

Instrumentación dorsal en raquis cervical con el “*neon occipito-cervical system*”

Parte 1. Instrumentación atlantoaxial

Marcus Richter^a

Resumen

Objetivos

Instrumentación dorsal atlantoaxial en combinación con una artrodesis después de una reducción abierta o cerrada del desplazamiento C1-C2 con el objetivo de una artrodesis.

Indicaciones

Inestabilidad atlantoaxial de origen reumático, neoplásico, infeccioso o congénito.

Artrosis atlantoaxial.

Contraindicaciones

Antecedente de infección en la zona quirúrgica.

Contraindicación anestésica.

Técnica quirúrgica

Colocación en decúbito prono; fijación de la cabeza estable, por ejemplo con pinzas de Mayfield, y reducción cerrada con control escópico en plano lateral. Abordaje dorsal C1-C2 por línea media. Ocasionalmente reducción abierta. Colocación percutánea de agujas, colocación de tornillos canulados transarticulares C1-C2;

instrumentación con ganchos en atlas, cruentado dorsal de C1 y C2 con fresa motorizada y aporte de esponjosa.

Resultados

Desde agosto de 2000 a febrero de 2002 se intervinieron 24 pacientes (16 mujeres y 8 varones) con una media de edad de 57 años. Todos los pacientes se reexploraron tras 4-21 meses (promedio: 11,3). En todos los pacientes se consiguió la fusión: no se dio ningún fallo de material, no se precisó ninguna retirada de material o intervención de revisión. En una ocasión se rompió la punta roscada de una aguja y fue necesario retirarla. Por ese motivo se varió el diseño de la aguja y desde entonces no ha habido problemas. Hasta la fecha no han aparecido otros problemas relacionados con el implante. La instrumentación planificada pudo realizarse en todos los casos.

Palabras clave

Columna cervical. Atlantoaxial. Instrumentación dorsal. Sistema de implante.

Operat Orthop Traumatol 2003;15:70-89

Orthop Traumatol 2003;12:183-97

^aClínica Ortopédica para parapléjicos de la Universidad de Ulm.

Introducción

Las primeras técnicas de fusión en la columna cervical con aporte de injerto óseo o una fijación añadida de los cuerpos vertebrales con cerclajes de alambre^{2,3,5,7,10,13-16,19,22,26,29} exigían inmovilizaciones prolongadas, pero se relacionaban con altas tasas de pseudoartrosis y de pérdida de corrección. Por ello, se intentó con placas de osteosíntesis y cerclajes, o mediante técnicas de placa tornillo, bajo condiciones biomecánicas apropiadas, obtener mejores resultados^{4,8,6,9,12,23,24,27,28}. Pero también con este sistema surgían inconvenientes, bien por la posición fija de los orificios de la placa, el ángulo limitado entre el tornillo y la placa, así como la insuficiente esta-

bilidad angular entre el tornillo y la placa. El sistema desarrollado a partir de éste con barras y tornillos presenta también inconvenientes, como la falta de estabilidad de la conexión barra-tornillo^{1,11,17}. Por este motivo el autor desarrolló, junto con Ullrich Medizintechnik GMBH (Ulm), un sistema modular de barra-tornillo para la instrumentación dorsal de la columna cervical y la transición occipitocervical. La capacidad biomecánica del sistema se pudo comprobar in vitro tanto para el segmento atlantoaxial como para el occipitocervical^{20,21}. El nuevo sistema se colocó por primera vez en un paciente en agosto de 2000, y desde entonces se ha colocado en 400 pacientes.

Principios quirúrgicos y objetivos

Instrumentación dorsal y fusión atlantoaxial con ayuda de un sistema de implante estable angularmente y modular tras realizar una reducción cerrada o abierta en

inestabilidades o desviaciones a nivel atlantoaxial. En caso de estenosis de canal o de desviaciones no corregibles puede ser necesaria una descompresión.

Ventajas

- Mejora de la estabilidad biomecánica comparado con otros sistemas por:
 - Estabilidad angular aumentada de la conexión tornillo barra.
 - Diámetro de barra de 4,5 mm.
 - Fijación occipital con tornillos.
 - Ganchos de atlas para la instrumentación de C1 con el raquis cervical bajo.
- Aplicación fácil y universal por:
 - Gran variabilidad angular entre tornillo y barra.
 - Tornillos cervicales y torácicos canulados.
 - Posibilidad de conexión del instrumental con sistemas de navegación por ordenador.
 - Reducción de la necesidad de moldear las barras al disponer de 4 conexiones diferentes barra-tornillo y dos espaciadores diferentes.
 - Instrumental para instrumentación percutánea con tornillos pediculares y tornillos transarticulares C1-2.
- Reducción del tamaño del abordaje y de la morbilidad por la introducción percutánea de los tornillos transarticulares.
- Restauración de la estabilidad e inducción de la fusión con eliminación del dolor y de las alteraciones funcionales.

Inconvenientes

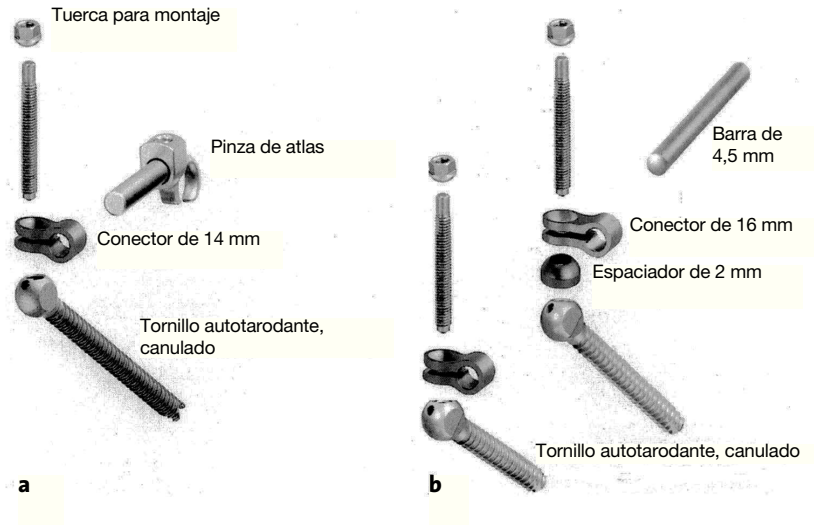
- En caso de estabilizaciones largas puede ser difícil el moldeado y la fijación de las barras a los tornillos.

Indicaciones

- Inestabilidades reumáticas C1/2, pero también C1/C3-7.
- Las inestabilidades reumáticas de segmento corto sin participación del segmento occipitocervical generalmente son indicaciones de abordaje anterior.
- Inestabilidades traumáticas : fractura de odontoides en caso de importante osteoporosis, gran zona conminuta, paciente > 65 años, fractura asociada de las articulaciones C1/2 o en pacientes con cifosis torácica alta (abordaje anterior técnicamente difícil); pseudoartrosis de odontoides inestable; fractura de Jefferson inestable; luxación atlantooccipital; ruptura del ligamento transversario; ruptura de los ligamentos alares; luxación rotatoria inestable C1/2 o luxación rotatoria recidivante C1/2 tras reducción cerrada e inmovilización con halo durante 8 semanas.
- Inestabilidad neoplásica/compresión medular: metástasis o tumores primarios a nivel atlantoaxial que provoquen inestabilidad o compriman la médula.
- Procesos degenerativos: artrosis de C1/2 (muy escasa).

Figuras 1a y b

Componentes e implantes neon para la instrumentación atlantoaxial. (a) Esquema de las partes de una instrumentación típica para atornillado C1/2 transarticular y pinzas de atlas. (b) Instrumentación alternativa C1/2 con tornillos de masas laterales C1 y de istmo C2.



Contraindicaciones

- Infección en el área de la incisión.
- Mal estado general, impidiendo una anestesia general.

Información al paciente

- Riesgos quirúrgicos generales, como infección, alteraciones de la cicatrización, hemorragia, trombosis y embolia.
- Lesión medular, lesión de raíz o de la arteria vertebral.
- Fallo del implante: pérdida de corrección, aflojamiento del implante, ruptura del implante y desplazamiento del implante.
- En caso de mala presa de los tornillos puede ser necesaria una instrumentación más larga.
- Intervención de revisión posible por pseudoartrosis, fallo de material, infección u otras complicaciones.
- Limitación significativa de la rotación cervical postoperatoria 40-50° bilateral, sin limitación demostrable de la flexoextensión ni de las inclinaciones laterales.

Preparación preoperatoria

- Exploración clínica, incluyendo valoración neurológica.
- Diagnóstico por imagen: radiología convencional en dos planos, proyecciones funcionales laterales y ocasionalmente anteroposterior; ocasionalmente resonancia nuclear magnética o tomografía axial computarizada (TAC).
- Planificación preoperatoria con TAC y reconstrucción tridimensional: recorrido de la arteria vertebral, planificación de la colocación y longitud de los tornillos.

- Rasurado circular, comenzando 1 cm. Por encima de la protuberancia occipitales, el mismo día de la intervención.

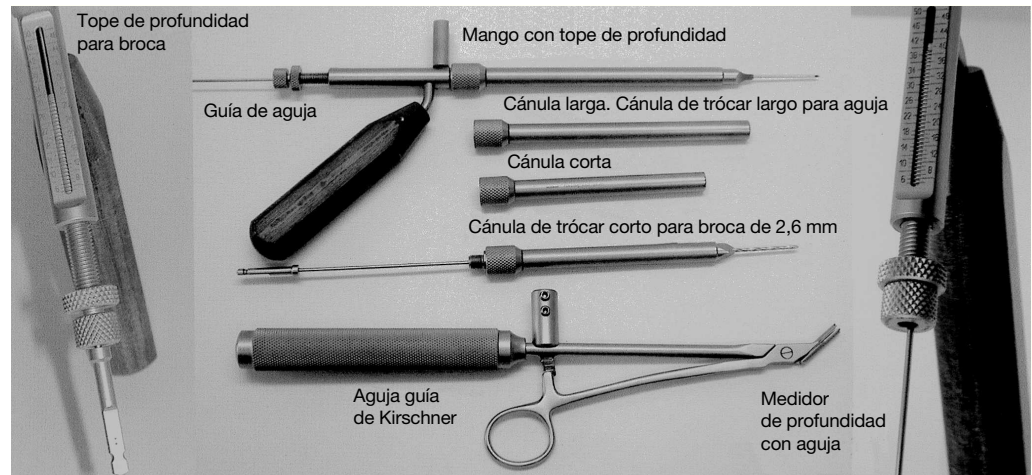
Instrumental e implantes

Implantes neon para instrumentación atlantoaxial (fig. 1)

- Tornillos canulados autotarodantes: diámetro 4 mm, color azul, longitudes 38-50 mm (incrementos 2 mm). Los tornillos se colocan sobre una aguja roscada de 1,5 mm sin perforar previamente. En la cabeza del tornillo se halla un ángulo de 45° respecto al eje del tornillo con un extremo roscado para el montaje final. Aplicación: atornillado transarticular C1/2.
- Tornillos canulados autotarodantes: diámetro 4 mm, color plata, longitud 10-38 mm (incrementos 2 mm). Los tornillos se pueden colocar sobre aguja de 1,5 mm tras perforar con broca de 2,6. En la cabeza del tornillo se halla un ángulo de 45° respecto al eje del tornillo con un extremo roscado para el montaje final. Aplicación: tornillos para las masas laterales de C1, y C3-7, tornillos de istmo de C2, tornillos pediculares de C2 hasta torácicos altos, tornillos transarticulares C2/3-C6/7.
- Conectores: cuatro longitudes diferentes para una instrumentación fácil y un mínimo moldeado de las barras en el plano frontal, clasificados por colores, 14 y 18 mm (rojo), 16 y 20 mm (verde). A los dos conectores más largos se les añade un tornillo de bloqueo para aumentar la estabilidad del montaje. Aplicación: conexión estable angularmente entre tornillos y barra.

Figura 2

Sistema de trócares *neon* para la instrumentación percutánea transarticular C1/2 y la instrumentación percutánea pedicular.



- Montaje con tuercas: colocación del montaje en los extremos roscados de los tornillos para colocar encima los conectores, fijación de los conectores con tuercas.
- Aplicación: conexión de los tornillos con los conectores.

- Espaciadores: clasificados por colores, dos alturas, 2 mm (rojo), 4 mm (verde), se pueden colocar entre tornillos y conector. Aplicación: equilibrar la diferencia de altura entre tornillos y barra.

- Barra: diámetro de 4,5 mm, longitudes de 20-230 mm. Aplicación: conexión de 2 o más tornillos de *neon*.

- Pinza de gancho de atlas: se compone de gancho y barra. Aplicación: instrumentación C1/2 en combinación tornillos transarticulares C1/2 como base de 3 puntos de apoyo siguiendo el esquema de Gallie o Brooks. Aplicación: instrumentación C1/2-7.

Instrumental *neon*

- Guía de broca con ajuste de longitud: compuesta por mango, tope de profundidad, sistema de anclaje y diferentes camisas para diferentes brocas (de punta de 2,6, roma de 2,6, de punta de 1,5 mm), adaptador para sistema CAS (Computer Assisted Surgery).

- Sistema de trócares (fig. 2): adaptables al mango de la guía de broca, compuesto de dos cánulas de trocar y de un trocar canulado cada una, dos longitudes para la instrumentación C1/2 percutánea transarticular (larga) y para instrumentación pedicular percutánea (corta).

- Brocas con anclaje AO: 2,6 mm, con tope de profundidad.

- Aguja guía de Kirschner: 1,5 mm, con punta roma con dos marcas para determinación de longitud de los tornillos con el medidor o con el sistema de trócares.

- Medidor: determinación de la longitud de los tornillos con la aguja guía o con la aguja de perforación.

- Punzón: apertura de la cortical en el punto de entrada del tornillo.

- Destornillador, canulado con anclaje del tornillo: adaptador para el sistema CAS, permite una fijación suficiente del tornillo al destornillador. Utilización: colocación de los tornillos sin aguja guía (sobre todo en los tornillos de las masas laterales).

- Destornillador canulado sin anclaje de tornillo. Aplicación: colocación de tornillos con aguja guía y orientación precisa de las cabezas de los tornillos.

- Destornillador, flexible, canulado. Aplicación: permite la colocación de tornillos transarticulares C1/2 cuando la aguja guía se inserta con la cánula angulada para agujas guía.

- Guía de agujas de Kirschner (fig. 2): angulada, adaptador para sistema CAS, la punta se puede abrir. Aplicación: colocación de una aguja roscada cuando no es posible la utilización del sistema de trócares o de la guía de broca en la dirección adecuada en los tornillos C1/2 (p. ej., en la cifosis torácica alta marcada).

- Destornillador: para realizar el montaje.

- Llave hexagonal: para colocar las tuercas.

- Destornillador hexagonal de 2,5 mm: para los tornillos occipitales, los ganchos de atlas y los tornillos de bloqueo de los conectores de 18 y 20 mm.

- Instrumental de corte: compuesto de una cizalla de tuercas, sistema de corte con pieza de bloqueo y llave en T para acortar el montaje.

- Dobrador: para barras de 4,5 mm y pinzas gancho de atlas.

- Pinza de barra.
- Pinza de espaciador *neon*.
- Pinzas de compresión, pinzas de distracción: para instrumentaciones con pinzas gancho de atlas.

Anestesia y posición

- Anestesia general endotraqueal con relajación muscular.
- Al principio en decúbito supino para antisepsia y colocación de las pinzas de Mayfield a 2 traveses de dedo por encima del conducto auditivo externo. También es posible la colocación de la cabeza sobre un molde sin una fijación rígida, pero no es recomendable, puesto que dificulta las maniobras de reducción.

- Cambio a posición decúbito prono sobre un soporte de gomaespuma protegiendo tórax y abdomen con almohadas. Se envuelven los brazos con un vendaje adhesivo de tracción y se coloca un peso de 2,5 kg en un sistema de polea.

- Reducción cerrada, si es necesaria, bajo escopia, pero a ser posible colocación preoperatoria en la posición para instrumentar. En caso de atornillado transarticular C1/2 máxima flexión cervical sin desplazamiento ni pérdida de la reducción.

- Lavado, antisepsia y entallado manteniendo la escopia en proyección lateral.

Técnica quirúrgica

Figuras 3 a 9

Antes de explicar la técnica paso a paso debe describirse la colocación de los tornillos atlantoaxiales (figs. 3-5).

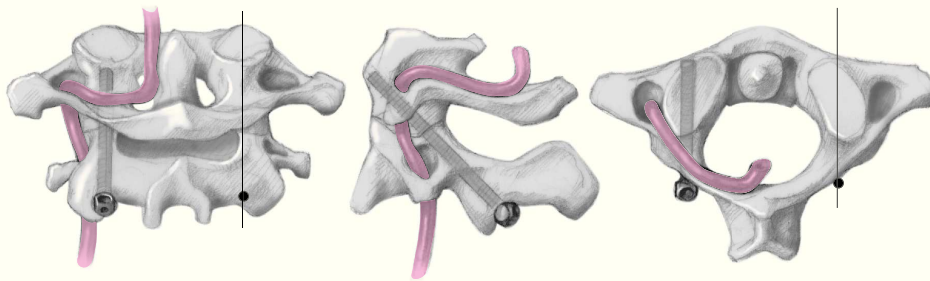


Figura 3

Colocación de los tornillos transarticulares según Magerl: antes de cada instrumentación transarticular se debe realizar una TAC con reconstrucción tridimensional. Dependiendo de la TAC se decide si es posible la colocación de tornillos transarticulares sin dañar las arterias vertebrales. Por esta causa no es posible dicha instrumentación en un 15-20% de los pacientes por variaciones anatómicas de la arteria^{18,25}. El punto de entrada se localiza en una línea sagital, que pasa por en medio del istmo (conexión entre la parte craneal y caudal de la faceta articular) en el borde de la faceta caudal de C2, 2 mm craneal y lateral al borde medial. En caso de variaciones anatómicas del transcurso de la arteria vertebral se puede colocar un tornillo más corto que alcance la arteria siguiendo la técnica descrita y la dirección.

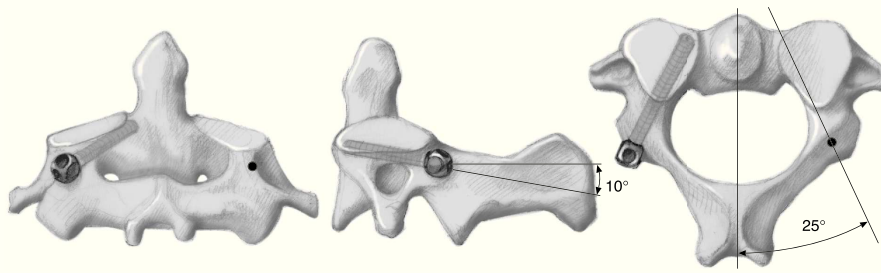


Figura 4

Colocación del tornillo transpedicular C2: la dirección del tornillo transpedicular en C2 difiere de C3-7 por una menor convergencia. La convergencia debería ser de unos 25° y de 10° en el plano sagital en relación con la base de C2. A diferencia de C3-7 el diámetro del tornillo es de 8 mm (5 mm en C3-7). La pared medial del pedículo de C2 se puede palpar fácilmente con un disector.

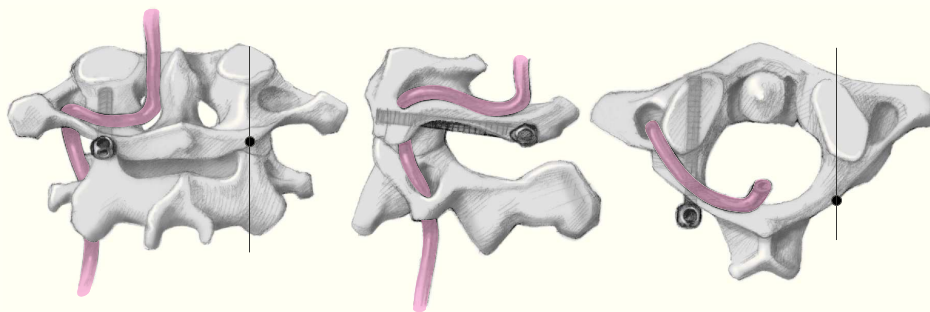
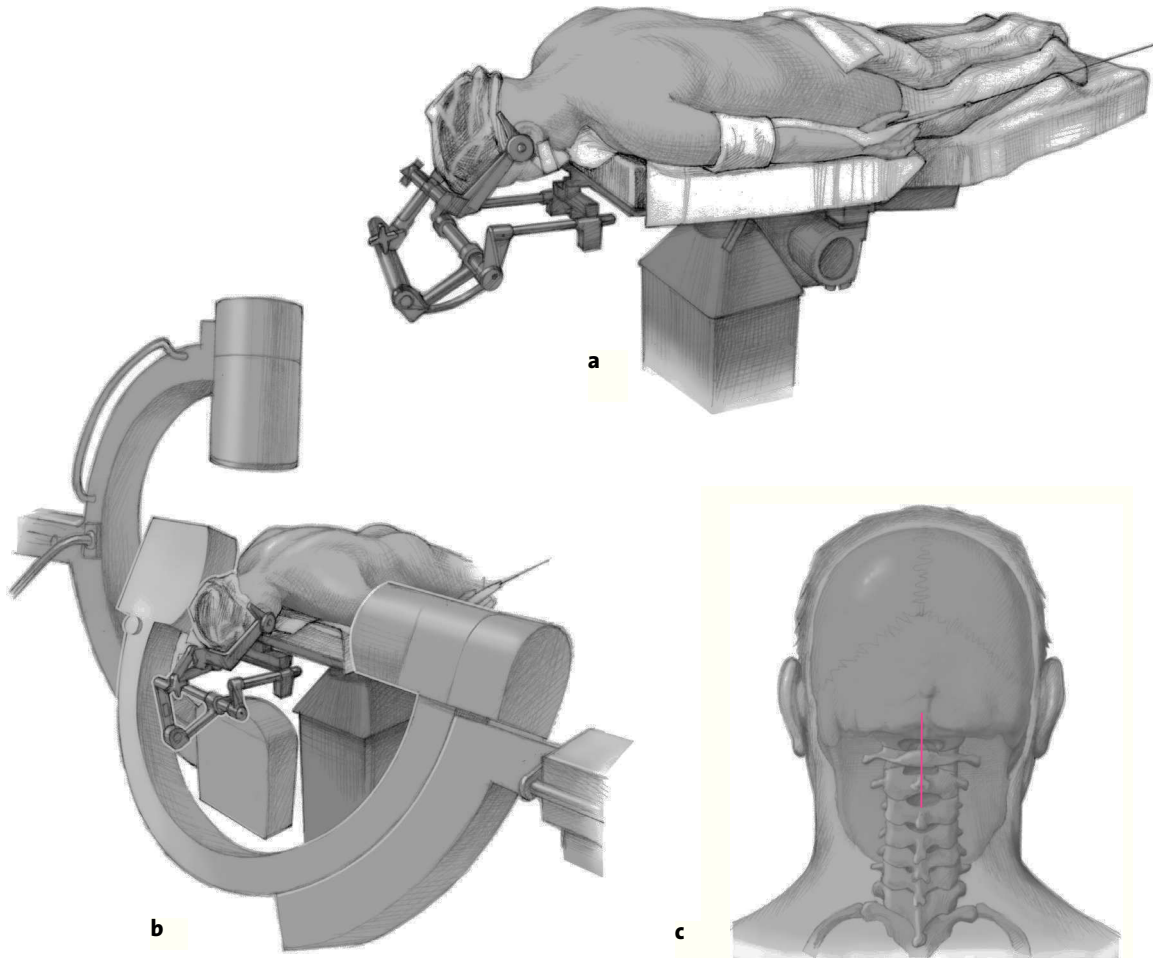


Figura 5

Tornillo de masa lateral de C1: el tornillo transcurre en un sentido levemente craneal en el plano sagital en relación con la articulación C1/2 y en sentido perpendicular al plano frontal. El punto de entrada se localiza por debajo del arco del atlas y en la zona de transición a masa lateral de C1. La raíz C2 que recorre la zona dorsal al punto de entrada se protege de la broca y la introducción del tornillo con un disector hacia caudal.

A continuación se describen los pasos para la instrumentación atlantoaxial con pinzas de atlas.

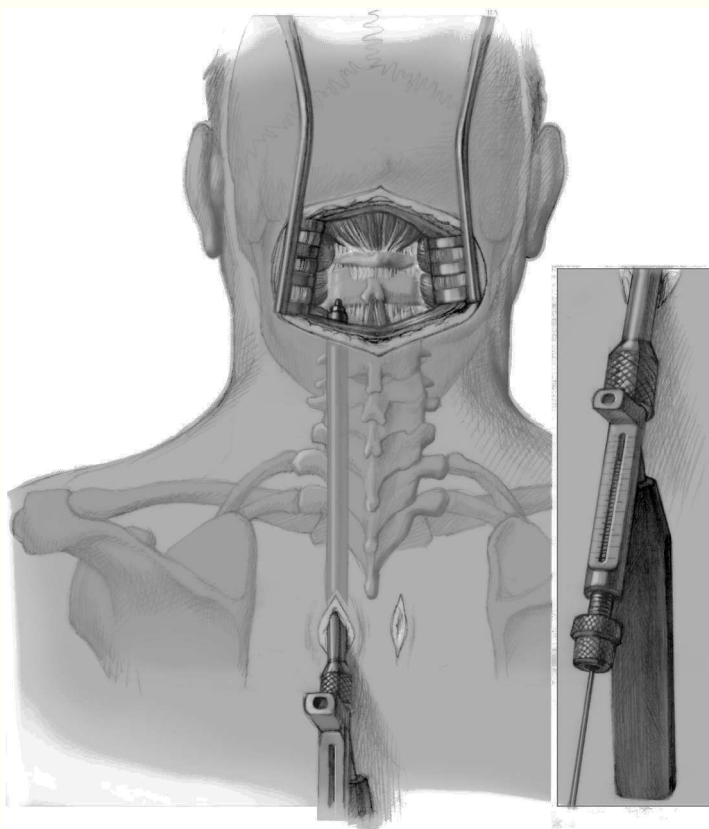
Posición (véase apartado Anestesia y posición) y aproximación



Figuras 6a-c

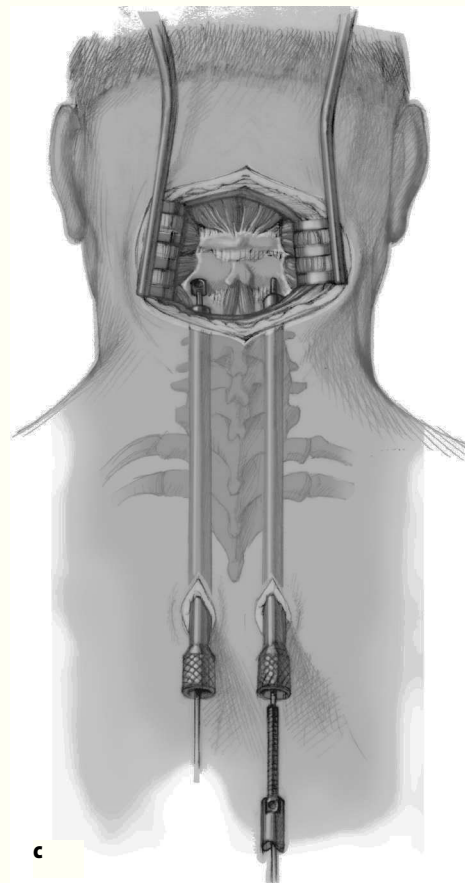
Posición decúbito prono sobre un soporte de gomaespuma protegiendo tórax y abdomen con almohadas. Se envuelven los brazos con un vendaje adhesivo de tracción y se coloca un peso de 2-4 kg en un sistema de polea, fijación rígida de la cabeza con pinzas de Mayfield u otros sistemas, reducción y colocación del perfil sagital deseado si puede ser de forma preoperatoria (a), escopia colocada de forma fija en proyección lateral, colocación de la segunda escopia para proyección AP para los tornillos transarticulares C1/2 marcando su situación en el suelo (b) usando una tira de esparadrapo para hallar rápido su posición de forma intraoperatoria. Tras lavado estéril, entallado y colocación de película adhesiva transparente, incisión media centrada sobre la zona a instrumentar (1 cm distal a la protuberancia occipitalis hasta 1 cm distal de la espina de C2, longitud aproximada 6 cm; (c) y –con el uso del sistema de trócares 6 cm es suficiente– incisión de la fascia con electrocauterio o bisturí de ultrasonidos, a continuación exposición subperióstica del arco dorsal del atlas, de la espina y arco posterior de C2 con bisturí de US (ultrasonidos) o con periostiotomo y gasas extendidas.

Instrumentación atlantoaxial con tornillos transarticulares C1/2 y pinzas de atlas

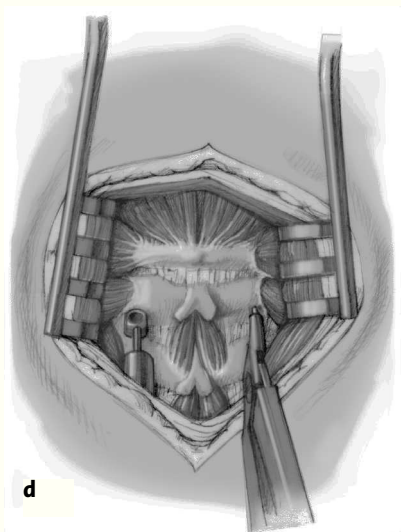


a

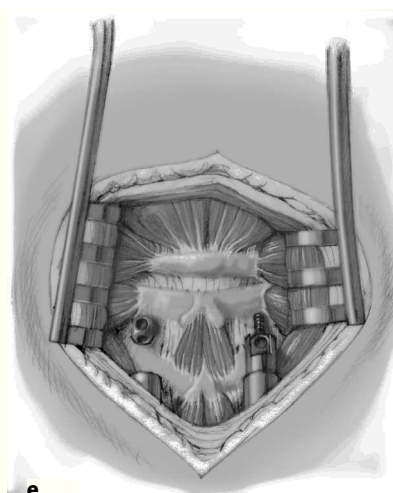
b



c



d



e

Figuras 7a-e

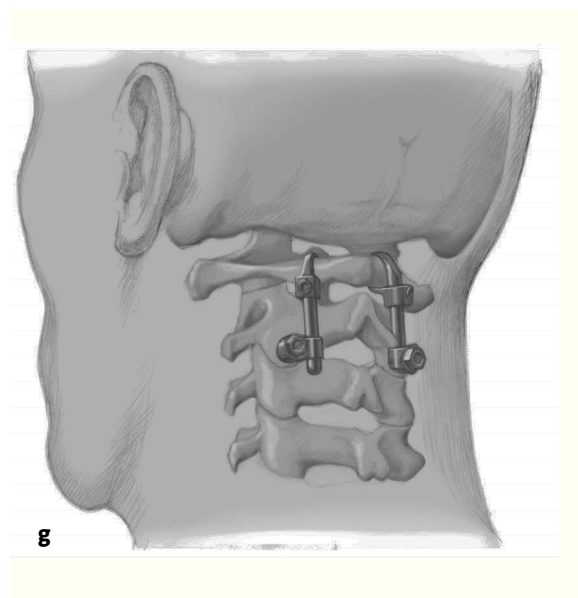
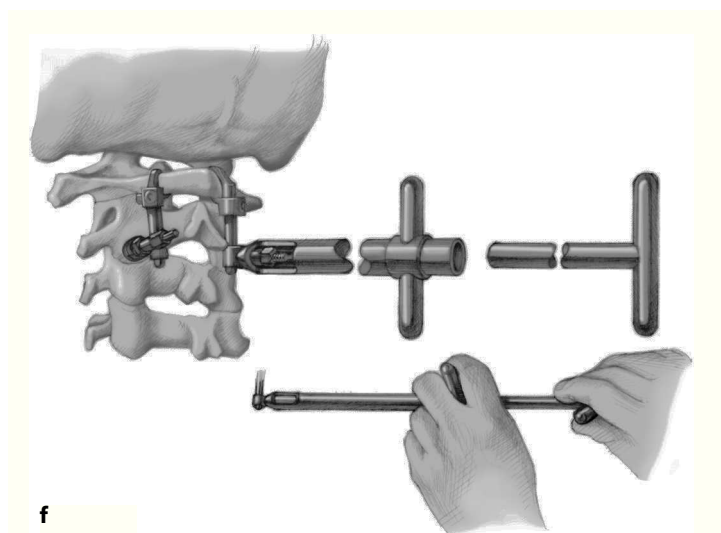
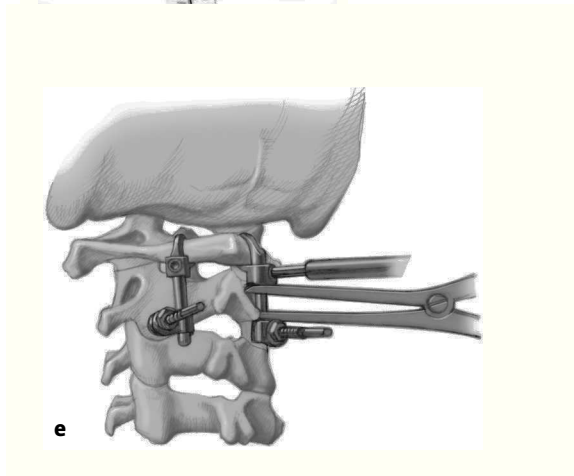
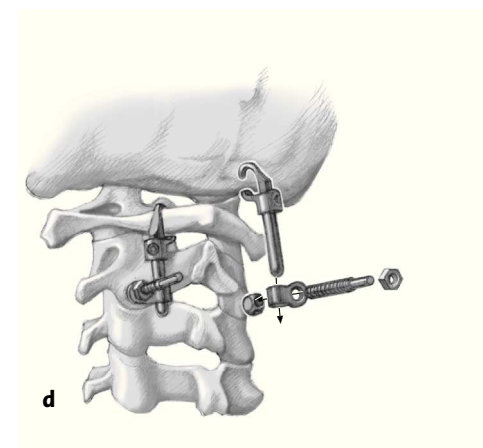
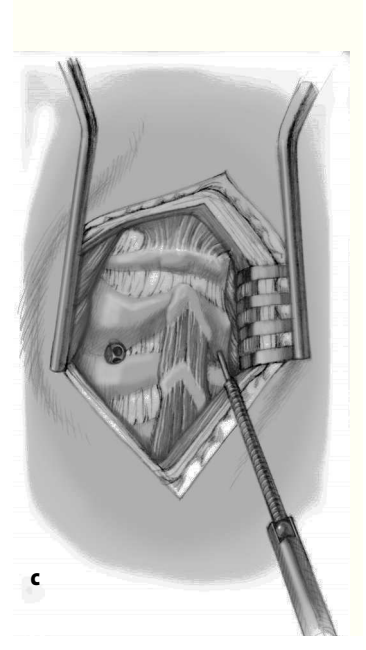
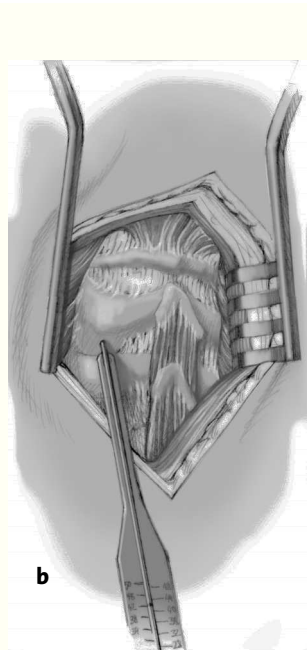
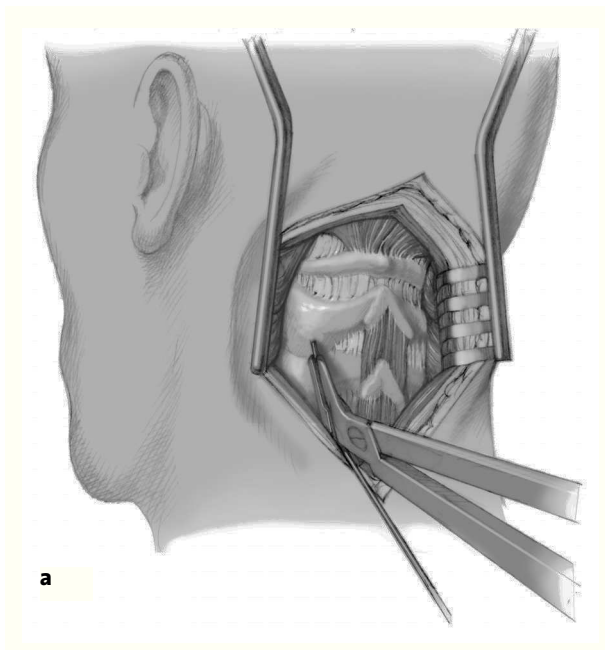
La instrumentación atlantoaxial con tornillos transarticulares C1/2 y las pinzas de atlas poseen la ventaja desde el punto de vista biomecánico que debido a su apoyo en tres puntos no precisan ni cerclajes sublaminares ni injertos estructurales corticoesponjosos, con lo cual se disminuye el riesgo operatorio y la duración. Tras buscar el punto de entrada se abre con punzón o fresa ósea. Bajo control escópico en dos planos, introducción de la aguja de 1,5 mm, al menos en las instrumentaciones cortas se aconseja realizar dos incisiones suplementarias y utilizar el instrumental percutáneo. A través de una incisión de aproximadamente 1 cm. Se introduce una cánula y el sistema de trócar. Con el sistema de trócares con un diámetro interior de 1,6 se introduce la aguja de Kirschner (a).

Empujando el sistema de trócar hasta el contacto con el hueso se puede utilizar el medidor para saber la longitud del tornillo (b). Se retira ahora el trócar dejando la cánula externa para aplicar el mismo procedimiento contralateral.

Tras comprobar la correcta colocación de las agujas de Kirschner con la escopia, colocación de los tornillos autotarodantes y canulados neon (azules) de la correspondiente longitud a través de la cánula tras retirar el trócar y con el tornavis sin anclaje (c, d).

Debido a la punta del tornillo especial no es necesaria la broca canulada sobre aguja de Kirschner. Se ha de vigilar, sin embargo, que al introducir el tornillo no empuje la aguja de Kirschner. En escasas ocasiones el instrumental no puede adaptarse exactamente a la dirección deseada para la aguja de Kirschner (p. ej., en caso de cifosis torácica alta o en reumáticos). En estos casos la cánula y el trócar se retiran un poco y la aguja de Kirschner se introduce bajo control de escopia (e). Gracias al mango alargado de la cánula se puede colocar sin más dificultades.

Tras colocación de las agujas de Kirschner se abre el portagujas del motor y se retira el mismo. Se colocan entonces los tornillos canulados autotarodantes neon (azules) con el destornillador canulado flexible (e). Tras colocar los tornillos se retiran las agujas de Kirschner, pero se dejan las cánulas para evitar el sangrado de las incisiones.



Figuras 8a-g

En caso de instrumentaciones largas se pueden introducir los tornillos a través del mismo abordaje. La aguja de Kirschner se puede introducir con el trócar sin la cánula si se prefiere. Si se usa sólo el trócar solamente es necesario un pequeño abordaje puesto que con el trócar se puede forzar un poco más la aguja que con la cánula rígida (a). La longitud del tornillo se valora con el medidor (b). Tras colocar la aguja de Kirschner se colocan los tornillos de la longitud correspondiente con el destornillador flexible o el rígido (c). Independientemente del tipo de aplicación de los tornillos se seguirán los siguientes pasos en la Instrumentación: los easy fits se colocan en el extremo roscado de los tornillos. Adaptación de las pinzas de atlas acortadas y contorneadas apropiadamente con un conector de 14 mm. Desde craneal se desliza el gancho sobre la parte posterior del arco del atlas 15 mm lateral a la línea media y en ángulo recto respecto al arco. Se fija entonces el conector con una tuerca (d). Se coloca entonces el destornillador SW 2,5 en el tornillo presa del gancho de tracción. Colocación del gancho de tracción paralelo al gancho de la barra; entonces se aprieta el gancho de tracción contra el arco del atlas utilizando la pinza de distracción (apoyada contra el conector y el gancho de tracción). Fijación del tornillo de presa del gancho de tracción (e).

Procedimiento igual en el otro lado. A continuación deben retirarse las partes sobresalientes del montaje. Ello se consigue mediante la cizalla y la tuerca de cizalla. La tuerca de cizalla se dirige por su parte redondeada hacia la tuerca del montaje y con la llave en T se enrosca firmemente a la tuerca del montaje. Tras ello se coloca la llave para realizar la fuerza en contra de la cizalla (f). Entonces se introduce la llave en T a través de dicha llave hacia la tuerca de cizalla. Al fijar la llave de contratracción y girar la llave en T la tuerca de cizalla secciona la parte del montaje sobresaliente (f). A continuación debe comprobarse que no se haya aflojado ningún componente del montaje, y si así ha sido, reafirmarlo. Las tuercas del montaje pueden aflojarse al cizallar si la llave de contra no se fija adecuadamente. Tras esto la instrumentación atlantoaxial con pinzas de atlas C1/2 se ha completado (g).

Si se ha de obtener una artrodesis dorsal se ha de cruentar las superficies dorsales óseas C1/2 con la fresa ósea después de los tornillos transarticulares y antes de colocar las pinzas.

Tras la instrumentación con las pinzas de atlas se aporta injerto autólogo procedente de cresta ilíaca posterior.

También es viable la colocación de sustitutos óseos dada la gran estabilidad del montaje. No es necesaria la colocación de un injerto corticoesponjoso.

Cierre cuidadoso por planos sobre un redón profundo, cierre cutáneo con puntos simples, apósito estéril.

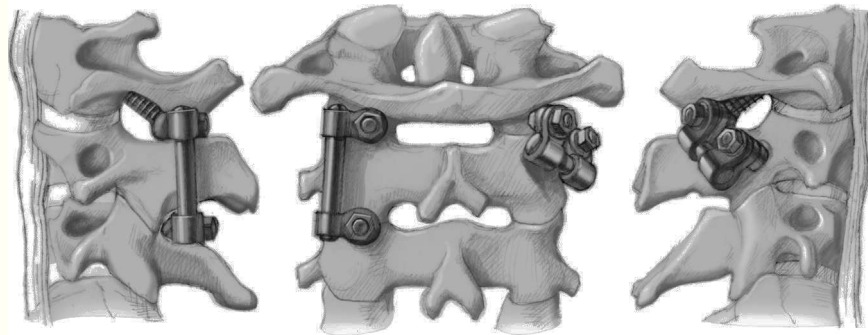


Figura 9

Si no es posible una necesaria instrumentación atlantoaxial con tornillos transarticulares C1/2 debido a que el recorrido de la arteria vertebral de un lado o de ambos supone un riesgo, se puede realizar una instrumentación dorsal C1/2 con tornillos de masa lateral de C1 y tornillos pediculares o de istmo de C2. El punto de entrada del tornillo de masa lateral de C1 se halla en el plano frontal en medio de la masa lateral y por debajo del arco posterior del atlas. El ramo dorsal C2 transcurre en esta zona por lo que se tendría que rechazar a caudal con un disector. El tornillo debería ascender 10-20° hacia ventral respecto a la articulación C1/2. Debido a la presencia de un plexo venoso se tendría que utilizar una guía de broca roma de 2,6 mm para evitar una hemorragia. El tornillo de istmo de C2 posee el mismo punto de entrada que el tornillo transarticular, pero con menor longitud como diferencia (14-22 mm). La técnica de introducción del tornillo se describe en el esquema. Tras la implantación de todos los tornillos se valora la longitud de la barra con el fantoma de ésta. Tras ello se colocan los easy fit atornillados y se monta la barra adecuada con los conectores. Se colocan las tuercas atornilladas para dar estabilidad angular al montaje tornillo-barra. Al apretar las tuercas se ha de sujetar la barra con tal de evitar un arrancamiento del tornillo. Tras fijar todas las partes del montaje se han de eliminar las partes sobrantes y se realiza de la forma descrita en la figura 8. Tras ello se puede dar por terminada la instrumentación.

Cierre cuidadoso por planos sobre un redón profundo, cierre cutáneo con puntos simples, apósito estéril.

Izquierda: Instrumentación con tornillo de masa lateral de C1 y tornillo de istmo de C2. Derecha: Instrumentación con tornillo de masa lateral de C1 y tornillo pedicular C2.

Tratamiento postoperatorio

- Control radiológico inmediatamente después de la cirugía en el quirófano.
 - Reposo en cama, incluyendo el día 1 del postoperatorio.
 - Protección con un collar blando durante 6 semanas.
- En situaciones de pobre calidad ósea (pacientes reumáticos), utilizar un collar rígido durante 6 semanas.
- Retirada del drenaje y cambio del apósito en el día 1 del postoperatorio.
 - Retirada de las agujas a los 10-14 días del postoperatorio.
 - Controles clínicos y radiológicos en los meses 3, 6, 12 y 24.

Errores, riesgos y complicaciones

- Lesiones yatrogénicas de raíces nerviosas, médula espinal o arteria vertebral debido a una mala posición del tornillo:

– Tornillos transarticulares C1/2: el principal riesgo de lesión de la arteria vertebral ocurre en el tercio craneal del istmo. En el 15-20% de todos los pacientes no es posible colocar un tornillo transarticular sin riesgo debido a las variaciones en el curso de la arteria vertebral (*high riding transverse foramen*). Sin embargo, debe realizarse un examen TAC preoperatorio con reconstrucción multiplanar. Si este examen muestra que un tornillo transarticular no puede colocarse con seguridad, puede emplearse alternativamente una instrumentación con un tornillo masa lateral C1 y un tornillo pedicular o ístmico C2 con el sistema *neon* (fig. 9). Si ocurre una lesión de la arteria vertebral, está recomendado continuar la inserción o mantener el tornillo en su lugar. Esto puede lograr una hemostasia. La disección o ligadura de la arteria es técnicamente muy difícil y no recomendada. En caso de posicionamiento defectuoso del tornillo, debe intentarse cambiar la posición.

Si esto no es posible, puede ser necesario extender la instrumentación distalmente y emplear tornillos de masa lateral o pedículo C3.

– Tornillos de masa lateral C1: principal riesgo de lesión de la raíz posterior de C2, que debe ser rechazada a caudal cuando se introduzca la broca o el tornillo. Las hemorragias procedentes del plexo periarticular C1/2 no siempre se pueden controlar con el bisturí bipolar. En estos casos se recomienda hemostasia y compresión con un agente hemostático (p. ej., *tabotamp fibrillar*).

- Alteraciones de la cicatrización: en caso de alteraciones de la cicatrización se recomienda una revisión precoz con desbridamiento y ocasionalmente un drenaje aspirativo para evitar una infección profunda.

- Infección en el lecho del implante: también se recomienda el desbridamiento en las infecciones del lecho del implante de una forma precoz incluyendo en el desbridamiento del mismo lecho. Normalmente no es necesaria la retirada de material. Se recomienda la colocación de rosarios antibióticos en el lecho del implante. De forma preoperatoria debería iniciarse antibiótico endovenoso (p. ej., levofloxacino y rifampicina) que deberían optimizarse tras el cultivo.

Resultados

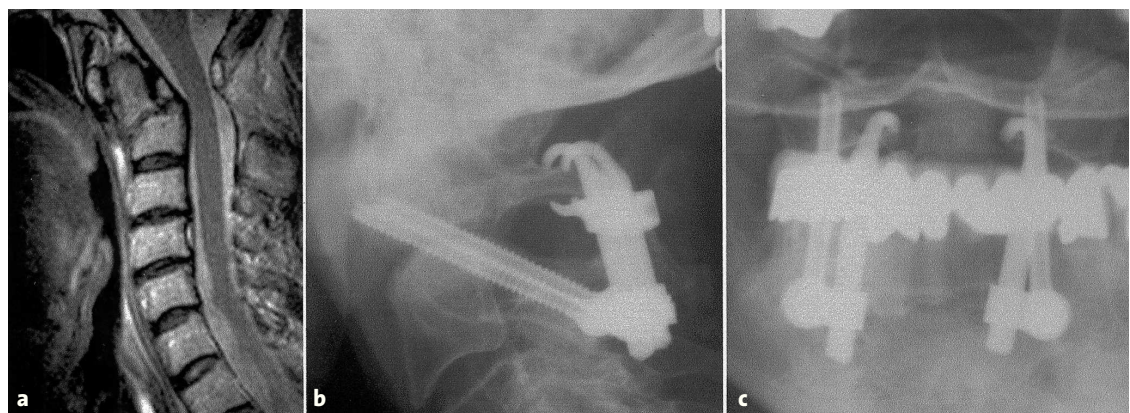
El autor realizó una artrodesis dorsal C1/C2 en 24 pacientes (16 mujeres y 8 varones) entre agosto de 2000 y febrero de 2002 con el nuevo sistema. En 21 pacientes se utilizaron 42 tornillos transarticulares. En 3 pacientes con variacio-

nes del recorrido de la arteria vertebral se realizó una combinación de tornillos de masa lateral de C1 y tornillos de istmo C2. Indicaciones (figs. 10-12): inestabilidad de origen reumatoide en 12 pacientes, fracturas de odontoides o pseudoartrosis de odontoides en 6 pacientes, rotura de ligamento alar en 3 pacientes, una subluxación rotacional recurrente en uno, una inestabilidad neoplásica (osteólisis de C2 debido a plasmocitoma) y una malformación congénita (hueso odontoides con vértebras C2/3 fusionadas) en una paciente.

La duración media de la intervención fue de 98 min (80-180), la pérdida media de sangre fue de 180 ml (50-300), la edad media en el momento de la intervención fue de 57 años (21-92).

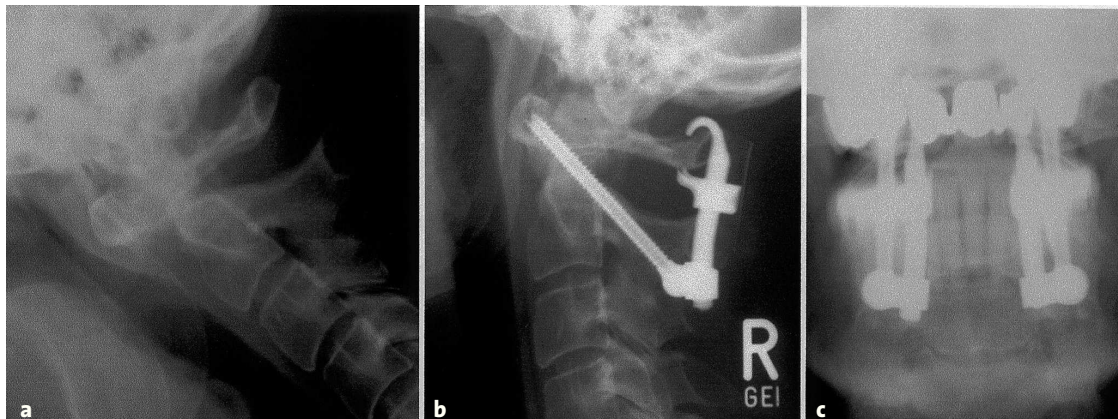
Durante una instrumentación transarticular en un caso se rompió la parte roscada de la aguja para el tornillo canulado y se tuvo que retirar. Por este motivo se varió el diseño de la aguja roscada y desde entonces no se ha vuelto a dar el problema. Se pudo realizar la instrumentación planificada en todos los casos sin alteraciones intraoperatorias. En los 42 casos de implante de tornillos transarticulares C1/2 ninguno se colocó en situación anómala, y sin lesión de la arteria vertebral.

Los 24 pacientes fueron explorados tras 4-21 meses (promedio: 11,3). En todos ellos se obtuvo fusión ósea documentada, no hubo ningún fallo de material; no fue necesaria ninguna retirada de material ni hizo falta una intervención de revisión.



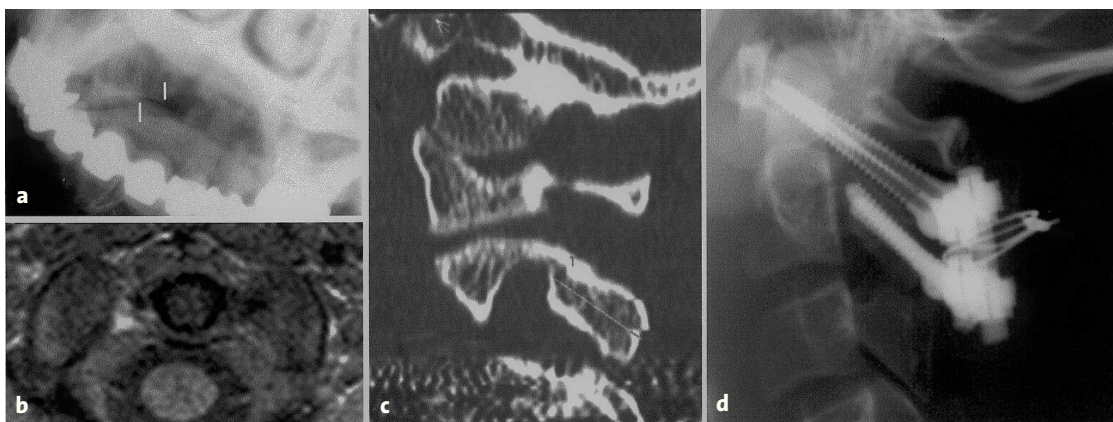
Figuras 10a-c

Ejemplo 1. Paciente de 48 años con una pseudoartrosis inestable de odontoides tras ser tratado en otro centro de forma conservadora con un collarín de Philadelphia insuficiente (a). Se realizó la instrumentación atlantoaxial con tornillos transarticulares C1/2 y pinzas de atlas con aporte dorsal de injerto óseo autólogo procedente de cresta ilíaca posterior. En la exploración a los 12 meses presenta una fusión sólida C1/2, sin signos de fallo de material en un paciente asintomático (b, c).



Figuras 11a-c

Ejemplo 2. Paciente de 62 años con una inestabilidad progresiva C1/2 reumatoide. La distancia atlantodontoidea era de 8 mm sin impresión basilar (a). Se realizó una instrumentación posterior atlantoaxial con tornillos transarticulares C1/2 y pinzas de atlas con aporte de esponjosa autóloga de cresta posterior. En la exploración a los 9 meses presenta una fusión sólida C1/2, sin signos de fallo de material en un paciente asintomático (b, c).



Figuras 12a-c

Ejemplo 3. Paciente de 32 años con inestabilidad C1/2 tras ruptura de ligamento alar derecho y molestias persistentes en el tratamiento conservador. Inestabilidad importante en las radiografías funcionales AP hacia la derecha (a); en la resonancia nuclear magnética se aprecia ruptura del ligamento alar derecho (b). Dada la presencia de un recorrido anómalo de la arteria vertebral (*high riding transverse foramen*), no era posible la instrumentación atlantoaxial con tornillos transarticulares C1/2 (c), por lo que se realizó una instrumentación dorsal alternativa con tornillos de masas articulares de C1 y tornillos istmicos de C2. En el postoperatorio la paciente quedó libre de molestias. A los 12 meses presentaba fusión ósea C1/2 sin signos de fallos de material (d).

Bibliografía

1. Abumi K, Takada T, Shono Y, Kaneda K, Fujiya M. Posterior occipitocervical reconstruction using cervical pedicle screws and plate-rod systems. *Spine* 1999;24:1425-34.
2. Callahan RA, Johnson RM, Margolis RN, Keggi KJ, Albright JA, Southwick WO. Cervical facet fusion for control of instability following laminectomy. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59:991-1002.
3. Cone W, Turner WG. The treatment of fracture-dislocations of the cervical vertebrae by skeletal traction and fusion. *J Bone Joint Surg* 1937;19:584-602.
4. Goel A, Laheri V. Plate and screw fixation for atlanto-axial subluxation. *Acta Neurochir (Wien)* 1994;129:47-53.
5. Grantham SA, Dick HM, Thompson RC, Stinchfield FE. Occipitocervical arthrodesis. Indications, technique and results. *Clin Orthop* 1969;65:118-29.
6. Griss P, Schuler P, Orth J. Eine neue Platte zur dorsalen occipito-cervikalen Fusion. Design, Operationstechnik, erste klinische Resultate. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1994;132:399-404.
7. Grob D, Dvorak J, Gschwend N, Froehlich M. Posterior occipitocervical fusion in rheumatoid arthritis. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990;110:38-44.

8. Grob D, Dvorak J, Panjabi M, Froehlich M, Hayek J. Posterior occipitocervical fusion. A preliminary report of a new technique. *Spine* 1991;16:Suppl 3:517-24.
9. Grob D, Dvorak J, Panjabi MM, Antinnes JA. The role of plate and screw fixation in occipitocervical fusion in rheumatoid arthritis. *Spine* 1994;19:2545-51.
10. Hamblen DL. Occipito-cervical fusion. Indications, techniques and results. *J Bone Joint Surg Br* 1967;49:33-45.
11. Jeanneret B. Posterior rod system of the cervical spine: a new implant allowing optimal screw insertion. *Eur Spine J* 1996;5:350-6.
12. Kotani Y, Cunningham BW, Abumi K, McAfee PC. Biomechanical analysis of cervical stabilization systems. An assessment of transpedicular screw fixation in the cervical spine. *Spine* 1994;19:2529-39.
13. Lee PC, Chun SY, Leong JC. Experience of posterior surgery in atlanto-axial instability. *Spine* 1984;9:231-9.
14. Lipscomb PR. Cervico-occipital fusion for congenital and posttraumatic anomalies of the atlas and axis. *J Bone Joint Surg Am* 1957;39:1289-301.
15. Menezes AH, VanGilder JC, Clark CR, el-Khoury G. Odontoid upward migration in rheumatoid arthritis. An analysis of 45 patients with "cranial settling". *J Neurosurg* 1985;63:500-9.
16. Newman P, Sweetnam R. Occipito-cervical fusion. An operative technique and its indications. *J Bone Joint Surg Br* 1969;51:423-31.
17. Olerud C, Lind B, Sahlstedt B. The Olerud cervical fixation system; a study of safety and efficacy. *Ups J Med Sci* 1999;104:131-43.
18. Paramore CG, Dickman CA, Sonntag VK. The anatomical suitability of the C1-2 complex for transarticular screw fixation. *J Neurosurg* 1996;85:221-4.
19. Perry J, Nickel VL. Total cervical-spine fusion for neck paraparesis. *J Bone Joint Surg Am* 1959;41:37-60.
20. Richter M, Schmidt R, Claes L, Puhl W, Wilke H-J. Posterior atlantoaxial fixation – biomechanical in-vitro comparison of six different techniques. *Spine* 2002;27:1724-32.
21. Richter M, Wilke H-J, Kluger P, Neller S, Claes L, Puhl W. Biomechanical evaluation of a new modular rod-screw implant system for the posterior instrumentation of the occipito-cervical spine: in-vitro comparison with 2 established implant systems. *Eur Spine J* 2000;9:417-25.
22. Robinson RA, Southwich WO. Indications and techniques for early stabilization of the neck in some fracture dislocations of the cervical spine. *South Med J* 1960;53:565-79.
23. Sasso RC, Jeanneret B, Fischer K, Magerl F. Occipitocervical fusion with posterior plate and screw instrumentation. A long-term follow-up study. *Spine* 1994;19:2364-8.
24. Smith MD, Anderson P, Grady MS. Occipitocervical arthrodesis using contoured plate fixation. An early report on a versatile fixation technique. *Spine* 1993;18:1984-90.
25. Solanski GA, Crockard HA. Peroperative determination of safe superior transarticular screw trajectory through the lateral mass. *Spine* 1999;14:1477-82.
26. Sonntag KH, Kalfas I. Innovative cervical fusion and instrumentation techniques. *Clin Neurosurg* 1989;37:636-60.
27. Sutterlin CED, McAfee PC, Warden KE, Rey RM Jr, Farey ID. A biomechanical evaluation of cervical spinal stabilization methods in a bovine model. Static and cyclical loading. *Spine* 1988;13: 795-802.
28. Ulrich C, Wörsdorfer O, Claes L, Magerl F. Comparative study of the stability of anterior and posterior cervical spine fixation procedures. *Arch Orthop Trauma Surg* 1987;106:226-31.
29. Wertheim SB, Bohlman HH. Occipitocervical fusion. Indications, technique, and long-term results in thirteen patients. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69:833-6.

Correspondencia

Priv-Doz. Dr. Marcus Richter
 Rehabilitationskrankenhaus Ulm
 Orthopädische Klinik mit Querschnittgelähmtenzentrum
 der Universität Ulm
 Oberer Eselsberg 45
 D-89081 Ulm
 Tel: (+49/731)177-5106; Fax: 1118
 Correo electrónico: marcus.richter@medizin.uni-ulm.de