

Instrumentación dorsal de la columna cervical con el nuevo sistema occipitocervical Neon

Segunda parte: instrumentación cervical y cervicotorácica

Marcus Richter^a

Resumen

Objetivo

Estabilización cervical y dorsal, ocasionalmente combinada con una fusión dorsal, tras una reducción cerrada o abierta así como con una descompresión.

Indicaciones

Inestabilidades y deformidades de origen tanto reumático, traumático, neoplásico, iatrogénico o congénito.

Estenosis larga cervical con inestabilidad degenerativa o con cifosis del segmento cervical afectado.

Artrodesis de corrección tras cifosis postraumáticas o postinfecciosas.

Contraindicaciones

Infecciones en el área de incisión.
Imposibilidad de anestesia general.

Técnica quirúrgica

Decúbito prono, fijación incisa de la cabeza como por ejemplo unas pinzas de Mayfield. Ocasionalmente reducción cerrada con la escopia en proyección de perfil. Abordaje dorsal a través de la línea media por la zona a artrodesar. Si es necesario reducción abierta. Colocación de los tornillos cervicales y torácicos altos. Si es preciso se realiza descompresión a este nivel. Instrumentación con barras ya preconformadas. Si se busca una fusión se cruentan las superficies óseas posteriores con la fresa y aporte de esponjosa.

Resultados

Desde el 08/2000 al 08/2003 se intervinieron 44 pacientes, 13 mujeres y 31 hombres con una media de edad de 57 años. Todos los pacientes se revisaron tras 4-39 meses (media de 15,7 meses). En todos los pacientes con una artrodesis dorsal se obtuvo una fusión: no se observó ningún fallo de material, no fue necesaria ninguna retirada de material ni se hizo ninguna reintervención. La instrumentación prevista en el plan preoperatorio fue la que se colocó al final en todos los casos.

Palabras clave

Columna cervical. Charnela cervicotorácica. Instrumentación dorsal. Sistema de implantes. Tornillos pediculares.

Operat Orthop Traumatol 2005;17:579-600

^aCentro de cirugía de la columna, Hospital St. Josef, Wiesbaden.

Notas preliminares

El sistema de implantes Neon® (Ulrich Medizintechnik Ulrich GmbH & Co KG, Bruchbrunnenweg 12, 89081 Ulm) y las posibilidades generales del sistema de implantes se describieron con detalle en la primera parte de este trabajo¹⁴. Como nos ocupamos en la primera parte de la instrumentación atlantoaxial nos ocuparemos en el presente de la instrumentación cervical dorsal y la cervicotorácica.

La progresiva mejora de los sistemas de implantes así como el aumento del uso de tornillos pediculares tanto en la columna cervical como en la torácica alta han conllevado una mejora significativa de la instrumentación dorsal^{2,3,13}. A través de sistemas de navegación por ordenador –de forma similar a la región lumbar– se ha reducido la proporción de tornillos pediculares mal colocados^{12,15,16}. Las propiedades mejoradas biomecánicas, especialmente en el uso de los tornillos pediculares con sistemas de implante de ángulo fijo¹⁸, disminuyen la proporción de fallos de material, permiten instrumentaciones más cortas así como renunciar a instrumentaciones ventrales añadidas con lo cual se reduce la morbilidad.

La instrumentación cervical subaxial se puede utilizar con los tornillos de masa lateral (de Magerl o An) o bien con tornillos pediculares. Actualmente se considera la ins-

trumentación subaxial con tornillos de masa lateral de Magerl como la técnica estándar^{6,19}. Desde hace varios años existen autores que han recomendado la instrumentación cervical (C2-C7) con tornillos pediculares con mejores resultados en el sentido de propiedades biomecánicas y resultados clínicos comparados con los tornillos de masas laterales^{1,2,4,8,11}: la fuerza de extracción de los tornillos pediculares era más del doble¹⁰ y la estabilidad de la instrumentación era considerablemente más grande¹¹. De ello se desprende que los tornillos pediculares constituyen una alternativa válida especialmente en caso de mala calidad ósea o en caso de elevadas cargas como puede ser en caso de inestabilidades multisegmentarias, lesiones inestables de la charnela cervicodorsal, fracturas en espondilitis anquilosantes o en apoyo insuficiente de la columna anterior¹⁰. Esto se confirma en publicaciones sobre aflojamiento tras instrumentaciones de masa lateral que terminaron en pérdidas de corrección y seudoartrosis^{5,7}. Para las instrumentaciones de la columna torácica alta los tornillos pediculares son de elección. Las alternativas como los tornillos de apófisis transversas o los ganchos de lámina o de pedículo presentan propiedades biomecánicas significativamente más débiles por los que sólo se tendrían que usar en casos excepcionales.

Principios quirúrgicos y objetivos

Instrumentación dorsal y fusión con ayuda de un sistema de implantes modular de ángulo estable tras una reducción abierta o cerrada en caso de inestabilidad o deformidad. En caso de un canal estrecho con compresión medular sintomática o por una

deformidad no corregible se puede añadir ocasionalmente una descompresión. En pacientes con metástasis vertebrales con una esperanza de vida limitada no es necesaria la fusión, sería suficiente con la fijación.

Ventajas

- Mejora de la estabilidad biomecánica en comparación con otros sistemas de implantes por:
 - Alta estabilidad angular de la conexión tornillo barra.
 - Diámetro de barra de 4,5 mm: a través del aumento del diámetro habitual de la barra de instrumentación cervical habitual de 3,5 mm a la de 4,5 mm se aumenta la resistencia de la barra a la flexión en más del 100%.
 - Tornillos pediculares canulados de 4,0 mm para la región cervical.
 - Tornillos pediculares canulados de 5,0 mm para la región torácica alta.
 - Tornillos de 3,5 mm de masa lateral.
- Fácil y universal aplicación gracias a:
 - Gran variabilidad del ángulo en la conexión entre tornillo y barra.
 - Instrumentación fácil a través de diferentes conectores de barra tornillo, conectores poliaxiales y dos espaciadores diferenciados.
 - Tornillos cervicales y torácicos canulados.
 - Posible conexión de la instrumentación a un sistema de navegación por ordenador.
 - Reducción del doblado obligado de las barras a través de diferentes conexiones de la barra al tornillo, conectores poliaxiales, y dos espaciadores diferentes;
 - Instrumental para instrumentación percutánea con tornillos pediculares.
- Reducción del tamaño del abordaje y de la morbilidad a través de la colocación percutánea de los tornillos pediculares.
- Obtención fiable de estabilidad y fusión eliminando el dolor y la repercusión funcional.

Inconvenientes

- En fijaciones largas puede ser dificultosa la adaptación de las barras a los tornillos.

Indicaciones

- Inestabilidades traumáticas: fracturas cervicales o cervicotorácica en pacientes con espondilitis anquilosante (Morbo Bechterew), lesiones inestables de la charnela cervicotorácica, luxaciones engatilladas e irreductibles desde anterior, fracturas multisegmentarias e inestabilidades (más de dos segmentos).
- Inestabilidades neoplásicas con o sin compresión medular: que arriesguen la estabilidad o las metástasis compresivas de mieloma o tumores primarios.
- Enfermedades degenerativas: enfermedad espondilótica cervical multisegmentaria (CSM).
- Espondilodiscitis.

- Inestabilidad reumática.
- Inestabilidades postoperatorias por ejemplo, después de una laminectomía.
- Cifosis postraumática y postinfecciosas.

Contraindicaciones

- Herida abierta preexistente o infección en el área de la incisión.
- Incapacidad para asumir la anestesia general.

Información para el paciente

- Riesgos quirúrgicos generales como pueden ser infección, dificultad en la cicatrización, hemorragia posquirúrgica, trombosis, embolia.
- Lesión de la médula espinal, de las raíces nerviosas o de la arteria vertebral.
- Fallo de implante: pérdida de corrección, ruptura de material, desplazamiento del implante.
- En caso de escasa presa puede ser necesario instrumentar más niveles.
- Intervenciones de revisión a causa de pseudoartrosis, fallo de implante, infección u otras complicaciones.
- Restricción postoperatoria de la movilidad cervical dependiendo del tipo y longitud de la lesión.

Planificación preoperatoria

- Exploración clínica, valoración neurológica.
- Diagnóstico de la imagen: radiografía convencional frente y perfil, radiografías funcionales de perfil y ocasionalmente anteroposterior; TAC y/o RMN.
- Planificación preoperatoria con TAC de planificación y reconstrucciones multiplanares: valoración del recorrido de la arteria vertebral, planificación de la dirección y longitud de los tornillos.
- Ocasionalmente rasurado en el mismo día quirúrgico.
- Durante la colocación profilaxis antibiótica con cefalosporina de tercera generación, en caso de prolongarse el tiempo quirúrgico se añade una nueva dosis a las cuatro horas

Instrumental quirúrgico e implantes

- Para la siguiente exposición remitimos a la primera parte de esta publicación¹⁴; aquí sólo se explicarán los implantes e instrumentación añadidos.

Implantes Neon para la instrumentación cervical y torácica alta (figs. 1a y b)

- Tornillos Neon 5,0 mm como tornillos pediculares torácicos altos: autotarodantes, canulados, diámetro 5,0 mm, color plateado, longitud 30-50 mm (en pasos de 5

Figura 1a

Componentes e implantes Neon para instrumentación cervical y cervicotorácico (a la izquierda en esquema de explosión y a la derecha en instrumentación completa).

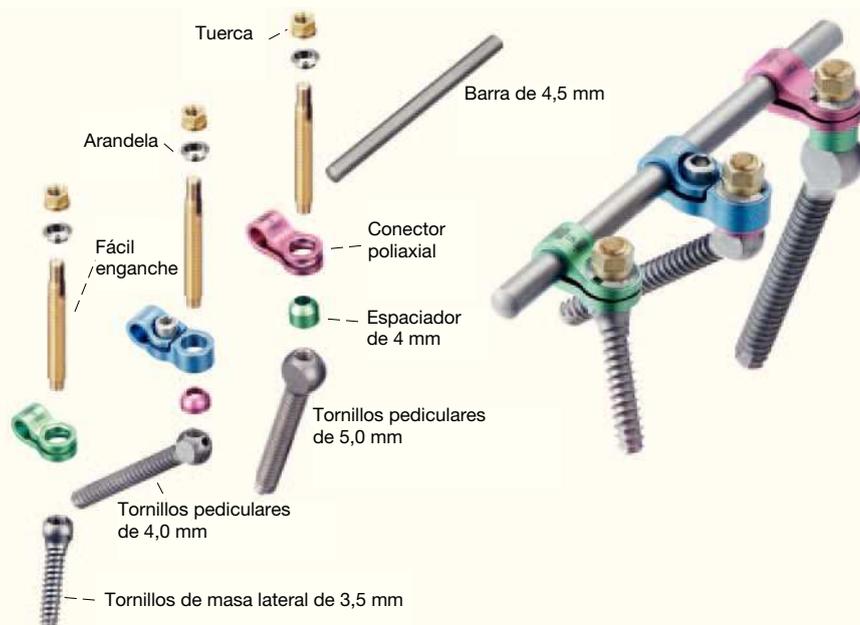


Figura 1b

Sistema Neon transversal para la instrumentación cervical y torácica alta (a la izquierda en esquema de explosión y a la derecha en instrumentación completa).



mm). Los tornillos se pueden introducir sobre una aguja de Kirschner guía de 1,5 mm tras broca de 3,5 mm. La cabeza del tornillo contiene un núcleo roscado con un ángulo de 15° para el montaje final.

- Tornillos Neon 4,0 mm como tornillos pediculares torácicos altos: autotarodantes, canulados, diámetro 4,0 mm, color plateado, longitud 22-50 mm (en pasos de 2 mm). Los tornillos se pueden introducir sobre una aguja de Kirschner guía de 1,5 mm tras broca de 3,5 mm. La ca-

beza del tornillo contiene un núcleo roscado con un ángulo de 15° para el montaje final.

- Tornillos Neon 3,5 mm como tornillos cervicales de masa lateral: autotarodantes, no canulados, diámetro 3,5 mm, color plateado, longitud 10-20 mm (en pasos de 2 mm). Los tornillos se pueden introducir sólo tras broca de 2,6 mm. La cabeza del tornillo contiene un núcleo roscado con un ángulo de 45° para el montaje final.

- Conector Neon poliaxial para anclaje barra tornillo poliaxial de ángulo fijo: tres longitudes diferentes para reducir la necesidad de doblar la barra en el plano frontal, con códigos de color, 15 mm (verde), 17 mm (rojo), y 19 mm (azul con tornillos adicionales para aumentar la estabilidad), consistiendo en conector, arandela asimétrica y tuerca.

- Conector transversal (fig. 1b) para aumentar la estabilidad en instrumentaciones largas, tratamiento de inestabilidades de alto grado, e instrumentaciones de alta sollicitación: consiste en pinza de bloqueo. Arandela, tuerca y estabilizador transversal.

Instrumental Neon

- Guía de broca con longitud ajustable: consiste en un mango, freno de profundidad, tuerca de seguridad y un adaptador de 3,5 mm (para tornillos de 5,5 mm) así como un adaptador a un sistema CAS (“computer-assisted surgery”).

- Broca con anclaje AO: de 3,5 mm con freno de profundidad, para tornillos de 5,5 mm.

Anestesia y colocación (fig. 2)

- Anestesia general, intubación endotraqueal, relajación muscular.

- Tras colocar en decúbito prono y tras la desinfección se colocan las pinzas a 2 cm por encima del conducto auditivo externo.

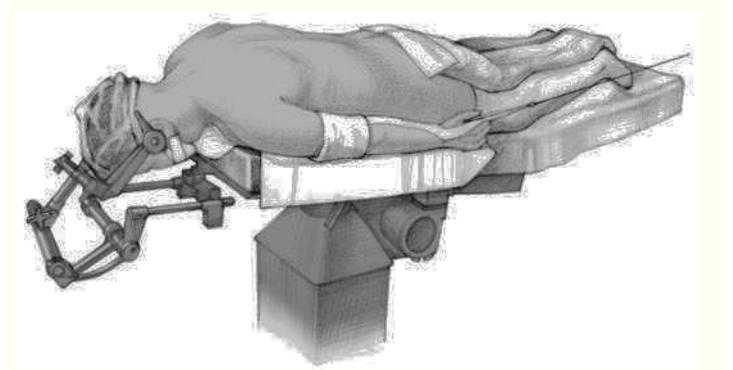


Figura 2
Colocación del paciente.

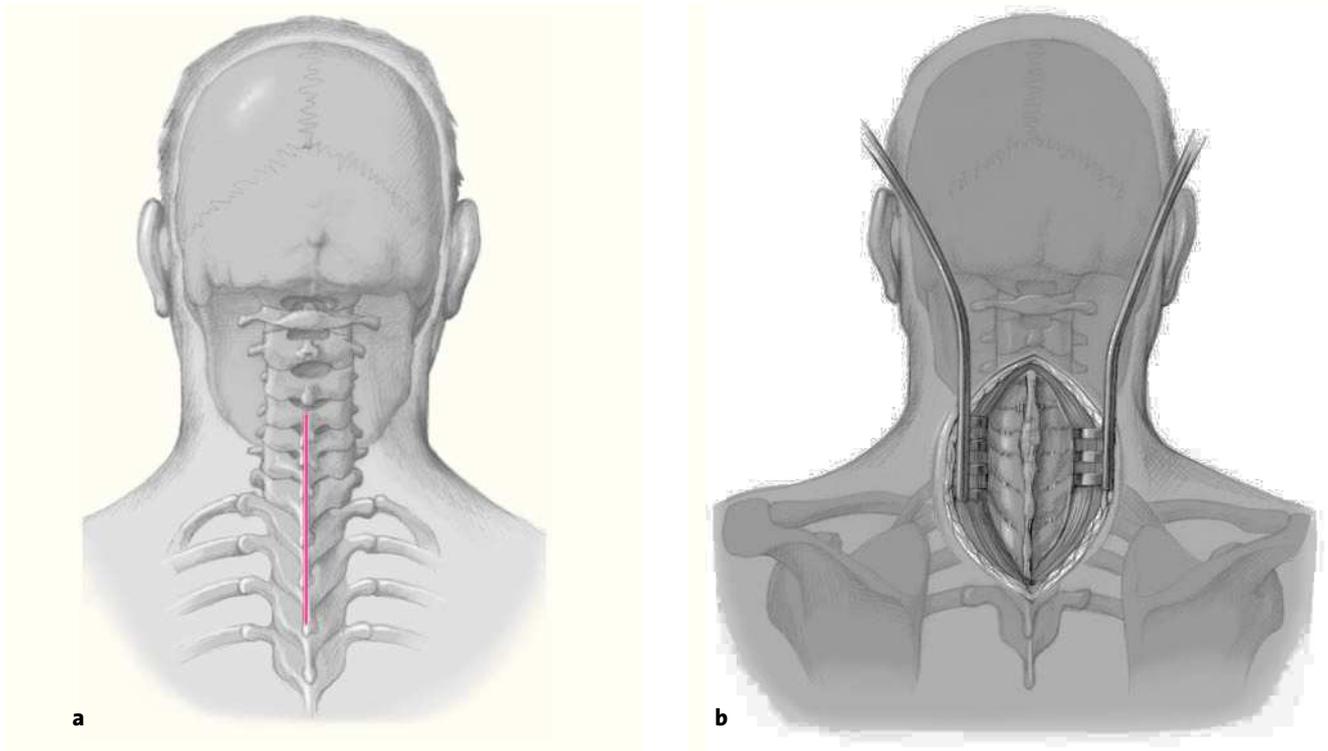
- Cambio a posición decúbito prono sobre un colchón de gel, soportes almohadillados para tórax y pelvis, fijación de los brazos con un sistema de cinchas con velcro, tracción continua de los brazos con un sistema de poleas con 2-3 kg.

- Reducción cerrada si posible bajo control de escopia y obtener las mejores condiciones para conseguir unas proyecciones sagitales adecuadas para la instrumentación.

- Preparado y entallado del intensificador de imágenes en posición de proyección de perfil.

Técnica quirúrgica

Figuras 3 a 10



Figuras 3a y b

Abordaje.

Tras el lavado, entallado y colocación de la película adhesiva transparente antibacteriana (OP-Site®), se realiza una incisión en la línea media centrada sobre la zona a instrumentar (a). Incisión de la fascia con bisturí eléctrico o con bisturí de ultrasonidos; a continuación exposición subperióstica de la zona de columna cervical a instrumentar con bisturí de ultrasonidos o con periostótomo y con gasas desdobladas (b).

Antes de explicar los pasos de la intervención primero expondremos la orientación y técnica de colocación de los tornillos de masa lateral y los pediculares (figs. 4-6).

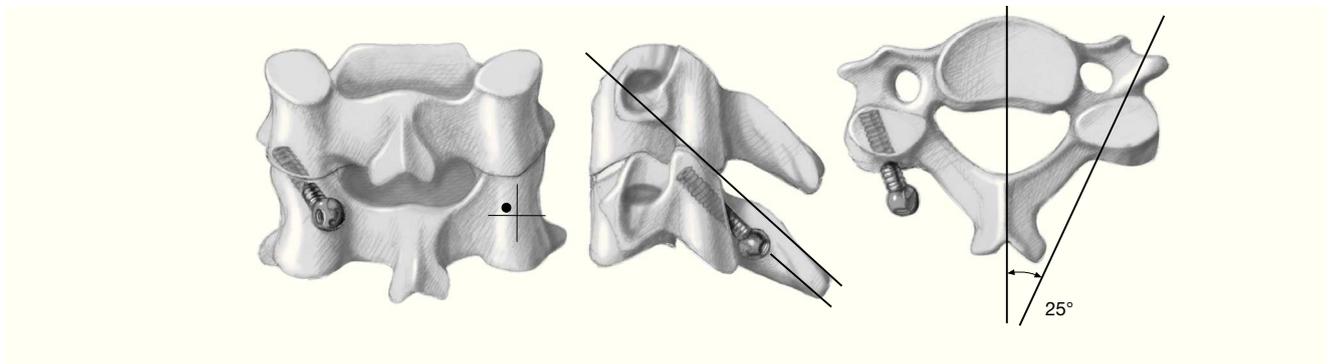
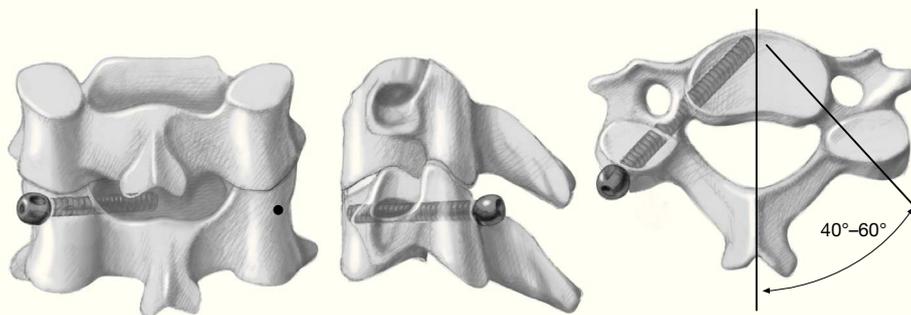
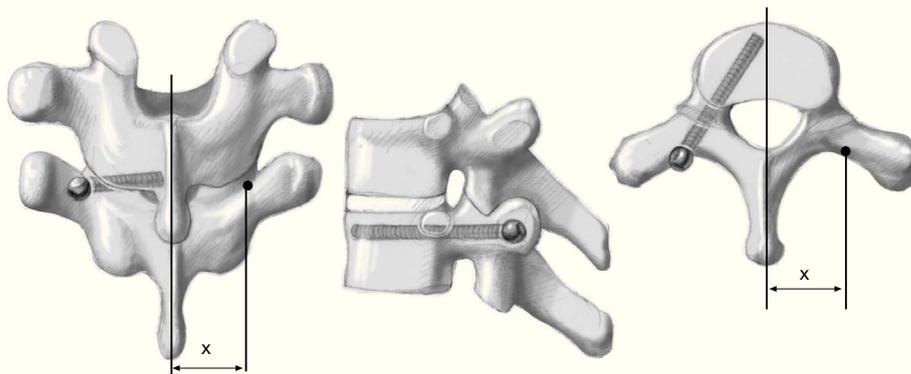


Figura 4

Colocación de tornillos en las masas laterales según Magerl: debido a los escasos riesgos en las especiales relaciones de la columna en esta zona, esta técnica se ha convertido en la estándar para la instrumentación dorsal del raquis cervical de C3 a C79. El punto de entrada se halla 1-2 mm craneal y medial respecto al punto central de la masa lateral. El tornillo se ha de dirigir 20-30° divergente hacia lateral y paralelo a la superficie articular de la articulación intervertebral cefálica hacia el límite anterolateral de la apófisis articular superior. Con ello se puede obtener un tornillo de la máxima longitud con el mínimo riesgo de lesionar estructuras neurológicas o vasculares. El promedio de longitud de los tornillos es de 14-18 mm. Como tornillo estándar se utilizaría el mismo autotarodante de 3,5 mm tornillo Neon de masa lateral (fig. 1a)

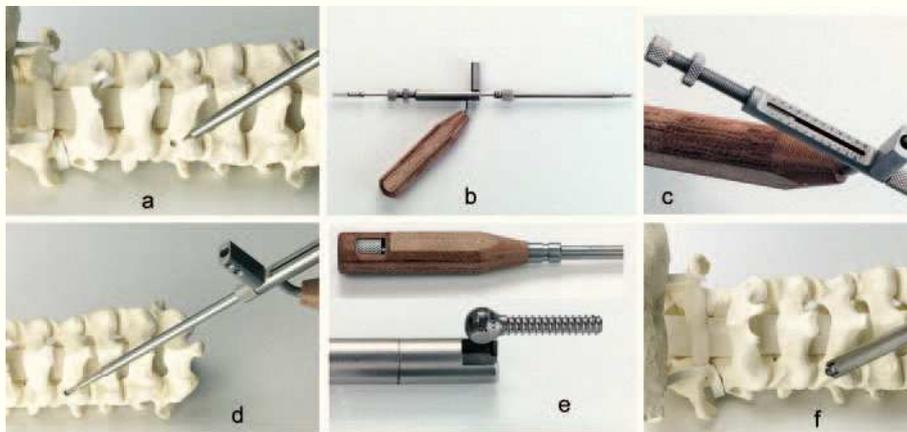
**Figura 5**

Colocación transpedicular de tornillos C3-C7: la instrumentación con tornillos pediculares conlleva un importante aumento de la estabilidad primaria en comparación con los tornillos de masa lateral. La presa de los tornillos pediculares representa más del doble que la de los tornillos de masa lateral. El promedio de longitud es de 26-34 mm. De todos modos sigue existiendo un riesgo elevado de colocación anómala de los tornillos con posibilidad de lesión de la arteria vertebral (por encima de C7) o de estructuras vasculares. Para verificar la posición del pedículo debería realizarse un TAC previo multiplanar de las vértebras a instrumentar. Con ayuda de la TAC multiplanar se puede prever el punto de entrada del tornillo, el ángulo de inclinación y la longitud del tornillo. En caso de una anchura inferior a 3,5 mm se debería renunciar a la colocación de tornillos pediculares. Por regla general el punto de entrada de C3 a C7 se halla inmediatamente inferior de la faceta articular caudal de la vértebra cefálica y desplazado hacia lateral. El ángulo suele ser de 40-50° pero en casos particulares puede variar significativamente. En caso de instrumentaciones cortas con abordajes pequeños y para alcanzar la convergencia suficiente es donde adquiere plena vigencia la colocación percutánea de los tornillos. Como tornillo estándar se utilizaría el tornillo Neon autotarodante canulado de 4,0 mm (fig. 1a).

**Figura 6**

Colocación transpedicular de tornillos a nivel torácico alto: a nivel del raquis torácico alto el punto de entrada se localiza por regla general en el ángulo del borde superior de la apófisis transversa en la parte más profunda de la concavidad. La convergencia es de unos 0-30°. La dirección es levemente a caudal respecto al platillo superior del cuerpo. Aunque la probabilidad de una mala colocación del tornillo sea a este nivel torácico inferior a la de la columna cervical se recomienda realizar una TAC previa con reconstrucción multiplanar del pedículo de la vértebra a instrumentar. La anchura de los pedículos a nivel del raquis torácico alto es significativamente mayor que en el raquis torácico medio siendo por ejemplo la anchura de los pedículos de T1 de unos 8,1 mm de anchura de promedio. Como tornillo estándar se utilizará el de 5,0 mm Neon autotarodante canulado. En caso de pedículos más pequeños se puede utilizar el tornillo Neon de 4,0 mm canulado autotarodante (fig. 1a).

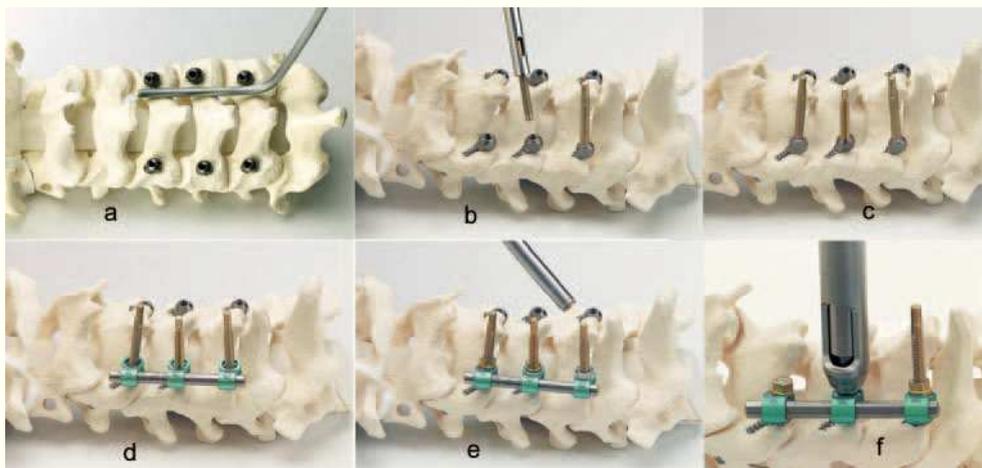
A continuación explicaremos los pasos típicos para la instrumentación habitual.



Figuras 7a-f

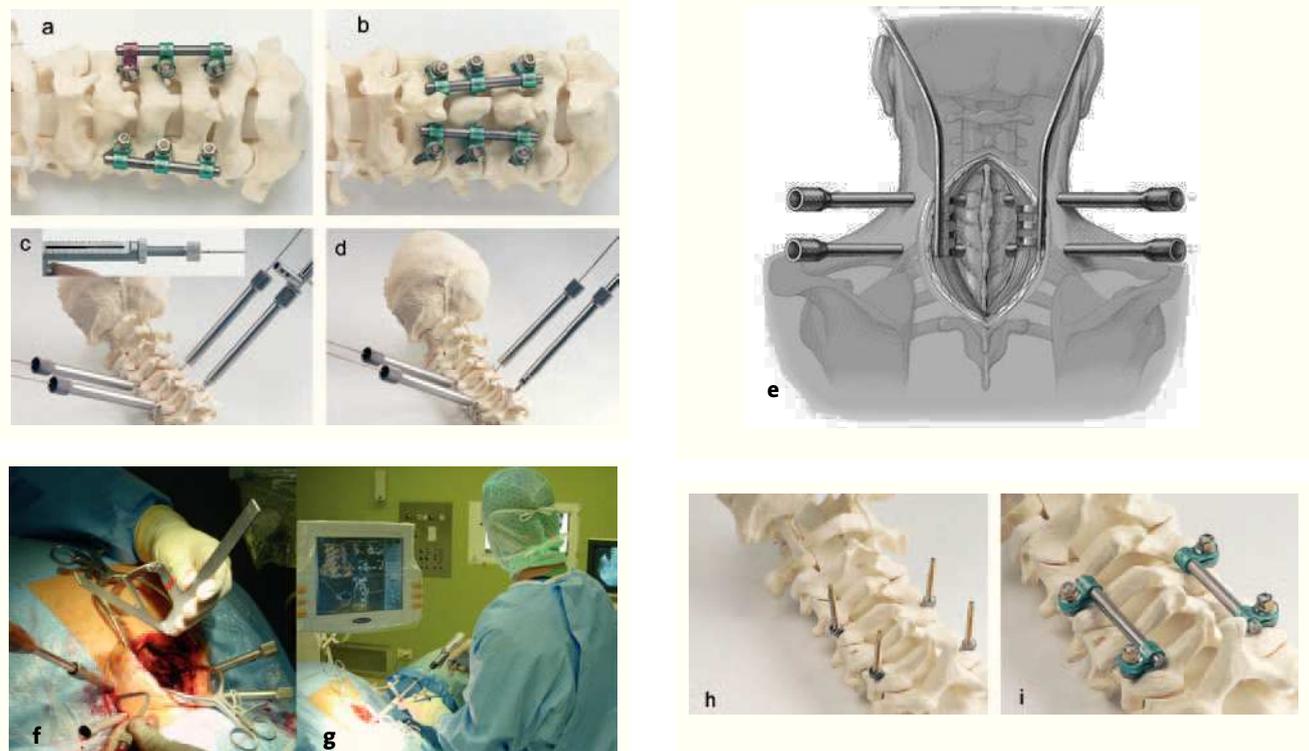
Instrumentación C4/C6 con tornillos de masa lateral y tornillos de pedículo.

Bajo control escópico se busca el punto de entrada para los tornillos de masa lateral, decorticación con el punzón (a). Se perfora con la broca de 2,6 mm en la guía con medidor de profundidad con accesorios acoplables (b, c). En principio para los tornillos de masa lateral (d) se recomienda una profundidad inicial de 14 mm (c) que se puede ampliar progresivamente. A continuación se mide y se coloca el tornillo Neon de 3,5 mm de la longitud correspondiente con el tornavis con pinza de sujeción (f). El tornillo se coloca en el destornillador de tal manera que la rosca no es visible y el tornillo se sujeta con un sistema incorporado con una rueda en el mango (e). Para la instrumentación se puede utilizar el sistema canulado pero se ha de tener en cuenta que si se colocan tornillos bicorticales se ha de cuidar de no empujar la aguja de Kirschner hacia delante. Tras retirar el destornillador autoestable se colocará un destornillador convencional para acabar de colocar el tornillo de tal manera que la parte roscada quede tan posterior en dirección como sea posible.

**Figuras 8a-f**

Tras colocar todos los tornillos (en el ejemplo en C4, C5, C6) se confirmará la longitud y el perfil de la barra con la barra fantoma (a). La barra se debe conformar en el perfil deseado (en el raquis cervical sería en lordosis) con las pinzas dobladoras. En el plano frontal no es deseable en principio ninguna conformación de la barra. En caso de instrumentaciones largas multisegmentarias en las que sea difícil adaptar la barra a todos los tornillos, especialmente si estos son de varios tipos como pueden ser de masa lateral o de pedículo, podemos disponer de conectores de varias longitudes. Se atornillan entonces las prolongaciones (b) intentando colocarlas lo más dorsal posible (c). Se presentan entonces las barras con los correspondientes conectores deslizantes (d). Las diferencias de altura entre la barra y los tornillos se pueden compensar con espaciadores. Si se han de utilizar espaciadores es preferible colocarlos en las prolongaciones previamente a los conectores. Ahora sobre las prolongaciones se acoplan las tuercas asimétricas y se atornillan obteniendo una fijación barra tornillo estable (e). Mientras se aprieta la tuerca se tendría que asegurar

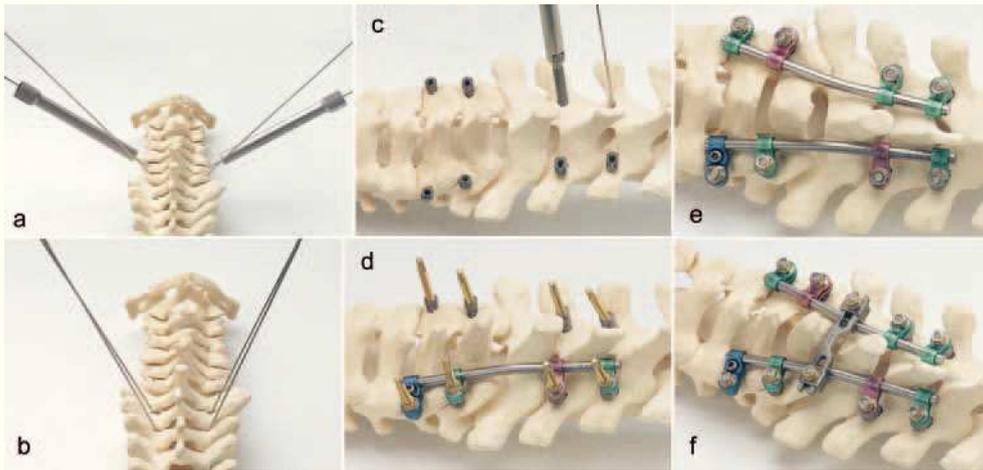
la barra para impedir un cizallamiento del tornillo. Utilizando los conectores poliaxiales el trabajo se aligera mucho dado que además del gran orificio donde se mueve la prolongación los orificios permiten un ángulo de 16° en todas las direcciones entre tornillo y barra. Tras apretar las tuercas se han de eliminar todas las partes sobresalientes del montaje. Para ello se utiliza la cizalla y la tuerca cizalla. La tuerca cizalla se coloca por su cara redondeada sobre la prolongación y se aprieta con la llave en T de la cizalla. Tras ello se monta encima el instrumento de contracción para la cizalla. La llave en T se coloca sobre la prolongación a través del instrumento de contracción sobre la tuerca. Al apretar la llave en T contra el instrumento de contracción se secciona limpiamente a nivel de la tuerca de cizalla (f). A continuación se revisa todo el montaje para asegurar que no hayan tuercas sueltas y sino se aprieten. Las tuercas se pueden aflojar al apretar la cizalla si la contracción no está suficientemente sujeta. Tras ello se da por completado la instrumentación C5-C6 con tornillos de masa lateral.



Figuras 9a-i

Instrumentación completa con tornillos de masa lateral C4/6.

Si se utilizan tornillos de masa lateral la barra se puede colocar lateral (a) o medial (b); en caso de utilizar tornillos pediculares y dado que su entrada es mucho más lateral tiene más sentido colocar la barra medial. Debido a la necesaria convergencia de unos 40-60° entre C3 y C6 puede ser preciso una incisión accesoria para realizar la perforación y colocación de los tornillos de forma percutánea a través de un sistema de trocares cortos. Para ello primero se localizará el punto de entrada (véase fig. 5) a través del abordaje medio dorsal (véase fig. 3b) y se decortará con punzón o con fresa. Tras ello se realizará la incisión accesoria de 1 cm. de longitud y se colocará el sistema de trocares (c, d). Situación de los trocares colocados de forma percutánea (e). Si no se utiliza un sistema de navegación en la TAC preoperatoria se debería medir el ángulo de todos los pedículos a instrumentar en el eje del pedículo. De forma intraoperatoria se aconsejaría controlar los ángulos correctos de las cánulas mediante un medidor de ángulos (f). Entonces a través del sistema de trocares se pasa la broca de 2,6 mm y se palpa el pedículo en busca de perforaciones. La profundidad que se ajuste sobre la cánula debería corresponderse a la medición realizada en la planificación preoperatoria. Si no hay planificación preoperatoria se recomienda la profundidad de 26 mm. Se introduce una aguja guía de punta roma y se lee la profundidad al final del trocar sobre la aguja calibrada. Para leer la profundidad se ajustará el sistema de lectura de la aguja guía al trocar. Entonces se puede leer la longitud del tornillo en la escala de ajuste (c, inserto). Si se utiliza un sistema de navegación no es necesaria la determinación preoperatoria del ángulo del pedículo ya que se puede valorar intraoperatoriamente (g). Se retira el trocar dejando la cánula exterior para poder introducir el tornillo canulado de la longitud adecuada con el destornillador sin bloqueo (d). En caso de instrumentación abierta se penetra la cortical con la broca de 2,6 mm, se prueba el pedículo se introduce la guía de punta roma, se determina la longitud del tornillo con la cánula de medición sobre la calibración de la aguja guía y se introduce el tornillo canulado con el destornillador canulado sin bloqueo. Para la instrumentación con tornillos pediculares se recomienda encarecidamente la utilización de la aguja guía para evitar la penetración en la cortical lateral. Tras colocar los tornillos pediculares (en el ejemplo actual tornillos pediculares a nivel de C4 y C6), colocación de las prolongaciones (h) e instrumentación con los conectores poliaxiales adecuados con la barras longitudinales (i). Se retira entonces la aguja guía.

**Figuras 10a-f****Instrumentación cervicotorácica C6/T3 con tornillos pediculares y dispositivo transversal.**

En C6 perforación del pedículo con el sistema de trocares como se ha descrito antes. En C7 y a nivel torácico alto se recomienda la técnica abierta dada la escasa convergencia de los pedículos a este nivel. Para ello se localizará el punto de entrada del pedículo y apertura de la cortical con el punzón, a continuación se colocará la cánula correspondiente a la broca de 2,6 mm y la broca de 2,6 mm para perforar en la vértebra C7 y la cánula de broca de 3,5 mm y la broca de 3,5 mm para perforar a nivel torácico alto. Tras perforar y comprobar con la sonda la ausencia de falsas vías se mide la longitud con ayuda de la cánula (fig. 9c) y colocación de la aguja guía de punta roma (a, b) e introducción del tornillo sobre la aguja guía (c). Las agujas guía (a, b) demuestran la diferente convergencia en C6, C7 y a nivel torácico alto.

A nivel cervical se utilizarán tornillos de 4,0 mm y a nivel torácico alto se utilizarán tornillos de 5,0 mm. La variación de 15° entre el eje del tornillo y la prolongación del mismo en los tornillos de 5 mm permite una aplicación casi perpendicular de los conectores.

Tratamiento postoperatorio

- Control radiológico en dos planos inmediatamente tras salir de quirófano.
- Reposo en cama hasta el primer día postoperatorio.
- Movilización con collarín blando durante 4 semanas a partir del primer día postoperatorio.
- En caso de mala calidad ósea (p. ej., en reumáticos) se puede ocasionalmente colocar un collarín rígido durante seis semanas.
- Retirar el drenaje de redón en la primera cura postoperatoria en el segundo día postoperatorio.
- Retirada de sutura a partir del día 10-14.
- Control clínico y radiológico de evolución a los 3, 6, 12 y 24 meses postoperatorios.

Errores, riesgos y complicaciones

- Lesión iatrogénica de las raíces nerviosas, de la médula o de la arteria vertebral por mala colocación de los tornillos:
 - Tornillos de masa lateral: el riesgo principal es la lesión de la rama dorsal de la raíz correspondiente (6-8%). También es posible una lesión de la arteria vertebral en caso de un tornillo muy mal colocado.
 - Tornillos pediculares mal colocados: el riesgo principal es una lesión de la arteria vertebral por la ruptura de la cortical lateral del pedículo con el tornillo. La pared lateral del pedículo es más delgada que la medial y la convergencia deseable para los tornillos que es de unos 40-60° es difícil de conseguir debido a la presión de las partes blandas. Con la utilización de tornillos canulados este riesgo se disminuye significativamente. En caso de pequeños abordajes y en pacientes musculados puede ser más fácil de conseguir la convergencia necesaria mediante un sistema de trocares. En caso de una lesión de la arteria vertebral se intentará abordarla en la medida de lo posible para ligarla o coagularla caso que el tornillo mismo no haya obtenido la hemostasia. En caso de que se produjera una lesión de la cortical al perforar o al introducir el tornillo de las raíces nerviosas o de la duramadre, se tendría que exponer la lesión de duramadre y repararla. En caso de que no se pudiera colocar de nuevo el tornillo de una forma correcta se tendría que cambiar a la técnica alternativa de tornillo de masa lateral o ampliar un nivel la artrodesis. La lesión de médula espinal a nivel cervical con tornillos pediculares es improbable y sólo sería posible con una entrada muy medial del tornillo.
 - Tornillos pediculares del raquis torácico alto: el principal peligro es la lesión de la duramadre por la perforación accidental de la cortical medial del pedículo. Otro

riesgo es la perforación de la cortical externa del pedículo o del cuerpo con la consiguiente pérdida de presa y de estabilidad. Este riesgo se disminuye utilizando tornillos canulados. En caso de una perforación lateral se tendría que hacer una nueva perforación por el mismo punto de entrada aumentando la convergencia. En cuanto a la actitud respecto a la lesión de raíces nerviosas y la médula espinal ver arriba. Al contrario de los tornillos pediculares cervicales en los tornillos pediculares a nivel torácico alto aunque el punto de entrada sea correcto en caso de excesiva convergencia se puede dar una lesión de duramadre o de la médula espinal.

- Alteraciones de la cicatrización de la herida: revisión precoz de la herida con desbridamiento y ocasionalmente uso temporal de un cierre al vacío para evitar en la medida de lo posible el desarrollo de una infección profunda.
- Infección en el lecho del implante: revisión precoz de la herida y también del implante. Por regla general no es necesaria la retirada del implante. Se recomienda la colocación de rosarios de septopal. Se deberían iniciar antibióticos endovenosos de forma peroperatoria (p. ej., levofloxacino y rifampicina) y después se deberían optimizar de acuerdo con el antibiograma.

Resultados

Entre agosto del 2000 y agosto del 2003, el autor realizó una estabilización por vía posterior a nivel cervical subaxial o a nivel de raquis torácico alto en 44 pacientes, 13 mujeres y 31 varones, con una media de 57,1 años (18-76 años) utilizando el sistema de implantes Neon (figs. 11-14).

Las indicaciones fueron la estenosis espinal cervical multisegmentaria en 17 pacientes, fracturas patológicas por metástasis en nueve, fracturas en ocho, deformidades postraumáticas o postinfecciosas en cinco, inestabilidades reumatoides en tres pacientes y espondilodiscitis y deformidad en cuello de cisne tras múltiples intervenciones una en cada paciente. El tiempo medio de la intervención fue de 186 min (60-400 min), la pérdida hemática media fue de 342 ml (50-200 ml, cantidad recogida en el aspirador). El número promedio de niveles instrumentados fue de 3,2 (de uno a ocho). Se utilizaron tornillos pediculares en todos los pacientes. El número total de tornillos pediculares fue 184, y el número promedio fue 5 (2 a 10). En seis pacientes se utilizó de forma adicional 20 tornillos de masa lateral en C3-C5 debido a una anatomía que no podía alojar tornillos pediculares (ancho de pedículo < 3,5 mm). En 23 pacientes se utilizó de forma adicional un sistema de navegación asistida por ordenador (sistema CAS, Brain-Lab Vector Vision, 85551 heimstetten). No aparecieron complicaciones relacionadas con los implantes. Se pudie-

**Figura 11**

Caso de ejemplo 1: paciente varón de 42 años con una lesión antigua bloqueada en un lado con una fractura luxación en el otro a nivel C4/5 con una marcada desaxación tras un tratamiento conservador con un yeso tipo Minerva. Se realizó una instrumentación guiada por ordenador con tornillos dorsales pediculares en C4 y C5 (4 mm) llevada a cabo con resección de las facetas caudales de C4 y reducción dorsal de C4/5. La TAC postoperatoria muestra la colocación correcta de todos los tornillos pediculares sin perforaciones de la cortical. A los 9 meses postoperatorios no se aprecia pérdida de corrección ni señales de fallo de material. A través de un abordaje puramente dorsal se pudo obtener una reducción correcta y una estabilización suficiente.

**Figura 12**

Caso de ejemplo 2: paciente de 64 años con carcinoma bronquial con metástasis óseas con lesión a nivel C4 y C5 con gran componente de partes blandas y compresión de la arteria vertebral derecha e importante vascularización del tumor. Entrada del tumor en el canal vertebral sin déficit neurológico. Prácticamente destrucción de los cuerpos vertebrales de C4 y C5. Valoración de esperanza de vida de <10 meses. Teniendo en cuenta la importante vascularización del tumor y la compresión de la arteria vertebral derecha, se decidió un abordaje paliativo dorsal con instrumentación dorsal C2, C3 y C6, C7 con tornillos pediculares y sistema transversal en combinación con una laminectomía C4 y C5 y una biopsia transpedicular de C4 derecha. En vista del pronóstico vital limitado no se colocó injerto óseo. El tratamiento postoperatorio se realizó sin collarín. Dada la falta de apoyo anterior y el elevado riesgo de la vía anterior se resolvió fijar dos niveles por encima y por debajo de la lesión para garantizar una buena estabilidad. La TAC postoperatoria muestra una correcta colocación de todos los tornillos pediculares. A los 12 meses postoperatorios no se apreciaba ninguna pérdida de corrección ni señal de fallo de material.



Figura 13

Caso de ejemplo 3: paciente de 62 años con enfermedad de Bechterew con fractura inestable C6/7. Aflojamiento de material, pérdida de corrección y pseudoartrosis a los 12 meses tras instrumentación dorsal C5/C7 con placa gancho realizada en otro centro. El paciente ya era incapaz de mirar recto adelante. Tras retirar primero el material se realizó una reducción C6/7 tras una osteotomía en V dorsal e instrumentación dorsal con tornillos de masa lateral C4, C5 y C6 y tornillos pediculares C7, T1 y T2. Al no disponer en aquel momento de sistema de navegación asistida y dadas las relaciones anatómicas difíciles se decidió colocar tornillos de masa lateral a nivel cervical. En el tiempo de la intervención aún no se disponían de los tornillos Neon de 5,0 mm por lo que se utilizaron los de 4,0 mm también a nivel torácico alto. La TAC postoperatoria con reconstrucción multiplanar en el eje de los tornillos mostró una correcta colocación de los mismos sin perforación de los pedículos. Se completó con éxito el tratamiento postoperatorio con un collarín Filadelfia durante 6 semanas y con un collarín blando durante 6 semanas más. A los 24 meses postoperatorios se apreciaba una fusión ósea establecida, ausencia de pérdida de corrección, ausencia de evidencia de fallo de material y ahora el paciente era capaz de mirar adelante.

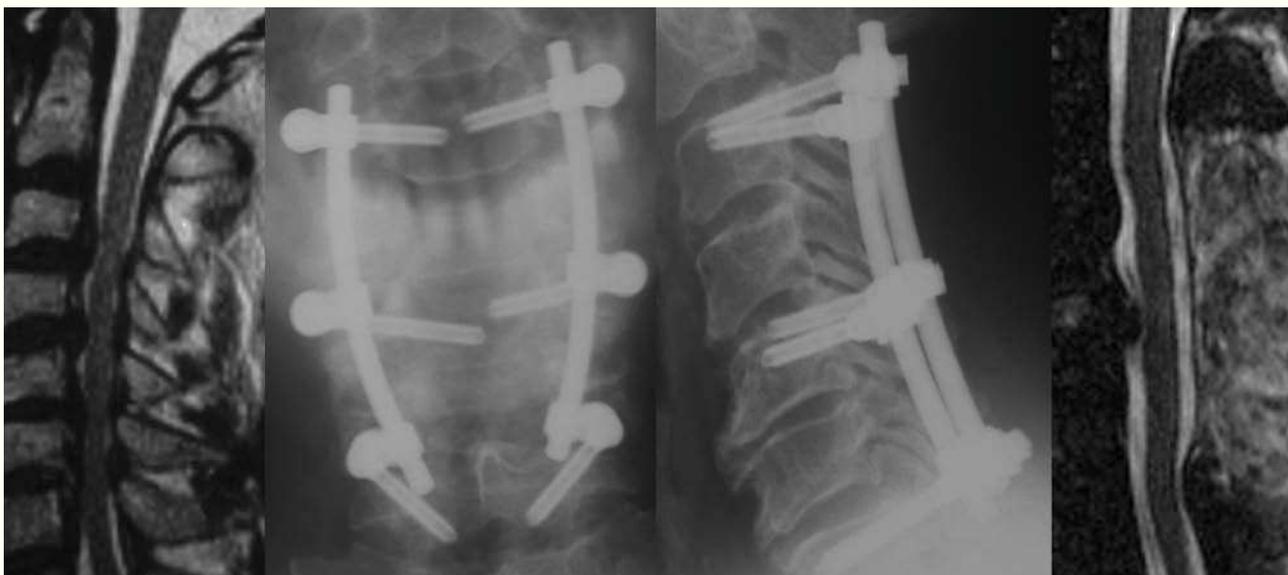


Figura 14

Caso de ejemplo 4: paciente de 53 años con estenosis de canal espinal C3-C7 y una mielopatía cervical rápidamente progresiva. Al ingreso paciente tetrapléjico espástico en un paciente que no se podía mover con una valoración JOA (2-17 puntos) de 3 puntos en el preoperatorio. Se realizó una instrumentación dorsal con tornillo pediculares C3, C5 y C7 colocados con navegador, con laminectomía C3-C6 y laminotomía C7. La TAC postoperatoria muestra una correcta colocación de todos los tornillos pediculares sin perforaciones de la cortical. De forma postoperatoria el paciente mejoró mucho de su estatus neurológico, siendo capaz de deambular y valorándose una JOA postoperatoria de 12. A los 12 meses postoperatorios, se apreciaba una fusión ósea sólida, ausencia de pérdida de corrección, ausencia de evidencias de fallo de implante y una valoración JOA de 13.

ron realizar las instrumentaciones previstas en las planificaciones preoperatorias sin alteraciones dentro de quirófano.

Se colocaron 79 tornillos pediculares sin apoyo de navegador y 105 con sistema CAS. Se evaluó la posición de los tornillos con una TAC con reconstrucción multiplanar en el eje del tornillo. En el grupo convencional el pedículo se había perforado > 0.5 mm (profundidad de la rosca de los tornillos pediculares) en 7/79 tornillos pediculares (8,8%). No se dio ningún caso de lesión de estructuras nerviosas o vasculares con lo cual no fue necesaria ninguna revisión. En el grupo con navegación todos los tornillos se pudieron colocar con la ayuda del sistema CAS. 3/105 tornillos perforaban la cortical > 0,5 mm (2,9%). No hubo comunicación de lesiones de la arteria vertebral o de estructuras neurales; no fue nunca necesaria la revisión de los tornillos¹⁷. En un paciente con un cáncer de esófago con metástasis y un importante enolismo se dio una infección del lecho del implante que se resolvió sin retirar el implante tras desbridamiento, colocación de un rosario de septopal y antibioterapia sistémica.

Todos los pacientes se revisaron a los 4-39 meses (promedio 15,7 meses) tras la cirugía inicial. No se apreció en los pacientes con fusión posterior ningún caso de pseudoartrosis en el control de seguimiento, no se dio fallos de material tales como la ruptura del implante, aflojamiento del mismo o pérdida de reducción, y no fue necesaria ninguna retirada de material ni ninguna reoperación.

Bibliografía

1. Abumi K, Itoh H, Taneichi H, et al. Transpedicular screw fixation for traumatic lesions of the middle and lower cervical spine: description of the techniques and preliminary report. *J Spinal Disord* 1994;7:19-28.
2. Abumi K, Kaneda K, Shono Y, et al. One-stage posterior decompression and reconstruction of the cervical spine by using pedicle screw fixation systems. *J Neurosurg* 1999;90:Suppl:19-26.
3. Abumi K, Shono Y, Taneichi H, et al. Correction of cervical kyphosis using pedicle screw fixation systems. *Spine* 1999;24:2389-96.
4. Abumi K, Takada T, Shono Y, et al. Posterior occipitocervical reconstruction using cervical pedicle screws and plate-rod systems. *Spine* 1999;24:1425-34.
5. Fehlings MG, Errico T, Cooper P, et al. Occipitocervical fusion with a five-millimeter malleable rod and segmental fixation. *Neurosurgery* 1993;32:198-207.
6. Heller JG, Estes BT, Zaouali M, et al. Biomechanical study of screws in the lateral masses: variables affecting pull-out resistance. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:1315-21.
7. Heller JG, Silcox DH 3rd, Sutterlin CE 3rd. Complications of posterior cervical plating. *Spine* 1995;20:2442-8.
8. Jeanneret B, Gebhard JS, Magerl F. Transpedicular screw fixation of articular mass fracture-separation: results of an anatomical study and operative technique. *J Spinal Disord* 1994;7:222-9.
9. Jeanneret B, Scha?ren S. Dorsale Stabilisierung der Halswirbelsa?ule und der oberen Brustwirbelsa?ule mit CerviFix. *Oper Orthop Traumatol* 2004;16:89-116.
10. Jones EL, Heller JG, Silcox DH, et al. Cervical pedicle screws versus lateral mass screws. Anatomic feasibility and biomechanical comparison. *Spine* 1997;22:977-82.
11. Kotani Y, Cunningham BW, Abumi K, et al. Biomechanical analysis of cervical stabilization systems. An assessment of transpedicular screw fixation in the cervical spine. *Spine* 1994;19:2529-39.
12. Ludwig SC, Kowalski JM, Edwards CC 2nd, et al. Cervical pedicle screws: comparative accuracy of two insertion techniques. *Spine* 2000;25: 2675-81.
13. Ludwig SC, Kramer DL, Vaccaro AR, et al. Transpedicle screw fixation of the cervical spine. *Clin Orthop* 1999;359:77-88.
14. Richter M. Dorsale Instrumentierung der Halswirbelsa?ule mit dem „neon occipito-cervical system“. Teil 1: Atlantoaxiale Instrumentierung. *Oper Orthop Traumatol* 2003;15:70-89.
15. Richter M, Amiot L-P, Neller S, et al. Computer assisted surgery in posterior instrumentation of the cervical spine – an in-vitro feasibility study. *Eur Spine J* 2000;9:Suppl 1:S65-70.
16. Richter M, Amiot L-P, Puhl W. Computernavigation bei der dorsalen Instrumentierung der HWS – eine in-vitro Studie. *Orthopäde* 2002;31:372-7.
17. Richter M, Mattes T, Cakir B. Computer assisted posterior instrumentation of the cervical and cervico-thoracic spine. *Eur Spine J* 2004;13:50-9.
18. Schmidt R, Wilke H-J, Claes L, et al. Pedicle screws enhance primary stability in multilevel cervical corpectomies: biomechanical in-vitro comparison of different implants including angle- and non-angle stable instrumentations. *Spine* 2003;28:1821-8.
19. Seybold EA, Baker JA, Crisciello AA, et al. Characteristics of unicortical and bicortical lateral mass screws in the cervical spine. *Spine* 1999; 24:2397-403.
20. Ugur HC, Attar A, Uz A, et al. Thoracic pedicle: surgical anatomic evaluation and relations. *J Spinal Disord* 2001;14:39-45.
21. Yonenobu K, Fuji T, Ono K, et al. Choice of surgical treatment for multisegmental cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 1985;10: 710-6.

Correspondencia

Priv.-Doz. Dr. Marcus Richter
Wirbelsäulenzentrum
St. Josefs-Hospital
Solmsstraße 15
D-65189 Wiesbaden
Tel.: (+49/611) 177-3701; Fax: -3702
Correo electrónico: mrichter@joho.de