación es correcta, la instrumentación StarLock es un procedimiento quirúrgico seguro y eficaz. Los resultados son comparables a los de otros procedimientos moduladores del crecimiento vertebral, por ejemplo la instrumentación VEPTR y el sistema USS-paediatric^{2,13}.

Principios quirúrgicos y objetivos

Se determinan las vértebras proximal y distal que se van a instrumentar y se implantan tornillos pediculares. Sobre ellos se fijan dos barras, que se conectan entre sí a través de dos conectores paralelos. Desplazando estas dos barras longitudinalmente entre sí se realiza una distracción que corrige la curva de la co-

lumna vertebral. Con uno o dos reajustes se puede garantizar un crecimiento corrector de la columna vertebral y lograr asimismo un desarrollo mejor o incluso normal de los órganos internos⁹. La técnica quirúrgica puede aplicarse a todas las formas evolutivas de la escoliosis.

Ventajas

- Crecimiento modulado de la columna vertebral.
- La poliaxialidad simplifica la instrumentación, especialmente con implantes largos.
- Mejora el desarrollo del tórax y la evolución del crecimiento de la columna vertebral y, en consecuencia, también mejoran las funciones cardíaca y pulmonar.
- Un anillo giratorio permite colocar los tornillos con ángulos libres de $\pm 25^\circ$.
- Las mordazas acodadas facilitan el ajuste en condiciones anatómicas complejas.
- Los diferentes desplazamientos laterales de las mordazas facilitan la instrumentación con grandes distancias mediolaterales.

Desventajas

- Se requieren entre una y dos cirugías (reajustes) anuales.
- El implante de los tornillos pediculares resulta localmente difícil por las características anatómicas (sobre todo en la zona torácica superior).
- La corrección está limitada debido a que la fuerza se transmite sobre pocos puntos de fijación, lo que implica un mayor riesgo de rotura de los tornillos o de las barras.

Indicaciones

- Escoliosis de inicio precoz:
 - Idiopáticas.

- Congénitas.
- Neurológicas.

Contraindicaciones

- Osteoporosis.
- Artrogriposis.
- Hipercifosis graves.

Información para el paciente

- Riesgos normales de una intervención quirúrgica.
- Lesiones neurológicas como consecuencia de una posición incorrecta de los tornillos.
- Fractura del pedículo.
- Rotura de los tornillos.
- Rotura de las barras.
- Aflojamiento de los tornillos.
- Movilidad reducida de la columna vertebral.
- Tratamiento postoperatorio con corsé.
- Se requieren reajustes periódicos.
- Puede ocurrir una pérdida de corrección y el progreso de la curva.
- Una vez concluido el crecimiento corporal, será necesaria una instrumentación estabilizadora definitiva.

Preparación de la intervención

- Examen clínico ortopédico.
- Examen neurológico.
- Examen físico (corazón, pulmón).
- Radiografías de la columna vertebral completa en dos planos.
- Radiografías de la columna vertebral en inclinación, excepcionalmente radiografías bajo tracción.
- Dado el caso, resonancia magnética y/o tomografía computarizada.
- Control radioscópico intraoperatorio de la posición de los tornillos en proyección anteroposterior y lateral.
- Control intraoperatorio mediante monitorización neurológica (potenciales evocados somatosensoriales y motores).
- En las escoliosis neurológicas se realizará complementariamente una determinación neuropediátrica de la enfermedad de base.

Instrumental e implantes

- Instrumentación StarLock y juego de implantes de titanio (Synthes; Stratec Medical, Eimattstrasse 3,4436 Oberdorf, Suiza).



Figura 1
Juego de instrumentos. Instrumentación StarLock y juego de implantes de titanio.

- Juego de instrumentación (fig. 1), compuesto por:
 - Tornillos de esponjosa StarLock con un diámetro de 3,5 mm y 4,0 mm, y diferentes longitudes.
 - Mordazas StarLock con diferentes ángulos y distinta lateralidad.
 - Tuercas StarLock, conectores paralelos y barras de titanio con un diámetro de 3,5 mm.
- Electrocauterio bipolar, bisturí monopolar.
- Aspirador quirúrgico.
- Pinza de distracción.

Anestesia y posición del paciente

- Anestesia general (anestesia por intubación, sin gases que interfieran con la monitorización neurológica).
- El paciente se coloca en decúbito prono sobre un bastidor especial con almohadillado de espuma de poliuretano que permite el control radioscópico de la columna vertebral con un arco en C en dos planos.
- Colocación de electrodos para la monitorización neurológica en la cabeza y las extremidades inferiores, eventualmente también en las superiores (dependiendo del extremo proximal del implante).

Técnica quirúrgica

Figuras 2 a 19

Figura 2

Componentes del sistema StarLock.

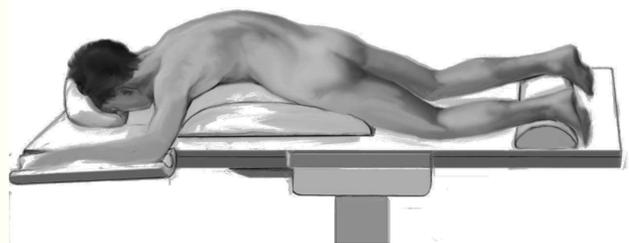
Los tres componentes individuales del sistema: tuercas, mordazas con diferentes curvaturas y distinto desplazamiento lateral y tornillos pediculares.



Figura 3

Colocación de los pacientes.

Decúbito prono sobre un bastidor especial almohadillado con espuma de poliuretano que debe permitir un control continuo con el intensificador de imagen en proyección anteroposterior y lateral. En la posición definitiva se colocan los electrodos para la monitorización intraoperatoria de los potenciales evocados somatosensoriales y motores.



Figuras 4a y 4b

Preparación y abordaje para los tornillos pediculares.

Incisión cutánea en la línea media sobre los segmentos que se vayan a instrumentar. La musculatura paravertebral se rechaza una vez seccionada con el bisturí eléctrico y se presentan los puntos de entrada para los tornillos pediculares (a). A continuación, se marcan los puntos de entrada para los tornillos pediculares con agujas de Kirschner (b) y se controla su posición con el intensificador de imagen en proyección anteroposterior y lateral. Los pedículos que se instrumentan en el lado cóncavo de la curva son especialmente difíciles de preparar debido a la anatomía. Por su pequeño tamaño, no siempre puede colocarse un tornillo sobre ellos.

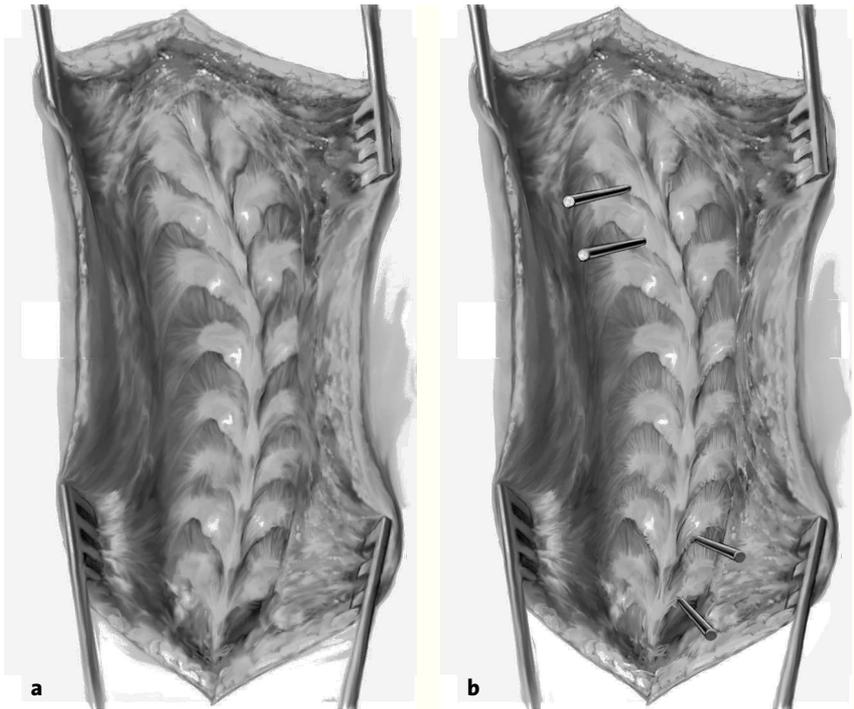


Figura 5

Implante en la zona de la columna dorsal (CD).

Los puntos de entrada para los tornillos pediculares en la zona de la CD se encuentran en el borde inferior de la faceta articular superior, en la transición al tercio lateral de la faceta. El ángulo de convergencia debe medir 7-10° respecto a una línea media imaginaria, y el ángulo de inclinación debe descender 10-20° respecto a la horizontal¹.

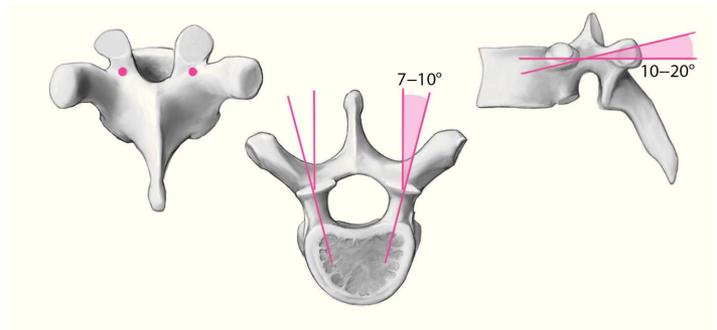
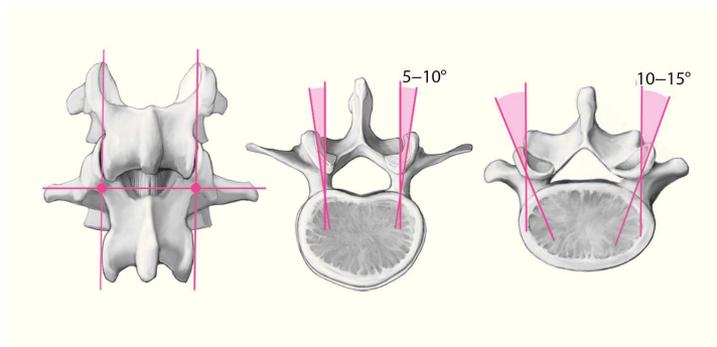


Figura 6

Implante en la zona de la columna lumbar (CL).

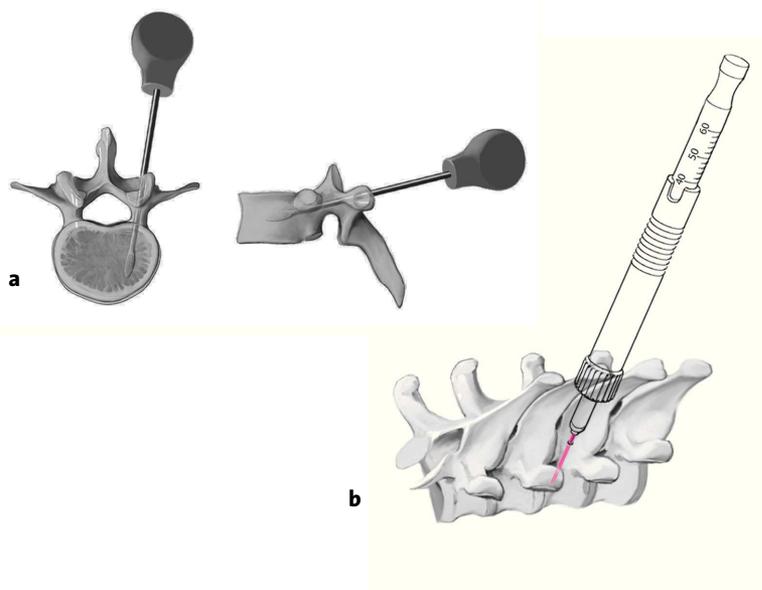
Los tornillos pediculares a la altura de la transición toracolumbar se introducen formando un ángulo de 5-10° respecto a la línea media. A la altura de L2 los tornillos forman un ángulo convergente de 10°, y a la altura de L5, un ángulo de 15°. En el sacro se encuentra el punto de entrada para S1 en la intersección entre la tangente vertical al borde lateral de la apófisis articular y la tangente horizontal al borde inferior. Los tornillos se introducen convergiendo hacia la línea media y se orientan hacia el vértice anterior del promontorio. Es importante impedir que los tornillos pediculares que sobresalen lateralmente dañen la raíz nerviosa de L5. Debe evitarse el foramen S1¹.



Figuras 7a y 7b

Preparación de los pedículos (a).

Una vez marcados los puntos de entrada en los pedículos se perfora el orificio con punzones de distintos tamaños. El orificio deberá controlarse con una sonda palpadora para evitar posiciones incorrectas fuera del pedículo. La preparación de los pedículos deberá realizarse bajo constante control radiológico. Medición del orificio perforado (b). Con un medidor especial puede determinarse la profundidad del orificio perforado y determinar así la longitud de los tornillos.



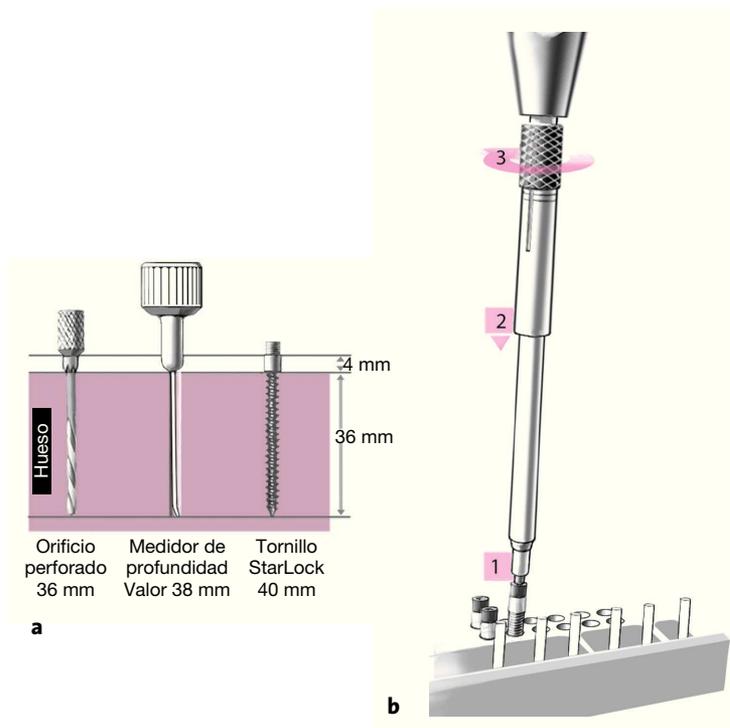
Figuras 8a y 8b

Medición de la longitud del tornillo (a).

La longitud del tornillo puede determinarse con un medidor de profundidad, añadiendo 2 mm al valor que refleja el medidor (ejemplo: medidor de profundidad 38 mm → longitud del tornillo 40 mm).

Alojamiento e introducción del tornillo pedicular (b).

Una vez determinada la longitud del tornillo, se inserta el destornillador Stardrive en el cabezal del destornillador (1), el manguito de sujeción se desplaza hacia abajo (2), y se fija el tornillo girando la pieza moleteada del destornillador (3). A continuación, el tornillo autoperforante (3,5 mm de diámetro para el implante corto y 4,0 mm para el largo) se puede atornillar en la vértebra con el destornillador Stardrive junto con el manguito de sujeción. Se sujeta el manguito exterior y se enrosca el tornillo en el pedículo hasta que la cara inferior del reborde se apoye sobre la superficie del hueso.



Figuras 9a y 9b

Colocación de las mordazas (a).

Las mordazas se colocan con una pinza de sujeción sobre los tornillos.

Colocación de la tuerca (b).

A continuación, se puede enroscar la tuerca con la llave de tubo sobre la cabeza del tornillo sin apretarla.

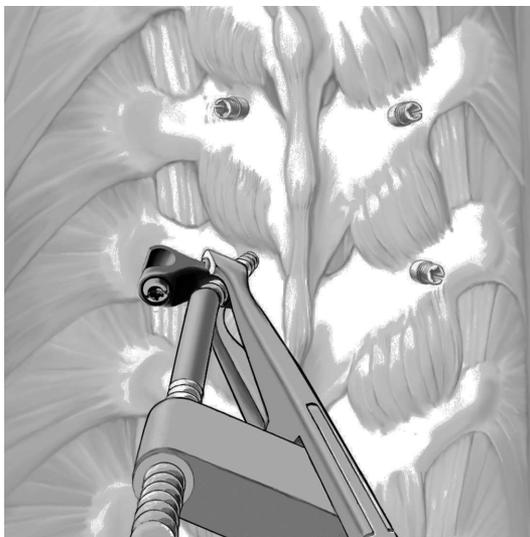
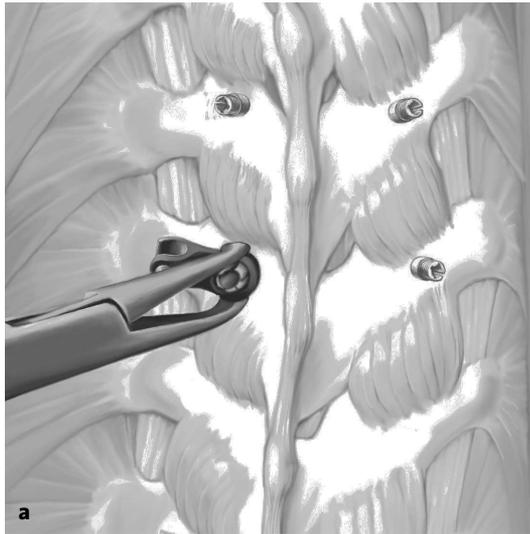


Figura 10

Sustitución de las mordazas debido a relaciones anatómicas complejas.

Si las características anatómicas requiriesen una sustitución de una o varias mordazas, se soltará en primer lugar la tuerca con la llave de tubo. Con las pinzas especiales de la instrumentación se agarran las mordazas por la pieza central y, girando el eje sobre la cabeza del tornillo, se sueltan las mordazas. A continuación pueden insertarse mordazas con otros ángulos y desplazamientos laterales.

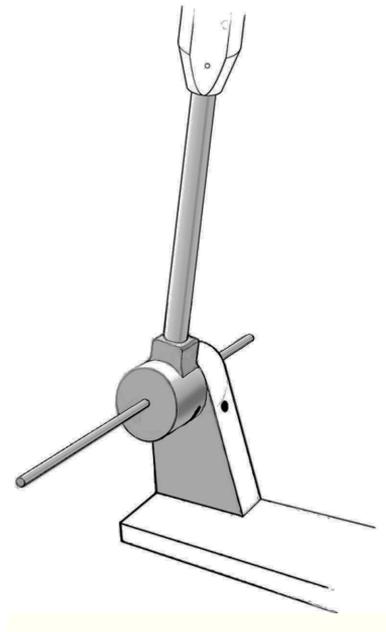
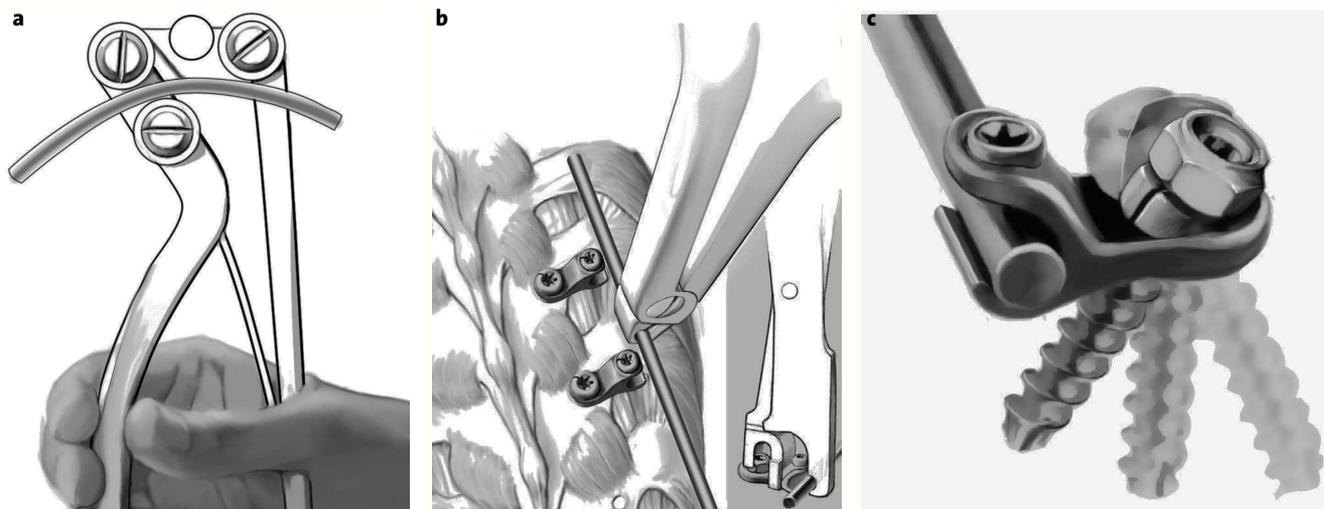


Figura 11

Corte a medida de las barras longitudinales.

Una vez determinada la longitud necesaria de las barras, éstas se cortan a la longitud deseada con el cortador de barras. Se usan barras de titanio con un diámetro de 3,5 mm.



Figuras 12a a 12c

Introducción de las barras.

La barra cortada a medida se dobla con unas tenazas de curvar conforme a la curva de la columna vertebral o la corrección deseada. La barra se puede insertar a continuación con una pinza de sujeción. En caso de existir cierta holgura entre la barra y las mordazas, puede ajustarse fácilmente con ayuda de la pinza de compresión (véase el detalle ampliado). Los tornillos de ajuste se aprietan ligeramente con el destornillador Stardrive (b).

El anillo giratorio colocado permite la libre rotación de la estructura formada por tornillos y barras en un ángulo de $\pm 25^\circ$. De este modo se simplifica considerablemente la instrumentación en relaciones anatómicas complejas^{4,11} (c).

Figura 13

Conectores paralelos.

Los conectores paralelos se pasan por los extremos libres de las barras correspondientes y se deslizan sobre la segunda barra paralela hasta quedar justo delante de los tornillos pediculares, de manera que entre los tornillos pediculares y el conector paralelo aún pueda introducirse una pinza de distracción.



Figura 14

Distracción.

Para poder realizar una distracción, el tornillo de ajuste del conector paralelo situado próximo a los tornillos pediculares debe estar aflojado, y el tornillo de ajuste de la barra opuesta debe apretarse con fuerza. A continuación, con la ayuda de la pinza de distracción dispuesta entre el tornillo pedicular y el conector paralelo, se puede lograr el desplazamiento relativo necesario de las dos barras longitudinales y corregir de este modo la curva de la columna vertebral. Este desplazamiento longitudinal puede realizarse en el extremo distal o en el proximal del implante, según se obtenga una mejor corrección. En las escoliosis instrumentadas tanto en el lado cóncavo como en el convexo (fig. 16) la distracción puede realizarse, dependiendo del crecimiento o de la evolución de la curva, exclusivamente en el lado cóncavo o bilateralmente. Una vez alcanzado el enderezamiento deseado se aprietan definitivamente todos los tornillos de ajuste del conector paralelo y se retira la pinza de distracción.

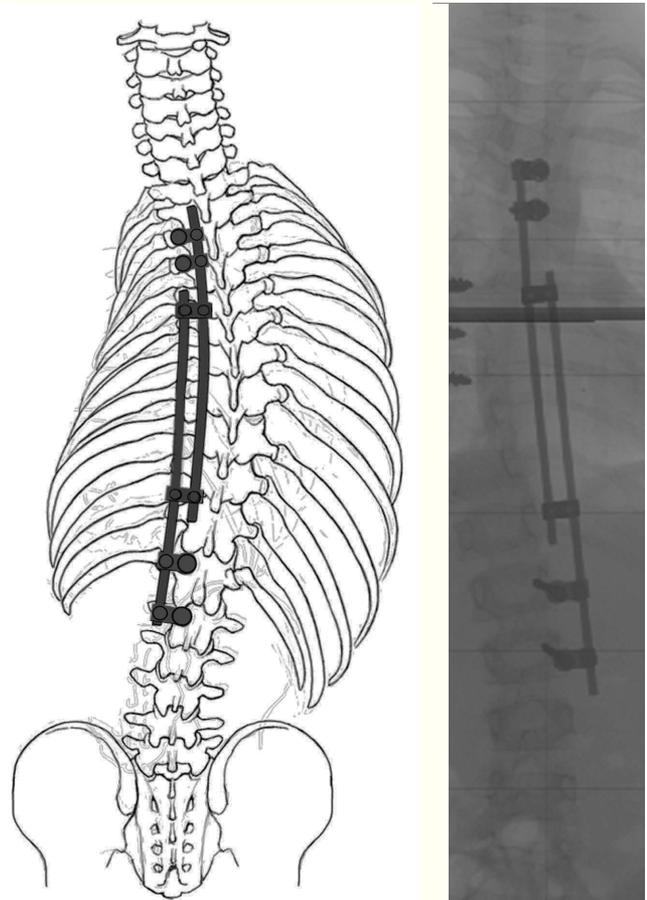


Figura 15

Principio de la instrumentación en las escoliosis extensas de una sola curva.

En las escoliosis de una sola curva extensa, los tornillos pediculares se insertan en el lado cóncavo del cuerpo vertebral. Se instrumentan dos cuerpos vertebrales de los extremos proximal y distal, fusionándose éstos mediante una espondilodesis. En estos casos, la distracción puede efectuarse en el lado cóncavo.

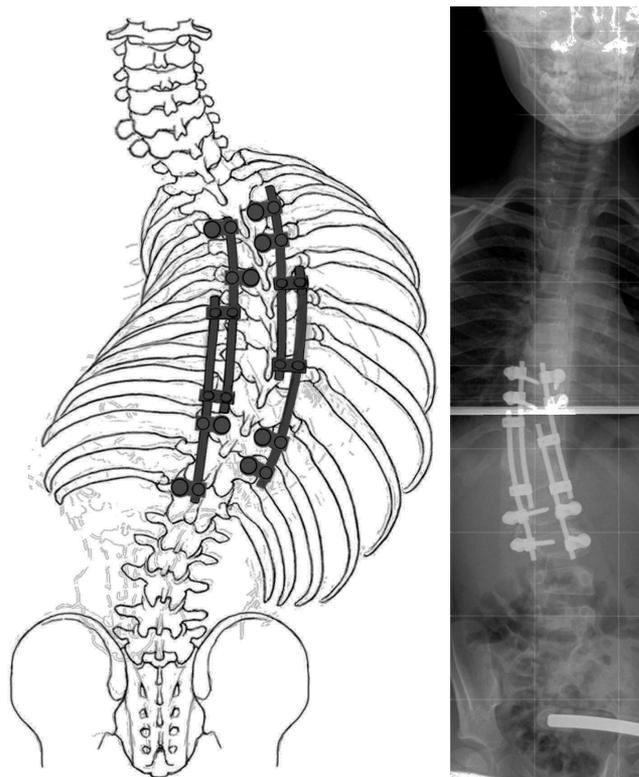


Figura 16
Principio de la técnica quirúrgica en las escoliosis graves de una sola curva.
 En estos casos existe la posibilidad de practicar una instrumentación bilateral. Uno de los sistemas de tornillos y barras se coloca en el lado convexo y el otro en el lado cóncavo. La ventaja de este implante reside en que, dependiendo del crecimiento y de la progresión de la curva de la columna vertebral, puede efectuarse una distracción exclusivamente en el lado cóncavo o una combinada. De esta forma se consigue una buena corrección y un mejor crecimiento incluso en los casos graves.

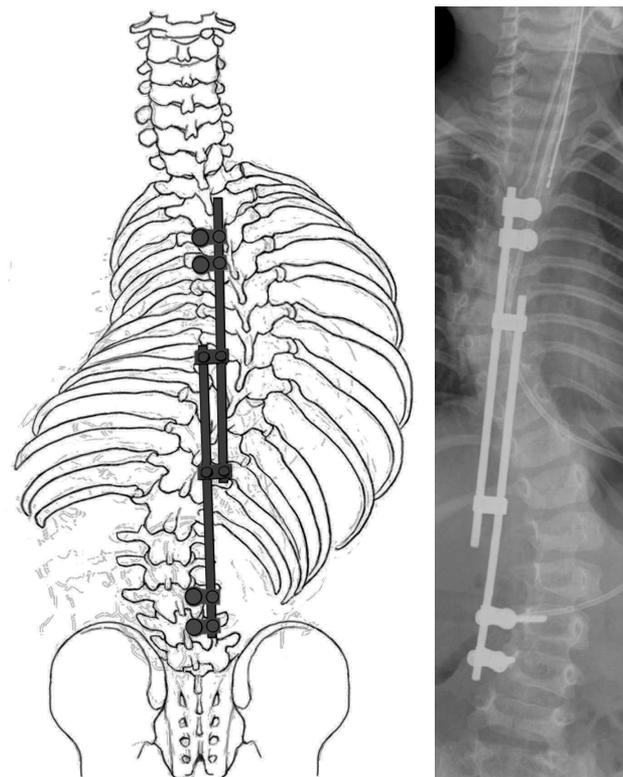


Figura 17
Principio de la instrumentación en las escoliosis de doble curva.
 En las escoliosis en «S» se inserta generalmente un sistema de tornillos y barras como el que se usa para las curvas extensas. Sin embargo, debido a las dos curvas, en este caso los cuerpos vertebrales se instrumentan en lados opuestos. Esto significa que (de acuerdo con la figura 15), cuando la curva proximal presenta convexidad derecha, los tornillos pediculares superiores deben introducirse en los pedículos izquierdos de los cuerpos vertebrales superiores. Por el contrario, en el extremo inferior de la curva opuesta con convexidad izquierda deben instrumentarse los pedículos derechos. De este modo, los implantes terminan de nuevo en los lados cóncavos correspondientes de las dos curvas. También en este caso, al igual que en todos los demás, se fusionan los cuerpos vertebrales instrumentados de los extremos de la curva.



Figura 18
Presentación intraoperatoria del implante unilateral.
Presentación intraoperatoria de la columna vertebral instrumentada y corregida desde el lado dorsal (las barras proximal y distal están fijadas con dos tornillos pediculares respectivamente y unidas mediante dos conectores paralelos).



Figura 19
Presentación intraoperatoria del implante bilateral.
El implante es similar al de la figura 18, pero bilateral (instrumentación en los lados cóncavo y convexo).

Tratamiento postoperatorio

- Observación postoperatoria en la sala de recuperación o en la unidad de cuidados intensivos.
- Reposo en cama durante el primer día.
- Movilización con el corsé confeccionado a medida a partir del molde en yeso durante 6 meses.
- Control radiológico postoperatorio de la columna vertebral en proyección anteroposterior y lateral.
- Revisión ambulatoria después de 3, 6 y 12 meses (con control radiológico, dependiendo de la evolución); reajuste del sistema generalmente de una a dos veces al año.
- Una vez concluida la fase de crecimiento, será necesaria una instrumentación estabilizadora definitiva.

Errores, riesgos y complicaciones

- Posición incorrecta de los tornillos: control mediante sonda palpadora y con el intensificador de imagen en dos

planos; se retira el tornillo y se vuelve a instrumentar, eventualmente con un tornillo de mayor diámetro para garantizar que éste quede bien sujeto

- Rotura de los tornillos y de las barras: si la tensión es demasiado grande puede producirse una rotura debido a la transmisión de fuerza a la barra y/o a los tornillos. Si se trata de implantes largos deberán utilizarse tornillos más gruesos (diámetro de 4 mm). En caso de romperse la barra deberá sustituirse y, eventualmente, asumir una corrección menor.
- Complicaciones neurológicas debidas a una posición incorrecta de los tornillos pediculares o por una corrección excesiva: posiblemente sea necesario cambiar los tornillos de lugar o asumir una corrección menor.

Resultados

Entre marzo de 2003 y octubre de 2005 se intervinieron con el implante StarLock un total de 14 niños que padecían

una escoliosis de la primera infancia. En cinco niños (tres niñas, dos varones) se practicó una instrumentación corta (máximo cinco segmentos), y en nueve (siete niñas, dos varones) una larga (al menos cinco segmentos). La edad media en el momento de realizar la instrumentación StarLock era de 3,5 años (1-7 años). En el grupo con implante corto la edad media era de 2 años (1-3,4 años); el implante abarcaba en cada caso tres segmentos. En el grupo con implante largo la edad media se situaba en 4,4 años (1-7 años) y el implante abarcaba 9,4 (7-13) segmentos.

En siete casos se trataba de una escoliosis congénita, en cinco de una neurológica y en dos casos de una idiopática. Cinco de los niños con implante largo ya habían sido operados con anterioridad.

Antes de la intervención la curva de la columna vertebral medía un promedio de 65° (42-80°) según Cobb en la zona torácica y un promedio de 22° (18-55°) en la zona lumbar. Tras la primera intervención las escoliosis en la zona torácica se redujeron una media de 26,5° (18-45°) y en la lumbar una media de 15° (10-32°). Los reajustes (únicamente en el caso de los implantes largos) se realizaron cada 6,8 meses (5-9 meses), lográndose en cada caso una corrección media de 8° (4-15°). En total se realizaron 22 reajustes. Durante la operación se produjo una pérdida media de sangre de 250 ml (100-600 ml). Los implantes se extendían en dirección proximal hasta la segunda vértebra dorsal y hacia distal como máximo hasta la quinta vértebra lumbar.

Con las instrumentaciones cortas no surgieron complicaciones. Con los implantes largos se produjo en tres casos una rotura del tornillo y en dos una rotura de la barra. En un caso se desarrolló un seroma. En ninguno de los niños se produjeron lesiones neurológicas o infecciones. En dos ocasiones hubo que cambiar o prolongar el implante como consecuencia de complicaciones (una rotura de tornillo y una rotura de barra, ambas de origen traumático). El periodo de seguimiento medio fue de 4,5 años¹⁵ (3-6 años).

En comparación con otros sistemas moduladores del crecimiento vertebral, por ejemplo VEPTR o USS-paediatric, la instrumentación StarLock es un procedimiento quirúrgico seguro que también proporciona resultados comparables en cuanto al crecimiento corporal dirigido y la mejora del desarrollo de los órganos internos^{2,12,13}. La tasa de complicaciones es igualmente comparable a la de otros procedimientos^{3,10,14}, si bien en este caso puede reducirse determinando estrictamente la indicación. En los implantes largos deben utilizarse tornillos de 4,0 mm en lugar de los habituales de 3,5 mm, dado que garantizan una mayor estabilidad y disminuye significativamente el riesgo de rotura de los tornillos.

Todos los niños se movilizaron después de la intervención durante 6 meses con un corsé confeccionado a medida a partir de un molde en yeso. Las revisiones ambulatorias se realizaron 3, 6 y 12 meses después de la última intervención. En cinco niños se sustituyó entretanto el implante StarLock por el USS-paediatric y en un caso se reemplazó por una instrumentación VEPTR.

Bibliografía

1. Aebi M, Thaligott JS, Webb JK. AO ASIF principles in spine surgery. Berlin: Springer, 1998:103.
2. Akbarnia BA, Breakwell LM, Marks DS, et al. Dual growing rod technique followed for three to eleven years until final fusion: the effect of frequency of lengthening. *Spine* 2008;33:984-90.
3. Akbarnia BA, Marks DS, Boachie-Adjei O, et al. Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study. *Spine* 2005;30:Suppl:S46-57.
4. Börm W, König RW, Hübner F, Richter HP. First clinical experiences with a new cervical fixation device – technical report. *Zentralbl Neurochir* 2003;64:123-7.
5. D'Astous JL, Sanders JO. Casting and traction treatment methods for scoliosis. *Orthop Clin North Am* 2007;38:477-84.
6. Geiger F, Rauschmann M. [Dynamic instrumentation technique in early-onset scoliosis.] *Orthopäde* 2009;38:122-4, 136-30.
7. Gilbert TJ Jr, Winter RB. Pedicle anatomy in a patient with severe early-onset scoliosis: can pedicle screws be safely inserted- *J Spinal Disord Tech* 2005;18:360-3.
8. Gillingham BL, Fan RA, Akbarnia BA. Early onset idiopathic scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:101-12.
9. Goldberg CJ, Gillic I, Connaughton O, et al. Respiratory function and cosmesis at maturity in infantile-onset scoliosis. *Spine* 2003; 28:2397-406.
10. Grosman R, Vlach O, Lezner M. Infections in surgery of idiopathic scoliosis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2002;69:175-8.
11. Harris BM, Hilibrand AS, Nien YH, et al. A comparison of three screw types for unicortical fixation in the lateral mass of the cervical spine. *Spine* 2001;26:2427-31.
12. Mahar AT, Bagheri R, Oka R, et al. Biomechanical comparison of different anchors (foundations) for the pediatric dual growing rod technique. *Spine J* 2008;8:933-9.
13. Richards BS, Sanders JO. Developing outcome measures for pediatric deformity surgery. *Spine* 2007;32:Suppl:73-80.
14. Thompson GH, Akbarnia BA, Campbell RM Jr. Growing rod techniques in early-onset scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2007;27: 354-61.
15. Wimmer C, Pfandlsteiner T, Bach C. Neue Behandlungsmethode mit dem Starlock Instrumentarium bei frühkindlichen Skoliosen – erste Ergebnisse. ÖGO-Jahrestagung, IBK, Innsbruck, 12/2005.

Correspondencia

Dr. Peter Wallnoefer

Clínica de Cirugía de la Columna Vertebral y Centro de Escoliosis

Centro de Tratamiento Vogtareuth, Servicio Docente de la Universidad Privada de Medicina Paracelsus de Salzburgo
Krankenhausstrasse 20

83569 Vogtareuth (Alemania)

Tel.: +49/8038 90-1529; fax: -3529

Correo electrónico: peter.wallnoefer@web.de