

Esta traducción ha sido provista por terceras partes. El texto fuente incluye terminología médica que puede ser difícil de traducir con exactitud. Si tiene alguna pregunta relacionada con la exactitud de la información contenida en la traducción, por favor refiérase a la versión en inglés, que es el texto oficial, en www.jbjs.org o en su versión impresa. Si detecta problemas o errores en esta traducción, por favor contáctese con The Journal en mail@jbjs.org.

RESEÑA SOBRE CONCEPTOS ACTUALES TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LA MIELOPATÍA CERVICAL ESPONDILÓTICA

POR RAJ D. RAO, MD, KRISHNAJ GOURAB, MD Y KENNY S. DAVID, MD

- El tratamiento conservador mediante la inmovilización del cuello y el cambio de actividades mejora el estado funcional en determinados pacientes afectados por mielopatía cervical espondilótica leve. Es preciso controlar con cuidado a estos pacientes, dado que puede haber deterioro neurológico pese a este tratamiento.
- El tratamiento quirúrgico precoz es beneficioso para la mayoría de los pacientes que padezcan mielopatía moderada o grave.
- Los objetivos fundamentales de la intervención quirúrgica para tratar la mielopatía cervical espondilótica son la descompresión de la médula espinal y la estabilización de los niveles en los que el movimiento excesivo posiblemente contribuya a la mielopatía.
- En casos de compresión de la médula espinal en uno, dos o tres niveles discales y en aquellos con pérdida de la lordosis cervical, se prefieren los tratamientos quirúrgicos anteriores. Cuando hay compromiso de tres o más niveles, la tasa más alta de complicaciones relacionadas con el injerto y el tratamiento suelen favorecer un abordaje posterior.
- La mayoría de las veces, el tratamiento quirúrgico correcto determina la recuperación satisfactoria de la mielopatía. Hay más probabilidades de que mejoren los pacientes sometidos a cirugía en etapas evolutivas más tempranas de la enfermedad y aquellos con menos comorbilidad.

La mielopatía cervical espondilótica es una de las causas principales de disfunción de la médula espinal en la población adulta. Los pacientes afectados representan un gran subgrupo de individuos que son tratados quirúrgicamente por cuadros cervicales degenerativos. Un estudio de 450 pacientes sometidos a cirugía cervical anterior para el tratamiento de discopatía degenerativa reveló que el 61% presentaba síntomas radiculares, el 16% tenía síntomas mielopáticos puros y el 23% restante, una combinación de mielopatía y radiculopatía¹.

Las manifestaciones clínicas sutiles de la mielopatía cervical espondilótica precoz dificultan el diagnóstico y no hay verdaderos estudios de evolución natural. Los pacientes o sus familiares advierten cada vez más torpeza en la marcha y el equilibrio, que atribuyen a la edad avanzada o a la artritis de las articulaciones de las extremidades inferiores. Es posible que los pacientes refieran torpeza o entumecimiento difuso de las manos de comienzo insidioso, que empeora la escritura u otras habilidades motoras finas y dificulta asir o sostener objetos. El examen físico muestra hiperreflexia tendinosa profunda, clonus, hiporreflexia superficial y presencia de reflejos patológicos. La espasticidad, la debilidad motora y la pérdida de la propiocepción contribuyen a la discapacidad funcional de los miembros superiores e inferiores. Los individuos con cuadros graves se encuentran cuadriparéticos o cuadripléjicos en la primera consulta². Para intentar describir la evolución natural de este cuadro, Clarke y Robinson comunicaron el avance de la enfermedad hasta el momento de la cirugía en un grupo de 120 pacientes (incluidos treinta y siete que no recibieron tratamiento, veintinueve tratados médicamente y otros cincuenta y cuatro

pacientes)³. El tratamiento médico consistió en diversos períodos de inmovilización del cuello, reposo en cama y tracción cervical. Los autores observaron que el 5% de sus pacientes presentó síntomas de comienzo rápido seguidos de un período de latencia prolongado, el 20% mostró una evolución gradual pero sostenida de signos y síntomas y el 75% tuvo deterioro escalonado de la función clínica intercalado con períodos variables de enfermedad latente. Se considera la intervención quirúrgica en la mayoría de los casos de mielopatía cervical espondilótica evidente desde el punto de vista clínico, dado el riesgo de deterioro neurológico. Sin embargo, no hay un algoritmo de tratamiento convencional debido a (1) la variabilidad de la presentación inicial y el curso ulterior de la enfermedad y (2) la falta de estudios prospectivos, aleatorizados que estratifiquen las opciones terapéuticas para pacientes que padezcan mielopatía de diversa gravedad. Un estudio multicéntrico prospectivo llevado a cabo por la Sociedad de Investigación de Columna Cervical [*Cervical Spine Research Society*] demostró que se indicaba de la misma manera el tratamiento quirúrgico y conservador a pacientes que presentaban mielopatía cervical espondilótica, aun cuando la diferencia entre ambos grupos con respecto al estadio clínico en el momento de la presentación no era “inusitadamente grande”⁴.

El tratamiento quirúrgico de los trastornos cervicales degenerativos ha evolucionado en los últimos setenta y cinco años. En un principio, Mixter y Barr describieron un abordaje posterior en 1934, cuando practicaron una laminectomía cervical⁵. En la década de 1970, se introdujeron diversas técnicas de laminoplastia como una alternativa menos desestabilizante que la laminectomía^{6,7}. Simultáneamente, la década de 1950 atestiguó la creciente popularidad de procedimientos anteriores y Robinson y Smith⁸, Cloward⁹, y Simmons y Bhalla¹⁰ describieron técnicas de descompresión y artrodesis anterior que involucraban el uso de injerto óseo de cresta ilíaca. La familiaridad cada vez mayor con el abordaje anterior llevó a practicar reconstrucción e instrumentación anterior en múltiples niveles. Los objetivos del tratamiento quirúrgico con todas estas técnicas han sido prevenir el deterioro y, en algunos casos, revertir la mielopatía al (1) descomprimir la médula espinal, (2) estabilizar la columna en casos en que el movimiento segmentario podría ser un factor contribuyente y (3) mejorar secundariamente la perfusión medular al descomprimir vasos vertebrales obstruidos.

Tratamiento conservador de la mielopatía cervical

En ocasiones, se propone una prueba de observación o tratamiento conservador a los pacientes que padecen mielopatía leve, pero en general este último no es eficaz a la hora de revertir o detener definitivamente la evolución de la mielopatía cervical espondilótica. En un estudio prospectivo, aleatorizado, de pacientes que presentaban mielopatía cervical espondilótica “de leve a moderada”, Kadanka y otros comunicaron respuestas similares después del tratamiento conservador o quirúrgico tras un período de seguimiento de tres años¹¹. El tratamiento conservador consistió en inmovilización cervical intermitente con un collarín blando, antiinflamatorios y reposo en cama, desalentar activamente las actividades de alto riesgo y evitar la sobrecarga física, la exposición al frío, el movimiento sobre superficies resbalosas, las terapias de manipulación y la flexión enérgica o prolongada de la cabeza. En un estudio más reciente, los autores informaron que un mayor diámetro anteroposterior del conducto vertebral, una mayor superficie transversal de la médula espinal y la edad avanzada se relacionaban con una mejor respuesta a este tratamiento conservador¹². Matsumoto y otros analizaron retrospectivamente los resultados del tratamiento conservador en un estudio de veintisiete pacientes que padecían mielopatía leve a moderada por hernia del núcleo pulposo del disco¹³. El tratamiento conservador consistió en ortesis cervical con un dispositivo ortopédico cervical rígido y restricción de actividades. Diecisiete (63%) de los veintisiete pacientes mostraron mejoría o estabilización de la función clínica y se evitó la cirugía durante una media de seguimiento de 3,9 años. Diez (37%) de los veintisiete pacientes presentaron deterioro neurológico o no mejoraron y se les propuso una operación a una media de nueve meses del momento de presentación. Los pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico y conservador mostraron recuperación similar en el momento del último seguimiento, lo que sugirió que una prueba de tratamiento conservador no disminuía la posibilidad de recuperación final de los pacientes que presentaban mielopatía leve.

Indicaciones para el tratamiento quirúrgico de la mielopatía cervical

Los pacientes afectados por mielopatía clínica grave o progresiva que presentan pruebas radiográficas concordantes de estenosis raquídea reúnen los requisitos para someterse a una intervención quirúrgica. En caso de enfermedad evidente desde el punto de vista clínico pero no progresiva, no hay pautas claramente establecidas respecto de las indicaciones para el tratamiento quirúrgico. La mayoría de los estudios sobre tratamiento quirúrgico de la mielopatía cervical espondilótica han sido de carácter retrospectivo. La decisión del cirujano para recomendar la intervención quirúrgica se basa en una constelación de resultados tales como síntomas del paciente, alteración de la marcha, otras pruebas de disfunción de haces largos, disminución funcional en las extremidades superiores o inferiores, tiempo de evolución de los síntomas, comorbilidad y resultados radiográficos.

Papel de las manifestaciones clínicas para indicar tratamiento quirúrgico

Para determinar si la intervención quirúrgica está indicada, se evalúan en combinación los síntomas y los signos de disfunción de haces largos tales como debilidad motora, hiperreflexia, espasticidad, ataxia, reflejos patológicos y hallazgos mielopáticos en las manos¹⁴. En un estudio de 146 pacientes sometidos a una operación para tratar la mielopatía, la debilidad motora (129

pacientes; 88,4%) y la espasticidad (115 pacientes; 78,8%) fueron los dos hallazgos prequirúrgicos más comunes¹⁵. Wada y otros recurrieron a una combinación de síntomas neurológicos, puntuación funcional preoperatoria según el sistema de la Asociación Japonesa de Ortopedia [JOA: *Japanese Orthopaedic Association*] (Tabla I) y signos radiográficos para determinar la necesidad de realizar un tratamiento quirúrgico¹⁶. En esa serie, entre los síntomas mielopáticos observados con mayor frecuencia se encuentran torpeza de las manos, marcha inestable y entumecimiento de las extremidades. Cuando estos síntomas se combinaban con una puntuación de la JOA <13 puntos y compresión de la médula espinal en estudios por imágenes, se recomendaba tratamiento quirúrgico.

La aparición de una marcha mielopática es una indicación importante de intervención quirúrgica. La anormalidad de la marcha posiblemente sea espástica o atáxica, según si hay compromiso primario de los cordones laterales o posteriores de la médula. Bohlman, en un estudio de diecisiete pacientes sometidos a cirugía para tratar la mielopatía cervical, observó alteraciones de la marcha en todos ellos, quince de los cuales demostraban tropiezos y caídas¹⁷. Okada y otros comunicaron treinta y siete casos de mielopatía (treinta y dos pacientes) o mielorradiculopatía (cinco pacientes) tratados con corporectomía anterior¹⁸. Todos los pacientes presentaban anormalidades sensitivas e hiperreflexia, pero los autores emplearon las alteraciones de la marcha como indicación primaria de tratamiento quirúrgico.

Los pacientes que padecen mielopatía cervical espondilótica suelen presentar dolor axial a lo largo de la región posterior del cuello o irradiado hacia la cintura escapular, pero este no tiene importancia en la indicación del tratamiento quirúrgico. En estos casos, es posible que el dolor axial represente fatiga muscular o dolor referido por cambios degenerativos de la columna vertebral o bien puede ser una manifestación de radiculopatía cervical superior. En algunos pacientes que presentan mielopatía cervical espondilótica, se observa el signo de Lhermitte, es decir sensaciones como de descarga eléctrica en el tronco y las piernas provocadas por movimientos del cuello, tos o estornudos.

Papel del tiempo de evolución de los síntomas en la decisión quirúrgica

La compresión prolongada de la médula espinal puede provocar alteraciones histológicas y fisiológicas irreversibles tales como fibrosis intraneural, desmielinización y pérdida de neuronas intramedulares¹⁹. Por lo general, los pacientes sometidos a descompresión precoz obtienen mejores resultados del tratamiento quirúrgico que aquellos sometidos a descompresión tardía^{20,21}. En un estudio prospectivo de 146 pacientes que presentaban mielopatía cervical espondilótica, Suri y otros advirtieron que aquellos con síntomas de menos de un año de evolución mostraron una recuperación motora significativamente mayor después de la cirugía que aquellos con síntomas de duración más prolongada ($p < 0,05$)¹⁵. Tanaka y otros, en un estudio de cuarenta y siete pacientes de más de sesenta y cinco años de edad, observaron que la evolución de los síntomas antes de la cirugía influía intensamente en la recuperación funcional posoperatoria²⁰. Los autores recomendaron que se debe intentar la cirugía descompresiva aun en pacientes mayores de ochenta años, siempre y cuando el tiempo de evolución de los síntomas sea inferior a tres años, la incapacidad de caminar haya sido menor de tres meses y el paciente se encuentre en condiciones físicas para tolerar una cirugía. Según otro estudio, mejoró la marcha después de una laminoplastia en el 92% (once) de doce pacientes con síntomas de menos de dieciocho meses de evolución, pero sólo en el 77% (diez) de trece pacientes con síntomas de más tiempo de evolución antes de la cirugía²¹.

Por el contrario, algunos autores no han comunicado ninguna correlación entre el tiempo de evolución de los síntomas prequirúrgicos y el desenlace clínico después de la cirugía. Arnasson y otros revelaron información acerca de un grupo de treinta y ocho pacientes que presentaban mielopatía cervical sometidos a descompresión anterior con o sin artrodesis (cinco pacientes), laminectomía (veintinueve pacientes) o tratamiento conservador (cuatro pacientes)²². Los autores hallaron que la duración de los síntomas preoperatorios no incidía en el desenlace clínico posoperatorio.

Factores radiográficos que indican tratamiento quirúrgico

Es posible que el diámetro mediosagital del conducto se mida en radiografías simples (Fig. 1, a) o, con más exactitud, en imágenes de tomografía axial computarizada o de resonancia magnética. El diámetro mediosagital normal del conducto entre C3 y C7 es de 17 a 18 mm y se considera que los pacientes con un conducto óseo <13 mm presentan estenosis congénita²³. Muchos pacientes que padecen mielopatía cervical espondilótica sintomática tienen cierto grado de estenosis congénita del conducto óseo, con cambios degenerativos sobreagregados en las carillas articulares, los discos y el ligamento amarillo, que contribuyen a aumentar el estrechamiento del conducto y los agujeros vertebrales. La traslación estática o dinámica entre cuerpos vertebrales posiblemente disminuya aun más el área disponible del conducto y precipite la aparición de mielopatía (Fig. 1). Si bien se carece de pruebas que avalen estos criterios radiográficos en la columna cervical degenerativa, en la práctica clínica es común utilizar la espondilolistesis >3,5 mm entre cuerpos de vértebras cervicales adyacentes como indicador de traslación excesiva entre los cuerpos vertebrales, lo que habla en favor de la intervención quirúrgica. La denominada estenosis dinámica es un parámetro de espacio y movilidad del conducto descrito más recientemente y se evalúa en una radiografía de perfil tomada con el cuello estirado. Una distancia <12 mm entre el borde posteroinferior del cuerpo vertebral y el borde anterosuperior de la lámina inmediatamente caudal indica que el movimiento intersegmentario comprime la médula espinal.

Es posible que la resonancia magnética muestre zonas focales de cambios de señal dentro de la médula cervical en los sitios

de máxima compresión o las zonas adyacentes a estos. Las anomalías tanto de baja señal en las imágenes ponderadas para T1 como de alta señal en las imágenes ponderadas para T2 se han vinculado con mayor discapacidad clínica o menor recuperación neurológica posterior a la cirugía descompresiva^{15,24,25}. Estas alteraciones, generalmente denominadas mielomalacia, pueden representar edema intramedular, muerte neuronal, proliferación de neurogliocitos y desmielinización. En pacientes con estos cambios, posiblemente se indique intervención quirúrgica más precoz para intentar detener o revertir las alteraciones dentro de la sustancia de la médula espinal^{24,26}.

Comorbilidad que afecta la intervención quirúrgica

Corresponde considerar el cuadro patológico general del paciente al decidir sobre el tratamiento quirúrgico pues la comorbilidad médica concomitante influye en el desenlace, sobre todo en pacientes ancianos. Puede haber hipertensión, diabetes mellitus, insuficiencia coronaria, miocardiopatía, problemas pulmonares, infarto cerebral previo, úlceras gastrointestinales e hipertrofia prostática benigna; en dos estudios previos, se observaron estas comorbilidades en hasta el 70% (catorce) de veinte pacientes de más de setenta años de edad en quienes se estaba considerando una intervención quirúrgica para tratar la mielopatía cervical espondilótica^{27,28}. El control médico estricto en el período perioperatorio es esencial pero la cirugía puede, no obstante, agravar los cuadros médicos concomitantes o generar delirio en estos pacientes²⁷. Asimismo, es posible que el deterioro funcional en el período posoperatorio se deba a infarto cerebral o agravamiento de la diabetes mellitus²⁸. Los cambios de la médula espinal relacionados con la edad, la osteoartritis coexistente de los miembros inferiores, la estenosis raquídea lumbar y la neuropatía periférica pueden dificultar la recuperación posoperatoria^{28,29}. Si bien las tasas de recuperación funcional son más bajas en los pacientes mayores^{27,28}, la posibilidad de estabilización o de mejoría neurológica hace que el tratamiento quirúrgico sea una consideración en este grupo etario, aun en presencia de factores comórbidos^{20,27,28}.

Elección del procedimiento quirúrgico

El objetivo principal de la intervención quirúrgica en pacientes que presentan mielopatía cervical espondilótica, independientemente de que se emplee un abordaje anterior o posterior, es la expansión del conducto vertebral. La descompresión apropiada y precoz restablece y mejora la morfología de la médula espinal²³, revierte el edema medular^{15,30} y probablemente, mejora la irrigación medular, lo que ayuda a la recuperación neurológica. Los objetivos secundarios del tratamiento quirúrgico son lograr una artrodesis eficaz cuando la movilidad segmentaria anormal contribuya a la lesión reiterada de la médula y prevenir la aparición de deformidad tardía que puede comprometer la respuesta quirúrgica.

Los abordajes tanto anteriores como posteriores de la columna cervical permiten descomprimir la médula espinal y las raíces nerviosas, corregir la deformidad y estabilizar la columna vertebral. La elección de un abordaje anterior, posterior o combinado para descomprimir un conducto vertebral estenótico se basa fundamentalmente en (1) la alineación sagital de la columna vertebral, (2) la extensión de la enfermedad, (3) la localización de la anomalía compresiva, (4) la presencia de dolor cervical prequirúrgico y (5) operaciones previas. Entre otras consideraciones que inciden en la elección del abordaje se encuentran (1) el mayor riesgo de disfagia posoperatoria y lesión del nervio laríngeo después de cirugía anterior en múltiples niveles o prolongada, (2) lesión de las estructuras musculares y ligamentarias posteriores estabilizantes con el abordaje posterior y (3) exposición inadecuada al nivel C7-T1 a través del abordaje anterior en individuos con un cuello corto y musculoso.

Papel de la alineación de la columna cervical en la selección del tratamiento quirúrgico

Por lo general, la descompresión posterior para el tratamiento de la mielopatía está contraindicada en pacientes con alineación sagital neutra o cifótica de la columna cervical. La laminectomía o la laminoplastia en un paciente con una columna vertebral cifótica o neutralmente alineada no permitirá la traslación posterior de la médula espinal para que se aleje de la anomalía compresiva anterior. Sodeyama y otros mostraron que la traslación dorsal posoperatoria pico de la médula espinal fue máxima (desplazamiento pico, 3,1 mm) en pacientes con una curvatura lordótica de la columna vertebral, menor (desplazamiento pico, <3 mm) en pacientes con una columna recta y mínima (desplazamiento pico, <2 mm) en pacientes con una curvatura de la columna cervical cifótica o en forma de S³¹. También se ha comunicado una mejor recuperación de la mielopatía después de practicar una laminoplastia en pacientes sin cifosis preoperatoria³².

Kawakami y otros informaron que la alineación sagital pre y posoperatoria de la columna cervical no incidía en la recuperación posoperatoria de la mielopatía³³. Los autores recomendaron discectomía y artrodesis anterior para casos de compromiso discal en uno o dos niveles sin estenosis congénita del conducto (diámetro anteroposterior, $\geq$ 13 mm) y laminoplastia para aquellos con compromiso de tres niveles o más, o con estenosis congénita (aunque tuvieran lesión en un solo nivel). Chiba y otros postularon que la laxitud de la médula espinal inducida por la menor altura del disco en pacientes que presentaban mielopatía cervical espondilótica de múltiples niveles permitía una recuperación aceptable después de descompresión posterior, incluso en caso de columna cifótica o recta³⁴.

Papel de la extensión del compromiso patológico

La mayoría de los cirujanos prefiere un procedimiento anterior si el compromiso es de uno o dos niveles^{33,35}. Yonenobu y otros,

en un estudio de pacientes que presentaban mielopatía cervical espondilótica, comunicaron que se practicó discectomía o corporectomía cervical anterior a aquellos con compromiso de uno o dos niveles, laminectomía a aquellos con compromiso de cuatro niveles o más y cualquiera de los tres procedimientos a aquellos con compromiso de tres niveles³⁵. Los pacientes tratados con corporectomía mantuvieron el beneficio de recuperación funcional mejor que aquellos sometidos a alguno de los otros dos procedimientos. Los autores recomendaron recurrir a la corporectomía para tratar la espondilosis que compromete hasta tres niveles y reservar la laminectomía para tratar la espondilosis que afecta cuatro niveles o más.

Cabe considerar la corporectomía (1) para un paciente con estenosis congénita manifiesta por un diámetro anteroposterior del conducto óseo <13 mm, (2) para un paciente con un gran osteófito posterior adyacente a la placa epifisaria, (3) para un paciente que tiene un fragmento libre de disco que ha migrado hacia la parte posterior del cuerpo vertebral y (4) como alternativa a la artrodesis entre cuerpos vertebrales en múltiples niveles para reducir el número de superficies de artrodesis requeridas. La corrección de una deformidad cifótica permanente de la columna cervical puede lograrse de manera más confiable con corporectomía que con discectomía y artrodesis cervical anterior en múltiples niveles.

La prevalencia de disfagia y complicaciones relacionadas con el injerto es mayor a medida que aumenta el número de niveles incluidos en una artrodesis anterior y esto debe tenerse en cuenta a la hora de decidir sobre el tipo de abordaje. Algunos pacientes pueden presentar dificultad deglutoria persistente o cambios en la voz potencialmente importantes después de una cirugía anterior prolongada o difícil.

Papel de las dimensiones del conducto vertebral cervical

La estenosis congénita grave afecta a toda la columna cervical y por lo general, exige un abordaje posterior. Sodeyama y otros recomendaron descompresión posterior de la médula cervical en casos de mielopatía que presentaban un conducto vertebral <11 mm de diámetro y compresión medular en múltiples niveles³¹. Por el contrario, Kadoya y otros consideraron que la discectomía y la artrodesis anterior en múltiples niveles acompañadas de resección de osteófitos lograban descompresión satisfactoria de la médula espinal en pacientes que presentaban mielopatía, aun en presencia de un conducto congénitamente estenótico (<12 mm)³⁶. Los autores basaron su elección en resultados mielográficos, que demostraron que la compresión medular se debía fundamentalmente a los osteófitos y no a la estenosis del conducto.

Papel de la localización de la anormalidad

La elección de un abordaje anterior o posterior para el tratamiento de un conducto vertebral estenótico debe tener en cuenta la localización anatómica de la anormalidad. Los abordajes anteriores permiten buena visualización de anomalías localizadas ventralmente a la médula y evitan la necesidad de trabajar a su alrededor. Herkowitz y otros comunicaron un resultado excelente o bueno en diez (91%) de once pacientes sometidos a discectomía y artrodesis anterior para tratar la mielopatía o dolor cervical axial producto de hernias del núcleo pulposo³⁷. La compresión posterior de la médula espinal por la incurvación del ligamento amarillo o el desgaste de las láminas en un paciente con hiperlordosis favorece un abordaje posterior³¹.

Papel del dolor cervical preoperatorio

El dolor cervical preoperatorio es una contraindicación relativa de laminoplastia. La disrupción de la musculatura paravertebral posterior por un abordaje posterior puede intensificar el dolor axial cervical. Ratliff y Cooper, en una revisión de la bibliografía sobre laminoplastia, informaron que la prevalencia posoperatoria de dolor cervical variaba del 6% al 60% entre diferentes series e indicaron que la verdadera prevalencia podría ser, en realidad, más alta pues en los estudios revisados frecuentemente no se observaba dolor cervical³⁸. El dolor axial no es una preocupación importante después de una cirugía anterior.

Papel de cirugías previas

En pacientes sometidos a operaciones previas de columna cervical a través de un abordaje anterior o posterior, la cirugía de revisión que se practica por un abordaje alternativo evita la disección a través de tejido cicatricial y planos anatómicos alterados. El tejido cicatricial fijado en el esófago, la tráquea y las estructuras vasculonerviosas laríngeas aumenta la probabilidad de lesión de estas estructuras en caso de intervención reiterada. Otros factores que deben considerarse al decidir respecto del abordaje para la cirugía de revisión son el tiempo transcurrido desde la operación previa, la madurez del tejido cicatricial y la facilidad de practicar la intervención planificada a través de ese abordaje. La mejor manera de llevar a cabo una cirugía de revisión anterior es a través del abordaje previo cuando es factible. Cuando se contempla un abordaje anterior contralateral, la laringoscopia preoperatoria descartará paresia subclínica de las cuerdas vocales del lado previamente tratado.

Opciones quirúrgicas y problemas relacionados con tratamientos quirúrgicos anteriores para tratar la mielopatía cervical espondilótica

Discectomía y artrodesis cervical anterior

La discectomía y la artrodesis cervical anterior permiten reseca el material del disco y los osteófitos posteriores que comprimen la médula espinal y las raíces nerviosas en el nivel del espacio discal o inmediatamente adyacente a este (Fig. 2, A). La placa

epifisaria cartilaginosa se reseca por completo, pero preferimos mantener la integridad de la delgada placa epifisaria ósea pues opinamos que esto contribuye a la estabilidad mecánica de la superficie de contacto injerto-huésped y ayuda a mantener la alineación lordótica. La distracción del espacio discal determina la descompresión indirecta del conducto y el agujero vertebral a un grado variable y es seguida de la introducción de un injerto óseo de tamaño apropiado en el espacio intercostal. En la mayoría de los casos, la altura recomendada del injerto es de 2 mm más que la altura inicial del disco para evitar la pérdida de altura que se produce después de la incorporación del injerto³⁹.

Las ventajas del procedimiento son la capacidad de descomprimir la parte anterior de la médula espinal mediante un abordaje a lo largo de planos fasciales, la preservación relativa de la estabilidad de la columna vertebral y la baja prevalencia de extrusión o migración del injerto. La discectomía y la artrodesis cervical anterior requieren menos exposición de la médula espinal que la corporectomía, pero es posible que la menor visualización de la médula espinal aumente el riesgo de descompresión incompleta o lesión medular. No se la recomienda como tratamiento primario en casos de estenosis congénita grave del conducto, dado que este procedimiento no aumenta el diámetro anteroposterior global del conducto.

Corporectomía cervical

El término *corporectomía subtotal* hace referencia a la creación de un canal de 15 a 19 mm en la línea media anterior del cuerpo vertebral hasta el ligamento longitudinal posterior o la duramadre, con resección de los discos cefálico y caudal (Figs. 2, B y Figs. de 3-A a 3-G). La corporectomía permite expandir un conducto óseo angosto y reseca simultáneamente grandes osteófitos de las placas epifisarias vertebrales que comprimen la médula espinal o las raíces nerviosas. También es más seguro socavar grandes osteófitos de niveles adyacentes a través de un canal de corporectomía que trabajar a través de un espacio discal angosto con visualización limitada. La extensión lateral de la descompresión está limitada por el agujero transversal, que aloja a la arteria vertebral. La tomografía computarizada muestra que una descompresión central total de alrededor de 15 mm en C3 a 19 mm en C6 brinda un margen de seguridad de 5 mm hasta el borde interno del agujero transversal^{40,41}. Las superficies superiores de las vértebras cervicales subaxiales presentan un relieve ascendente en sus bordes laterales y lateroposteriores, conocido como apófisis unciforme. Se pueden utilizar reparos anatómicos como el borde interno de la apófisis unciforme, el borde interno del músculo largo del cuello y la curvatura natural de la placa epifisaria vertebral para mantener la orientación a la línea media. Esto ayuda a evitar la lesión inadvertida de la arteria vertebral por invasión de la pared lateral.

Los indicadores intraoperatorios de una descompresión adecuada son (1) un canal de 15 a 19 mm de ancho que permite introducir un injerto o jaula de tamaño apropiado, (2) proximidad simétrica a los bordes laterales del espacio discal identificado por la apófisis unciforme y (3) confirmación visual de descompresión de la médula espinal. Algunos cirujanos utilizan ecografías para evaluar si la descompresión es adecuada, ya que una imagen clara de la médula espinal en la proyección axial es un criterio de valoración demostrable de descompresión anterior adecuada^{42,43}.

Se han descrito diversas modificaciones de la técnica de corporectomía. En pacientes sin estenosis congénita del conducto pero con grandes osteófitos adyacentes al espacio discal en un nivel, algunos autores han combinado una discectomía con resección limitada del cuerpo vertebral adyacente¹⁴. Los autores de un informe describieron la resección de los dos tercios anteriores del cuerpo vertebral⁴⁴. Esos autores indicaron que esta corporectomía anterior parcial permitía mayor visualización intraoperatoria de la superficie de contacto entre los discos adyacentes y el ligamento longitudinal posterior, facilitaba la resección de osteófitos y disminuía el número de superficies que requerían artrodesis en comparación con una discectomía y artrodesis en múltiples niveles. Es posible que al combinar una corporectomía con una discectomía adyacente se evite la inestabilidad biomecánica vinculada con corporectomías en múltiples niveles.

Resección de osteófitos posteriores como parte de la descompresión

Se ha comunicado que la resección de osteófitos posteriores permite una descompresión más precoz de la médula espinal y mejor recuperación³⁶. Asimismo, es posible que la resección de osteófitos posteriores y laterales posibilite una mejoría más confiable de los pacientes con síntomas radiculares asociados. Sin embargo, la resección de osteófitos se relaciona con un mayor riesgo de lesión de la médula espinal. Yonenobu y otros comunicaron agravamiento de la mielopatía en uno de setenta y cinco pacientes como consecuencia de una lesión medular vinculada con la resección de osteófitos durante discectomía y artrodesis cervical anterior⁴⁵. Los autores recomendaron corporectomía en lugar de discectomía y artrodesis cervical anterior cuando hay osteófitos posteriores suficientemente grandes para requerir resección.

Hay información contradictoria respecto de si los osteófitos se reabsorberán después de una artrodesis sólida. Connolly y otros⁴⁶ y Robinson y otros⁴⁷ comunicaron resorción completa de osteófitos después de una artrodesis sólida. Por el contrario, Stevens y otros⁴⁸ revisaron mielogramas tomográficos computarizados de cincuenta y tres pacientes doce años después de artrodesis entre cuerpos vertebrales y comunicaron que no hubo resorción de osteófitos en ninguno de los casos. Recomendaron reseca sistemáticamente todos los osteófitos durante la operación para minimizar las probabilidades de síntomas persistentes.

Resección del ligamento longitudinal posterior como parte de la descompresión

La resección de un ligamento longitudinal posterior engrosado u osificado durante la discectomía y la artrodesis cervical

anterior permite una descompresión más completa pero aumenta el riesgo de contusión medular y hematoma posoperatorio^{1,17}. Un ligamento longitudinal posterior indemne contribuye a la estabilidad de la columna vertebral y aumenta el margen de seguridad al ayudar a prevenir la extrusión posterior del injerto hacia la médula espinal. Yamamoto y otros advirtieron la presencia de un fragmento de disco por detrás del ligamento longitudinal posterior en tres (5%) de cincuenta y cinco pacientes⁴⁹. Si se observa un desgarro en el ligamento longitudinal posterior durante la operación o si estudios por imágenes indican que hay un fragmento por detrás de este ligamento, la resección del ligamento longitudinal posterior permite realizar una exploración segura para descartar compresión persistente de la médula espinal y de las raíces nerviosas por un fragmento de disco extruido.

Agregado de niveles con signos radiográficos leves a la operación

A menudo, no es fácil identificar un solo nivel responsable de la mielopatía cuando hay alteraciones discales degenerativas en múltiples niveles. Además, preocupa que los segmentos no tratados que muestran cambios degenerativos leves o traslación intervertebral adyacente al sitio de la intervención quirúrgica propuesta provoquen alteraciones mielopáticas posoperatorias recurrentes. Por estas razones, algunos autores han indicado que, en el momento de la cirugía, deben tratarse todos los niveles de compresión radiográficamente demostrables^{35,42}. Shoda y otros recomendaron extender la artrodesis a todo nivel adyacente que presentase estenosis dinámica, además de los niveles estenóticos primarios⁵⁰. Tani y otros intentaron minimizar las complicaciones perioperatorias en pacientes que sufrieran de enfermedades de múltiples niveles limitando la intervención quirúrgica al nivel más sintomático⁵¹. Esos autores utilizaron potenciales evocados de médula espinal intraoperatorios para identificar el nivel discal que estaba causando el máximo retraso de conducción. Este abordaje implica el riesgo de dejar anomalías compresivas importantes desde el punto de vista clínico en zonas no tratadas. Se deben valorar los beneficios de incluir todos los niveles respecto del mayor tiempo y el riesgo más alto de la operación.

Opciones de injerto óseo después de discectomía y corporectomía

Tradicionalmente, el hueso autógeno de cresta ilíaca ha sido la opción preferida de injerto óseo para discectomía y artrodesis cervical anterior en múltiples niveles. Se obtiene de la cresta ilíaca un injerto tricortical en forma de herradura mediante una sierra oscilante de baja velocidad y se lo introduce en el espacio intercostal con la porción cortical hacia el plano anterior. El aloinjerto óseo evita la morbilidad vinculada con la obtención de hueso autógeno, aunque generalmente se ha relacionado con tasas más altas de falta de consolidación después de artrodesis que involucra más de un nivel⁵². Recientemente, Samartzis y otros comunicaron tasas equivalentes de artrodesis vinculadas con aloinjerto y autoinjerto utilizados para procedimientos que involucran hasta tres niveles practicados con técnicas quirúrgicas actuales y placas cervicales anteriores⁵³. Esos autores indicaron que la preparación de las placas epifisarias, la determinación del tamaño del injerto, la retracción del injerto 2 mm respecto del borde anterior del cuerpo vertebral y la fijación segmentaria con tornillos fueron más importantes que el tipo de injerto empleado. Los soportes estructurales como jaulas metálicas (Fig. 3-F), o los espaciadores sintéticos junto con autoinjerto o aloinjerto local evitan la morbilidad asociada con la obtención de hueso autógeno, pero será necesario conocer resultados a largo plazo antes de que este método logre aceptación general.

El hueso autógeno de cresta ilíaca también es el injerto preferido para abarcar el defecto creado por una corporectomía en uno o dos niveles. Para pacientes con defectos por corporectomía más largos o aquellos en que la cresta ilíaca es mecánicamente insuficiente, se prefiere un puntal (*strut*) peroneo. Un aloinjerto peroneo evita la morbilidad del sitio donante, reduce el tiempo quirúrgico y la pérdida de sangre intraoperatoria y ha mostrado ser biomecánicamente superior a la cresta ilíaca cuando se lo investiga bajo carga axial⁵⁴. El riesgo de transmisión de enfermedades es bajo⁵⁵.

El fracaso del injerto después de discectomía o corporectomía anterior obedece a desplazamiento, fractura, resorción, colapso o penetración del injerto en los cuerpos vertebrales cefálicos o caudales. El injerto autógeno de cresta ilíaca se ha relacionado con tasas de colapso que varían del 4% (cuatro de 100)⁵⁶ al 14% (nueve de sesenta y tres)⁵⁷. Por lo general, el aloinjerto ha mostrado tasas de colapso más altas. Brown y otros comunicaron colapso en el 28% (quince) de cincuenta y tres pacientes tratados con aloinjerto de cresta ilíaca en comparación con 16% (siete) de cuarenta y cinco pacientes que recibieron autoinjerto de cresta ilíaca⁵⁷. La cantidad de complicaciones relacionadas con el injerto aumenta a medida que lo hace el número de niveles sometidos a corporectomía⁵⁸. La osteosíntesis con placas anterior puede ayudar a disminuir la prevalencia de desplazamiento del injerto después de corporectomía en múltiples niveles. No obstante, algunos autores han recomendado estabilización posterior en dos etapas después de corporectomía en tres niveles o más^{59,60}.

Papel de la osteosíntesis con placas anterior en la reconstrucción de la columna cervical después de discectomía y artrodesis cervical anterior o corporectomía cervical

La fijación con placas después de discectomía y artrodesis cervical anterior o corporectomía cervical (Fig. 2, C y D) no aumenta considerablemente la duración de una cirugía ni la prevalencia de complicaciones. La osteosíntesis con placas anterior mejora la tasa de artrodesis, reduce el tiempo y el tipo de inmovilización posoperatoria, disminuye la prevalencia de complicaciones relacionadas con el injerto y causa menos cifosis posoperatoria, sobre todo en pacientes sometidos a discectomía y artrodesis cervical anterior en dos o más niveles⁶¹⁻⁶³. Se elige una placa de longitud apropiada para mantener una distancia mínima de 5 mm

entre los extremos de la placa y los discos adyacentes. Esto ayuda a disminuir la osificación en el nivel del disco adyacente⁶⁴. Cuando es posible, debe obtenerse una fijación segmentaria con tornillos, que deben estar todos fijados en la placa⁵³. Se crearon dispositivos dinámicos o semilimitados que permiten deslizamiento o juego del tornillo dentro de la placa para reducir la protección contra la presión del injerto y permitir mayores fuerzas compresivas sobre este. En algunas situaciones, la falta inherente de rigidez longitudinal de los sistemas dinámicos puede ser una desventaja, que posibilita la migración del injerto hacia placas epifisarias adyacentes o el arrastre de la placa hacia espacios discales adyacentes. Las desventajas de la fijación anterior con placas son: (1) dificultades de fijación en el hueso osteoporótico, (2) riesgo de lesión esofágica u obstrucción de la vía aérea por implantes flojos y migratorios, (3) mayor costo y (4) ligero aumento de la duración de la operación, pérdida de sangre y riesgo intraoperatorio que implica el procedimiento agregado.

Cuando se ha practicado osteosíntesis con placas después de una discectomía y artrodesis cervical anterior en un solo nivel, algunos autores no han comunicado mejoría de las tasas de artrodesis ni del desenlace clínico general^{61,65}. Por el contrario, Wang y otros observaron menor hundimiento del injerto, menos cifosis segmentaria, una prevalencia más baja de pseudoartrosis (4,5% [dos de cuarenta y cuatro] en comparación con 8,3% [tres de treinta y seis]; $p = 0,653$) y un porcentaje más alto de resultados buenos o excelentes al comparar pacientes que habían sido tratados con osteosíntesis con placas con los que no⁶⁶. Otro estudio que realizó un análisis computarizado de las radiografías de perfil de cincuenta y un pacientes sometidos a discectomía y artrodesis cervical anterior en un solo nivel o en múltiples niveles demostró un efecto beneficioso significativo ($p = 0,0001$) de la placa para mantener la alineación sagital después de la operación⁶⁷.

La osteosíntesis con placas cervical anterior ha mostrado disminuir la prevalencia de complicaciones relacionadas con el injerto después de una corporectomía. Epstein comparó pacientes sometidos a corporectomía en un solo nivel con osteosíntesis con placas y sin ella. Entre los cuarenta y ocho pacientes tratados sin una placa cervical anterior, el 73% presentó artrodesis, mientras que el 10,3% requirió reoperación por complicaciones relacionadas con el injerto o pseudoartrosis⁶⁸. Entre los ocho pacientes tratados con una placa cervical anterior, no hubo complicaciones relacionadas con el injerto. Sin embargo, un paciente presentó pseudoartrosis y fue sometido a fijación con alambres y artrodesis posterior programada seis meses después del procedimiento índice para prevenir futuro aflojamiento de la placa. Las tasas de fracaso del 50% (seis de doce)⁵⁹ al 71% (cinco de siete)⁶⁰ después de corporectomía en tres niveles, injerto y osteosíntesis con placas han instado a algunos autores a recomendar el agregado de instrumentación posterior siempre que se practique corporectomía y artrodesis en tres niveles.

Eficacia de la artrodesis después de un tratamiento quirúrgico anterior

La observación radiográfica de puentes trabeculares a través de todas las superficies de contacto óseas injerto-huésped, sin movimiento en los niveles fusionados advertidos en las radiografías dinámicas, determina la artrodesis después de efectuar una discectomía o corporectomía anterior. Un cambio de la distancia interespinosa en radiografías en flexión y extensión es una técnica exacta para detectar falta de artrodesis^{69,70}. La tasa de artrodesis después de discectomía y artrodesis cervical anterior suele oscilar entre el 80% y el 95% (88% de 202 en el estudio de Cauthen y otros⁷⁰, 90% [242 de 269] en el estudio de Martin y otros⁷¹ y 95% [treinta y nueve de cuarenta y uno] en el estudio de Zdeblick y Ducker⁵²). Algunos autores han comunicado tasas de falta de consolidación más altas después de discectomía y artrodesis cervical anterior en múltiples niveles, y las tasas aumentan a medida que lo hace la cantidad de niveles fusionados. Bohlman y otros informaron que la tasa de artrodesis después de discectomía y artrodesis cervical anterior sin instrumentación fue del 89% (cincuenta y cinco de sesenta y dos) después de procedimientos en un nivel, del 73% (treinta y cinco de cuarenta y ocho) después de procedimientos en dos niveles y del 73% (ocho de once) después de procedimientos en tres niveles, con fracaso de artrodesis en el único paciente sometido a un procedimiento en cuatro niveles⁶⁹. La tasa de artrodesis más baja después de una intervención quirúrgica en múltiples niveles se explica por el mayor número de superficies de contacto de artrodesis, el mayor movimiento producto de las múltiples discectomías y las mayores cargas compresivas a través de múltiples segmentos que llevan a una tasa más alta de fracaso del injerto. Estudios a largo plazo más recientes no han demostrado diferencias significativas ($p > 0,05$) de las tasas de artrodesis en relación con el uso de aloinjerto o autoinjerto en dos y tres niveles en caso de discectomía anterior y osteosíntesis con placas anterior⁵³. En comparación con la discectomía y la artrodesis cervical anterior en múltiples niveles, la corporectomía cervical anterior reduce la cantidad de superficies en que se requiere artrodesis, pero crea un medio mecánicamente más exigente para el injerto producto de una mayor resección ósea y longitud de los injertos. En una revisión retrospectiva de 249 casos de corporectomía anterior en uno a cinco niveles vertebrales con utilización de injerto autógeno de cresta ilíaca o peroné sin instrumentación, Wang y otros comunicaron artrodesis sin desplazamiento del injerto en el 94% (233) de sus 249 pacientes⁵⁸. Según los autores, el desplazamiento del injerto estaba directamente relacionado con el número de cuerpos vertebrales resecaados, el empleo de injertos más largos y las artrodesis que finalizaban caudalmente en el nivel C7.

Inmovilización después de una cirugía anterior

Después de una cirugía anterior, los pacientes son inmovilizados con ortesis cervical o cervicotorácica, lo que depende del número de niveles comprometidos y la utilización de fijación interna. Si bien algunos autores han recomendado inmovilización con un collarín ortopédico blando durante una o dos semanas después de discectomía y artrodesis anterior con instrumentación

en un solo nivel⁶⁵, la mayoría se ha inclinado a fomentar el uso de una ortesis cervical rígida durante cuatro a seis semanas. Algunos autores han recomendado que los pacientes sometidos a corporectomía en múltiples niveles sin fijación interna deben ser inmovilizados con una ortesis de halo hasta que la artrodesis muestre signos de consolidación⁵⁸. En estos casos, preferimos utilizar fijación interna suplementada por una ortesis cervicotorácica rígida. Se debe controlar regularmente la piel debajo de la ortesis para detectar soluciones de continuidad y se deben limpiar todos los días las clavijas del halo. Estos dispositivos limitan la capacidad del paciente de mirar hacia abajo, y los pacientes mielopáticos deben prestar especial atención durante los primeros días de uso de la ortesis para evitar caídas.

Cirugía posterior en la mielopatía cervical espondilótica

Laminoplastia

La laminoplastia aumenta el diámetro eficaz del conducto vertebral de C3-C7 al desplazar dorsalmente las láminas con el uso de una denominada puerta única con una sola bisagra lateral o una doble puerta con bisagras laterales a ambos lados (Fig. 4). A diferencia de la laminectomía, la laminoplastia conserva una cubierta de hueso laminar posterior y ligamento amarillo sobre la médula espinal, minimiza la inestabilidad, limita la compresión de la duramadre por cicatrización extradural^{72,73} y evita la necesidad de artrodesis.

La técnica de laminoplastia de puerta única implica la creación de canales bilaterales en la unión de las masas laterales y las láminas mediante una fresa de 3-4 mm de alta velocidad. Del lado que se elige para la bisagra, el canal se detiene justo antes de la cortical anterior de la lámina. Del lado abierto, se completa la osteotomía a través de la cortical anterior de la lámina con una fresa o una pinza gubia (*rongeur*) Kerrison de 1 mm. Después, se secciona el ligamento amarillo entre C2 y C3, y entre C7 y T1, y se expande el conducto elevando dorsalmente en bloque las láminas de C3 a C7 utilizando el canal contralateral como bisagra (Fig. 4, A)⁷⁴. Para la laminoplastia de doble puerta, se efectúan canales bilaterales en las uniones de las masas laterales y las láminas, y se osteotomiza la apófisis espinosa en la línea media. Se abren las dos mitades de la lámina utilizando como bisagras los canales laterales (Fig. 4, B). Los defensores de la técnica de doble puerta citan como ventajas la seguridad y facilidad relativas de apertura de la apófisis espinosa en la línea media y la ausencia de hemorragia problemática de las venas epidurales localizadas lateralmente^{75,76}. Estudios comparativos de laminoplastias de puerta doble y única no han mostrado diferencias significativas entre los dos tipos de procedimientos con respecto al desenlace neurológico^{75,76}.

Descripciones anteriores de laminoplastia mantenían la puerta abierta con sutura o alambre fijando la apófisis espinosa a la carilla articular o al tejido capsular del lado de la bisagra⁷⁴. Técnicas más recientes incorporan un injerto autógeno de apófisis espinosa, aloinjerto óseo o espaciadores sintéticos para mantener la puerta abierta (Fig. 4, C). Varios autores han comunicado fijación con miniplacas fijadas en la lámina y la masa lateral, sin complicaciones importantes (Fig. 4, D y Figs. de 5-A a 5-F)⁷⁷⁻⁷⁹.

Laminectomía

La laminectomía es una alternativa útil para la descompresión de múltiples niveles en pacientes con preservación de la lordosis cervical, sobre todo ancianos, en quienes las comorbilidades aumentan el riesgo quirúrgico. Los bordes laterales de la laminectomía corresponden a las uniones de las masas laterales y las láminas. Se considera realizar una foraminotomía después de laminectomía y laminoplastia en pacientes que presentan estenosis del agujero vertebral por protrusión discal u osteófitos foraminales y síntomas radiculares concordantes. Durante la foraminotomía, se mantiene la estabilidad segmentaria reseccando no más del 25% de la carilla articular^{80,81}.

En la descompresión, deben incluirse todos los niveles con pruebas radiográficas de estenosis. Limitar el número de segmentos que son descomprimidos no influye en la aparición de inestabilidad o cifosis poslaminectomía⁸²⁻⁸⁴ y posiblemente provoque síntomas recurrentes a causa de la evolución de la enfermedad en los segmentos adyacentes⁸⁵. Una laminectomía que no se extiende lo suficiente en sentido cefálico puede causar deformación de la médula espinal y mayores desenlaces neurológicos posoperatorios. La inclusión de C2 y T1 en la laminectomía aumenta la probabilidad de cifosis e inestabilidad. La preocupación acerca de la inestabilidad y la cifosis poslaminectomía ha instado a practicar laminectomía con artrodesis e instrumentación posterior.

Adecuación de la descompresión

La expansión visible intraoperatoria del saco dural y la pulsación de la duramadre después de abrir las puertas de la laminoplastia o después de realizar una laminectomía indican buena expansión del conducto⁷⁴. Una apertura de laminoplastia de 8 a 10 mm determina descompresión adecuada, con un aumento promedio en el diámetro del conducto de 3 a 4,6 mm⁸⁶. Ishida y otros observaron que los pacientes se recuperaban mejor de la mielopatía cuando el ancho transversal de la ventana de laminoplastia era por lo menos del 70% del ancho transversal del conducto vertebral y el diámetro sagital del conducto aumentaba hasta 15 mm⁷³. El grado de expansión del conducto logrado se correlaciona con la recuperación posquirúrgica. Hirabayashi y otros. comunicaron una diferencia significativa en la tasa de recuperación entre pacientes con un aumento >5 mm del diámetro anteroposterior y aquellos con un aumento <2 mm ($p < 0,05$)⁸⁷. Kohno y otros señalaron que los pacientes que mostraban buena recuperación de la mielopatía después de una laminoplastia presentaban expansión del diámetro

anteroposterior del conducto hasta 12,8 mm⁸⁸.

Itoh y Tsuji no hallaron ninguna correlación entre la expansión del conducto y la recuperación de la mielopatía en una serie de treinta pacientes sometidos a laminoplastia⁸⁶. La mayor expansión del conducto no provoca una mejor descompresión en todos los casos, puesto que la capacidad de migración dorsal de la médula espinal está limitada por la fijación de las raíces en el plano anterior o las adherencias entre un ligamento longitudinal posterior osificado y la duramadre. Asimismo, intentar una expansión excesiva del conducto puede predisponer al paciente a una parálisis de las raíces nerviosas producto de la elongación indebida de las raíces nerviosas fijadas.

Instrumentación poslaminectomía

La instrumentación proporciona estabilidad inmediata de la columna cervical, aumenta la tasa de artrodesis y evita factores dinámicos que contribuyen a la mielopatía y compresión medular⁸⁹⁻⁹³. Entre las opciones de instrumentación para la fijación cervical posterior se encuentran los alambres sublaminares y en las carillas articulares conectados a una varilla longitudinal o a un dispositivo rectangular⁹¹ y los alambres interespinosos⁹³. Los sistemas de fijación con tornillos basados en la masa lateral y el pedículo cervical^{92,94,95} son opciones alternativas para pacientes con elementos posteriores deficientes, pero por ahora la FDA no los ha aprobado para uso clínico en los Estados Unidos.

Heller y otros advirtieron complicaciones después de la instrumentación con el uso de 654 tornillos de masa lateral en setenta y ocho pacientes⁹⁶. La complicación más frecuente fue la lesión de raíces nerviosas, vinculada con el 0,6% (cuatro) de los 654 tornillos colocados y se la relacionó con una técnica de perforación incorrecta o el uso de un tornillo excesivamente largo. Se observó invasión de la carilla articular en relación con el 0,2% (uno) de los 654 tornillos. En esa serie, no se dio a conocer ningún caso de lesión de la arteria vertebral. Se ha informado que la tasa de reoperación por radiculopatía a causa de una mala posición de tornillos de masa lateral oscila entre 3% (uno de treinta y ocho pacientes)⁹² y 14% (tres de veintidós pacientes)⁹⁷.

Los tornillos pediculares tienen una mayor fuerza nominal que los tornillos de masa lateral⁹⁸ y posiblemente permitan una mejor corrección de la deformidad. Abumi y otros, en un estudio de cuarenta y seis pacientes sometidos a fijación del pedículo cervical, comunicaron que la prevalencia de penetración del pedículo cervical fue de 5,3% (diez de 190)⁹⁵. Ninguno de los pacientes presentó una complicación vasculonerviosa ni hubo casos de arrancamiento, ruptura o aflojamiento del tornillo. La evaluación preoperatoria mediante tomografía computarizada ayuda a garantizar una morfología adecuada del pedículo y a planificar la cirugía.

Artrodesis posterior poslaminectomía

Se ha dado a conocer que la tasa de artrodesis después de laminectomía e injerto óseo solo oscila entre 65,2% (treinta de cuarenta y seis pacientes)⁹⁹ y 79% (veintisiete de treinta y cuatro pacientes)¹⁰⁰. Agregar instrumentación aumenta la tasa de artrodesis. Callahan y otros comunicaron una tasa de artrodesis del 96% (cincuenta de cincuenta y dos) en relación con injerto óseo posterolateral y fijación con alambre de las carillas articulares; en esa serie, ambos casos de pseudoartrosis se atribuyeron a una técnica incorrecta de injerto óseo⁸⁹. Heller y otros, aplicando criterios claramente definidos y mucho más estrictos para determinar falta de consolidación (movimiento intersegmentario anormal, fracaso del material de osteosíntesis y radiolucencia alrededor de los tornillos), manifestaron falta de consolidación en el 38% (cinco) de trece pacientes sometidos a laminectomía con instrumentación con tornillo y placa de masa lateral⁹⁴.

Inmovilización después de la cirugía posterior

Después de una laminoplastia, los pacientes se movilizan con un collarín ortopédico blando o rígido y posiblemente inicien ejercicios cervicales isométricos con él puesto. Por lo general, la ortesis cervical se usa de seis³³ a doce semanas¹⁶, pero períodos más breves de ortesis pueden disminuir la prevalencia de dolor en la región posterior del cuello y la cintura escapular^{16,101} después de una laminoplastia. En una serie, se autorizó actividad ilimitada, incluida actividad deportiva, después de que el injerto del lado de la puerta abierta de la laminoplastia presentara pruebas radiográficas de consolidación¹⁰². Después de laminectomía con artrodesis e instrumentación posterior, se usa un collarín ortopédico rígido de cuatro a ocho semanas^{92,97}. Este tiempo aumenta a dos o tres meses en pacientes con osteoporosis o en aquellos con fijación en más de cuatro niveles⁹⁵.

Desenlace después del tratamiento quirúrgico de la mielopatía cervical

Factores predictivos del desenlace

Por lo general, los pacientes de más de setenta y cinco años presentan mayor comorbilidad y no muestran la recuperación posoperatoria que puede esperarse en pacientes más jóvenes²⁸. La estenosis del conducto lumbar, la osteoartritis de cadera y la disfunción cardíaca pueden contribuir a la discapacidad general, la alteración de la capacidad de marcha y el empeoramiento del grado de Nurick¹⁰³ (Tabla II). Kawaguchi y otros comunicaron menos mejoría después de la operación para tratar la mielopatía en pacientes mayores de setenta años y atribuyeron este resultado a cambios relacionados con la edad dentro de las fibras mielínicas y las neuronas motoras de la médula espinal²⁷. Asimismo, la intervención quirúrgica practicada en etapas evolutivas más tempranas de la enfermedad determinaría un mejor pronóstico en cuanto a la recuperación neurológica. Un estudio reveló

que los pacientes operados dentro de los tres años a partir de la aparición de los síntomas y dentro de los tres meses de perder la capacidad de caminar tenían más probabilidades de recuperar la marcha y la función del miembro superior²⁰. En otro estudio, el 92% (once) de doce pacientes que habían presentado síntomas durante menos de dieciocho meses mostró una mejoría en la marcha respecto del 77% (diez) de trece pacientes que se habían presentado más tarde²¹. Otros factores que se han vinculado con peores desenlaces después del tratamiento quirúrgico son mielopatía más grave en el momento de la presentación^{104,105}, disfunción vesical preoperatoria²¹ y cifosis posoperatoria^{88,106}.

Suele haber mayores cambios de las señales de resonancia magnética ponderadas para T2 dentro de la sustancia de la médula cervical y es posible que representen edema medular o alteraciones irreversibles tales como gliosis o microcavitación. Algunos autores han comunicado que los cambios aislados de la señal ponderada para T2 no tiene correlación con la gravedad de la mielopatía^{15,24}, pero parece haber consenso en que la recuperación de la mielopatía después de una operación es mejor en los pacientes que no presentan estos cambios de las señales^{24,25}.

El grado de compresión medular preoperatoria se ha relacionado con la recuperación posoperatoria. Fukushima y otros comunicaron que cuando la superficie transversal de la médula medía $<0,45 \text{ cm}^2$ en el lugar de máxima compresión en los estudios por resonancia magnética preoperatorios, se observaba menor recuperación de la función neurológica después de la cirugía¹⁰⁷. En un estudio similar, Fujiwara y otros detectaron una mejor recuperación posquirúrgica cuando la superficie transversal de la médula medía $0,30 \text{ cm}^2$ en la mielografía por tomografía computarizada preoperatoria²³. También se ha comunicado que los pacientes con zonas multisegmentarias de compresión medular muestran peores resultados después de la cirugía que aquellos con zonas de compresión focales¹⁵.

Recuperación de la función neurológica

En la mayoría de los casos de mielopatía cervical, la descompresión de la médula espinal genera estabilización o mejoría de la función de los haces largos medulares. La función es mejor cuando se restablecen bien las dimensiones del conducto vertebral después de la descompresión, cuando la descompresión es más precoz y cuando no hay comorbilidad considerable. Los pacientes que padecen mielopatía cervical mejoran la marcha después de la descompresión tanto anterior como posterior de la médula espinal. Emery y otros comunicaron 106 casos de mielopatía cervical tratados con discectomía o corporectomía y artrodesis anterior¹⁴. Ochenta y dos (77%) de los 106 pacientes tenían anormalidad de la marcha antes de la cirugía. Treinta y ocho (46%) de estos ochenta y dos pacientes recuperaron la marcha normal y treinta y tres (40%) mejoraron la marcha, con una mejoría del grado de Nurick promedio de un valor preoperatorio de 2,4 a un valor posoperatorio de 1,2. Okada y otros dieron a conocer treinta y siete casos sometidos a descompresión y artrodesis en uno a cuatro niveles¹⁸. El seguimiento promedio fue de cuatro años. Ningún paciente había presentado función motora normal de miembros inferiores antes de la operación, aunque se observó función normal en diecisiete (46%) de los treinta y siete pacientes después de la cirugía. La mejoría de la marcha y de la función de las extremidades inferiores es similar a la observada después de laminoplastia¹⁰⁸.

Es posible que los pacientes que padezcan mielopatía cervical espondilótica presenten síntomas que afectan predominantemente las manos y que el examen más exhaustivo revele anormalidades motoras y sensitivas en las extremidades superiores e inferiores. Las manifestaciones mielopáticas de las manos suelen describirse como "manos entumecidas, torpes"¹⁰⁹. Estos resultados son más comunes en pacientes con estenosis de la columna cervical superior y se pueden deber a una combinación de disfunción de células del asta anterior, estasis venosa e isquemia de la materia gris central y del haz piramidal¹¹⁰⁻¹¹². La mayoría de los pacientes mejora considerablemente la función de las manos después de la operación. Lee y otros comunicaron mejoría del entumecimiento y hormigueo no dermatómico de las manos en el 87% (trece) de quince pacientes y mejoría de la debilidad de las extremidades superiores en el 71% (diez) de catorce pacientes después de dieciocho a cuarenta y tres meses de la laminoplastia²¹. Otros autores han observado una mayor habilidad para abrir y cerrar rápidamente la mano después de la cirugía para el tratamiento de la mielopatía cervical espondilótica^{27,113}.

Ha habido amplias variaciones de la prevalencia de anormalidades sensitivas en diversas manifestaciones de pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico por mielopatía cervical: del 58% (sesenta y uno de 105)¹¹⁴ al 84% (ochenta y nueve de 106)¹⁴. Las deficiencias sensitivas han consistido en anestesia dermatómica, parestesias no dermatómicas y pérdida de la sensibilidad epicrítica, propioceptiva y vibratoria en las extremidades superiores y/o inferiores. Emery y otros, en un estudio de ochenta y nueve pacientes tratados con discectomía o corporectomía anterior, comunicaron recuperación completa del déficit sensitivo en cuarenta y tres pacientes (48%), recuperación parcial en treinta y cinco (39%), ningún cambio en diez (11%) y empeoramiento en uno (1%)¹⁴. Okada y otros, en un estudio de treinta y siete pacientes que presentaban mielopatía cervical, informaron que se observaba pérdida sensitiva preoperatoria definida en los miembros superiores el tronco y los miembros inferiores de veintisiete, trece y veinticuatro pacientes, respectivamente¹⁸. Después de una corporectomía anterior, se detectaron estas alteraciones solo en ocho, cero y tres pacientes, respectivamente. Edwards y otros advirtieron mejoría de los síntomas sensitivos en el 69% de trece pacientes sometidos a laminoplastia para tratar la mielopatía cervical espondilótica¹¹⁵.

Desenlace comparativo entre cirugía anterior y posterior

Wada y otros¹⁶ analizaron retrospectivamente la evolución clínica de veintitrés pacientes que habían sido tratados con

corporectomía subtotal y artrodesis, y de veinticuatro pacientes tratados con laminoplastia en un período de diez a dieciocho años. Se observaba mielopatía espondilótica en un promedio de 2,3 niveles, en el grupo de corporectomía y de 2,5 niveles, en el grupo de laminoplastia. No se hallaron diferencias significativas en la recuperación neurológica entre los dos grupos al año ni a los cinco años de la operación, ni tampoco en el momento del último control. Sakaura y otros compararon dos grupos de pacientes a los diez y quince años de laminoplastia y discectomía y artrodesis cervical anterior, respectivamente¹¹⁶. La extensión preoperatoria de la enfermedad era similar en ambos grupos. La función neurológica mejoró después de la cirugía en los dos grupos, sin diferencias significativas entre ambos con respecto a la puntuación de la JOA ni a la tasa de recuperación. Esos autores percibieron mayor deterioro del segmento adyacente después del abordaje quirúrgico anterior, y mayor cifosis posoperatoria y dolor axial después del abordaje posterior. Los autores recomendaron laminoplastia para pacientes que padecieran mielopatía cervical por hernias de disco, excepto en casos de hernia de disco en un solo nivel sin estenosis congénita del conducto. Yonenobu y otros comunicaron una recuperación global ligeramente mayor de la mielopatía en pacientes sometidos a corporectomía subtotal y artrodesis anterior que en aquellos tratados con laminoplastia¹¹⁷. En un análisis más exhaustivo, esos autores observaron mejor recuperación poslaminoplastia cuando el conducto era <12 mm de diámetro, lo que indicó que la laminoplastia era una mejor opción para pacientes con un conducto congénitamente estrecho.

Mantenimiento de la recuperación neurológica en el largo plazo

Se observa una tendencia general en el tipo de recuperación después del tratamiento quirúrgico de la mielopatía. La recuperación lograda en el período posoperatorio inmediato es seguida de una evolución constante durante los siguientes años y después, de cierto deterioro de ahí en adelante. Esto se observa después de cirugía anterior y posterior. Wada y otros, en un análisis retrospectivo de veintitrés pacientes que presentaban mielopatía cervical espondilótica tratados con corporectomía subtotal y artrodesis anterior, comunicaron que la puntuación media de la JOA mejoró de 7,9, antes de la cirugía, a 13,3 al año y 13,9 a los cinco años¹⁶. Después de una media de quince años de la cirugía, la puntuación media de la JOA era de 13,4. En un estudio de cohortes de veinticuatro pacientes sometidos a laminoplastia, la puntuación promedio de la JOA fue de 7,4 antes de la operación, 13,1 al año, 12,9 a los cinco años y 12,2 a una media de 11,7 años¹⁶. Kawaguchi y otros, en un estudio sobre los resultados de la laminoplastia, informaron que la puntuación media de la JOA antes de la cirugía de 9,1 puntos mejoró a 13,4 a los seis meses y 13,9 a los cinco años, y que luego disminuyó a 13,4 en el momento del último control después de 13,2 años, en promedio²⁹.

Las causas de deterioro tardío son distintas después de procedimientos anteriores y posteriores. La causa más común de los síntomas recurrentes después del tratamiento quirúrgico anterior es el deterioro de un segmento adyacente; posiblemente entre otras causas se encuentren descompresión inadecuada en el momento de la operación inicial, pseudoartrosis, fracaso del injerto o del implante, crecimiento constante de osteófitos o plegamiento del ligamento amarillo. Las causas comunes de mielopatía recurrente después del tratamiento quirúrgico posterior son: aparición de cifosis, inestabilidad, propagación de la osificación del ligamento longitudinal posterior y aparición de estenosis en nuevos niveles. El deterioro tardío de los síntomas neurológicos es más frecuente después de una laminectomía sin artrodesis^{85,118}.

Consecuencias y complicaciones después del tratamiento quirúrgico

Dolor cervical posoperatorio

En el estudio de Hosono y otros, se observó dolor en la región posterior del cuello y la cintura escapular después de laminoplastia en el 60% (cuarenta y tres) de setenta y dos pacientes, y el 25% (dieciocho) de los setenta y dos pacientes refirió dolor axial grave como síntoma principal¹¹⁹. En la patogenia del dolor axial, se ha implicado a la lesión de partes blandas después de un abordaje posterior, la artrosis de las carillas articulares, la rigidez preoperatoria y la edad más avanzada. Las modificaciones operatorias tales como osteotomía coronal de las apófisis espinosas durante el abordaje con reinserción ulterior después de una laminoplastia¹²⁰ (Fig. 4, E)¹²⁰ o bien combinación de laminectomía en determinados niveles con laminectomía parcial o descompresión interlaminar¹²¹ ayuda a preservar algunas de las inserciones de los músculos extensores y ligamentos, y se ha comunicado que disminuye la prevalencia de dolor axial y rigidez después de descompresión posterior en múltiples niveles^{122,123}. Asimismo, es posible que la duración de la inmovilización posoperatoria incida en la prevalencia del dolor axial posoperatorio^{16,101}, lo que lleva a algunos autores a fomentar la movilización activa temprana. Muchos pacientes presentan desaparición de los síntomas dentro del año.

Yonenobu y otros observaron que la prevalencia de dolor posoperatorio era máxima después de una laminoplastia (60% de 203), seguida de laminectomía (27% de 115) y, después, de descompresión anterior (19% de 209)¹¹⁸. Wada y otros comunicaron dolor axial de moderado a grave en el 40% de veinticuatro pacientes después de un promedio de 11,7 años de la laminoplastia y en el 15% de veintitrés pacientes después de un promedio de quince años de la corporectomía subtotal ($p < 0,05$)¹⁶. Por el contrario, Kawakami y otros informaron que el dolor axial a los 5,6 años era más leve después de la laminoplastia que después de una artrodesis cervical anterior en uno o dos niveles, e indicaron que un período de inmovilización más corto poslaminoplastia previene la atrofia muscular y la contractura de las carillas articulares, lo que minimiza la rigidez posoperatoria³³.

Rigidez posoperatoria

Algunos pacientes presentan disminución de la amplitud de movimiento del cuello después de una laminoplastia y se supone que se debe a la artrodesis interlaminar o de las carillas articulares del lado de la bisagra, o contractura de los músculos y ligamentos posteriores. Kawai y otros comunicaron una pérdida apreciable de la amplitud de movimiento en treinta y cuatro (72%) de cuarenta y siete pacientes seguidos durante dos a quince años después de la laminoplastia¹²⁴. También se pierde amplitud de movimiento después de una laminectomía con artrodesis, y Callahan y otros revelaron que es posible prever una pérdida de hasta 12° de flexión, 16° de rotación y 6° de flexión lateral por cada nivel incluido en la artrodesis posterior⁸⁹. Algunos autores consideran que la disminución de la amplitud de movimiento después de una laminoplastia es beneficiosa porque impide inestabilidad adicional y retarda la progresión de la espondilosis^{74,125}.

La disminución de la amplitud de movimiento no es una preocupación importante después de discectomía y artrodesis cervical anterior. Una vez operados, muchos pacientes advertirán un aumento de la amplitud de movimiento que acompaña al alivio del dolor. Un estudio no demostró diferencias en la amplitud de movimiento del cuello después de discectomía y artrodesis cervical anterior en uno y dos niveles, pero reveló una ligera disminución de la amplitud de movimiento un año después de discectomía y artrodesis cervical anterior en cuatro niveles¹²⁶. La amplitud de movimiento disminuye después de una corporectomía y artrodesis, proporcionalmente al número de niveles fusionados. Hanai y otros presentaron información acerca de treinta pacientes mielopáticos seguidos durante tres años después de corporectomía y artrodesis de 3,4 niveles en promedio¹²⁷. Antes de la cirugía, la amplitud de movimiento sagital era de 56°. Disminuyó en un promedio de 15,2° en el grupo de corporectomía en tres niveles (dieciocho pacientes) y en un promedio de 29,6° en el grupo de corporectomía en cuatro niveles (doce pacientes).

Estabilidad posoperatoria

La laminectomía sola, sobre todo en niños y adultos jóvenes o en pacientes con movilidad segmentaria o cifosis preexistente, puede provocar mayor inestabilidad, cifosis y agravamiento del déficit neurológico. Yonenobu y otros, en un informe de 115 pacientes sometidos a una laminectomía para tratar la mielopatía producto de espondilosis u osificación del ligamento longitudinal posterior, observaron que el 21% de los pacientes presentó deterioro neurológico posoperatorio debido a inestabilidad de la columna cervical¹¹⁸. En otro estudio sobre laminectomía sin artrodesis para el tratamiento de mielopatía cervical espondilótica, el 14% (tres) de veintidós pacientes con una columna cervical lordótica antes de la cirugía presentó cifosis posoperatoria, mientras que el 30% (seis) de veinte pacientes con una columna recta y el 67% (dos) de tres pacientes con cifosis preoperatoria mostraron un aumento de la cifosis⁸³. En estudios que han utilizado instrumentación posterior, la laminectomía con artrodesis ha mantenido la lordosis cerca del valor preoperatorio^{90,92}.

Es posible que la aparición de inestabilidad poslaminectomía dependa, en parte, del grado de alteraciones degenerativas ya presentes en la columna cervical. Yasuoka y otros dieron a conocer una gran serie de 1.577 pacientes adultos que habían sido seguidos durante un mínimo de cinco años después de una laminectomía⁸⁴. Cuando se excluyó a los pacientes que habían presentado traumatismo y los que habían sido tratados con facetectomía, ninguno presentó una deformidad considerable que justificase una segunda operación.

Es común cierta pérdida de lordosis, pero la cifosis posoperatoria grave es infrecuente después de una laminoplastia^{115,116,128}. La preservación de las inserciones de partes blandas en la apófisis espinosa de C2 después de la laminoplastia reduce la probabilidad de que aparezca deformidad en la columna cervical. En pacientes sometidos a una laminoplastia, la exposición unilateral seguida de osteotomía coronal de la apófisis espinosa y la reflexión en bloque de las apófisis espinosas y las partes blandas insertadas hacia el lado contralateral minimiza la lesión de la fijación de partes blandas posteriores^{120,122}.

La aparición de inestabilidad manifiesta después de una discectomía anterior no es muy frecuente, incluso sin un intento de artrodesis. Muchos pacientes presentarán fusión espontánea¹¹⁴. La introducción de un injerto y la osteosíntesis con placas anterior después de una discectomía ayuda a mantener y, en algunos casos, aumenta la lordosis cervical⁶⁷. La corporectomía anterior en múltiples niveles con injerto e instrumentación anterior reconstruye con eficacia la alineación cervical; en un estudio, llevó a que la lordosis tuviera mejores resultados que la laminoplastia¹¹⁵.

Degeneración del segmento adyacente después de la operación

En muchos casos, la pérdida de recuperación de la mielopatía en el largo plazo se atribuye a cambios degenerativos adyacentes a segmentos previamente fusionados en la columna cervical. Sin embargo, la aparición de estas alteraciones degenerativas debe considerarse en el contexto de la evolución natural del proceso espondilótico con la edad y la presencia ubicua de cambios degenerativos en una población anciana pero asintomática. En un análisis de 374 pacientes después de un máximo de veintinueve años de artrodesis cervical anterior, Hilibrand y otros comunicaron que, cada año, el 2,9% de los pacientes presentaba enfermedad sintomática del segmento adyacente¹²⁹. El análisis de supervivencia de Kaplan-Meier indicó que el riesgo de aparición de enfermedad del segmento adyacente dentro de los diez años de una artrodesis cervical anterior era del 25,6%. La enfermedad del segmento adyacente sobrevino antes en pacientes que presentaban cambios degenerativos preexistentes en segmentos adyacentes a la artrodesis. Los niveles C5-C6 y C6-C7 eran los más vulnerables a la enfermedad del segmento

adyacente, pero también son los que naturalmente tienen más probabilidades de mostrar cambios degenerativos. Los autores concluyeron que era más probable que la enfermedad del segmento adyacente fuese una manifestación de la evolución natural de la espondilosis que una consecuencia de la artrodesis. Datos biomecánicos recientemente publicados indican que la discectomía y la artrodesis cervical anterior con osteosíntesis con placas anterior no predispone a deterioro del segmento adyacente¹³⁰.

También se ha comunicado degeneración del segmento adyacente después de otras formas de intervención quirúrgica de la columna cervical. Un estudio señaló que el 3,8% (tres) de setenta y ocho pacientes presentó degeneración del segmento adyacente dentro de los 2,5 años de la laminectomía y la artrodesis y dos pacientes requirieron una segunda operación por este cuadro⁹⁶. Wada y otros estudiaron la degeneración del segmento adyacente en veintitrés pacientes después de corporectomía y artrodesis anterior de 2,5 niveles, en promedio, y observaron que el 38% presentó espondilolistesis en un segmento adyacente y el 54%, osteófitos y pinzamiento del espacio discal en niveles adyacentes¹⁶. Sin embargo, sólo un paciente requirió una nueva operación por mielopatía recurrente en un período de seguimiento de quince años.

Complicaciones neurológicas

Los pacientes que padecen mielopatía están expuestos a que se agrave su estado neurológico durante la cirugía. La amplitud activa de movimiento del cuello debe examinarse con pruebas de provocación antes de la inducción de la anestesia, y hay que tener cuidado a la hora de evitar la intubación o la alineación intraoperatoria del cuello en posiciones que provoquen síntomas neurológicos. Se debe minimizar la manipulación intraoperatoria de los cuerpos vertebrales. Corresponde verificar los potenciales evocados motores y somatosensitivos antes de colocar en posición al paciente y durante todo el procedimiento para contribuir a detectar cualquier lesión de la médula espinal.

La lesión intraoperatoria de la médula espinal puede obedecer a trauma directo, isquemia, elongación o hipotermia. En una encuesta de cirujanos que practicaron procedimientos de discectomía y artrodesis anterior, se dieron a conocer 311 complicaciones neurológicas entre 36.657 casos¹³¹. Las complicaciones posoperatorias más comunes fueron radiculopatía (40%; 124 de 311), mielopatía permanente considerable (25%; setenta y ocho de 311) y parálisis del nervio laríngeo recurrente (17%; cincuenta y dos de 311). Yonenobu y otros comunicaron que la prevalencia de disfunción medular después de una laminectomía fue del 3,5% (tres de ochenta y cinco) y atribuyeron este resultado a la aparición de un hematoma epidural y edema posoperatorio de los músculos de la nuca, que comprimirían la médula espinal expuesta¹³². No se observó ninguna complicación mielopática en noventa y cinco pacientes tratados con laminoplastia.

La radiculopatía C5 posoperatoria es una complicación reconocida que se produce después de la descompresión tanto anterior como posterior de la médula espinal. Las posibles etiologías de la parálisis son tracción de la raíz C5 corta por migración posterior de la médula hacia el espacio creado por la laminoplastia, cierre de la puerta de laminoplastia que causa compresión nerviosa y compresión de la cara ventral de la médula espinal contra los bordes de un canal de corporectomía^{118,132,133}. Yonenobu y otros comunicaron que la prevalencia de parálisis de C5 fue de 3,9% (ocho de 204) después de procedimientos anteriores, 4,2% (cuatro de noventa y cinco) después de laminoplastia y 1% (uno de ochenta y cinco) después de laminectomía¹³². Por lo general, la presentación clínica consiste en dolor intenso en el hombro y el brazo, seguido de debilidad del bíceps y deltoides de uno a tres días después de la operación. Puede esperarse una recuperación espontánea, aunque en algunos casos posiblemente esto demande doce meses. Es posible que la foraminotomía simultánea ayude a disminuir la prevalencia de este cuadro después de una laminoplastia¹³⁴.

Se ha comunicado que la prevalencia de la parálisis del nervio laríngeo recurrente después de un abordaje cervical anterior oscila entre el 2% (trece de 650)¹³⁵ y el 11% (nueve de ochenta y cinco)¹³⁶. Quizá no se notifique por completo la prevalencia real de esta complicación pues los síntomas comunes de ronquera, aspiración o tos son menores, transitorios, y suelen vincularse con intubación endotraqueal. Los mecanismos de lesión del nervio son trauma quirúrgico directo, neurapraxias inducidas por presión o elongación, edema posoperatorio y elongación por retracción sobre el recorrido intralaríngeo de un nervio laríngeo fijado por el tubo endotraqueal¹³⁵. Evitar la retracción prolongada, conocer la anatomía, disecar con cuidado y desinflar el manguito del tubo endotraqueal después de colocar el retractor posiblemente disminuya la prevalencia de esta complicación. El trayecto del nervio laríngeo recurrente está más protegido dentro del surco traqueoesofágico del lado izquierdo, pero no se sabe con claridad si la lateralidad del abordaje incide en la prevalencia de esta complicación. La lesión del nervio laríngeo superior causa fatiga vocal fácil y dificultad con los tonos agudos. Lo más frecuente es que sobrevenga inadvertidamente durante abordajes anteriores de los segmentos cervicales superiores.

La lesión de los nervios simpáticos provoca síndrome de Horner y suele relacionarse con retracción prolongada o más enérgica, cirugía de revisión y operaciones que involucran niveles cervicales inferiores y cervicodorsales. Por lo general, los pacientes no presentan otros síntomas que ptosis palpebral y, en la mayoría de los casos, estos resultados se resuelven dentro de los seis meses. Bertalanffy y Eggert detectaron síndrome de Horner en cinco (1,1%) de 450 pacientes sometidos a discectomía cervical anterior para el tratamiento de mielopatía, radiculopatía y mielorradiculopatía¹.

Disfagia

La disfagia es un síntoma frecuente y transitorio después de abordajes anteriores de la columna cervical. Hematomas; edema local; desnervación del plexo faríngeo; adherencias entre el esófago, la tráquea y la fascia prevertebral y desplazamiento del injerto o la instrumentación representan todas causas posibles. Bazaz y otros comunicaron que la prevalencia de disfagia fue de hasta el 50% (noventa y nueve de 197) al mes de la operación y disminuyó al 12,5% (diecinueve de 152) al año¹³⁷. La disfagia fue más frecuente cuando el procedimiento involucraba múltiples niveles o se practicaba en mujeres. No se observó ninguna correlación con el tipo de procedimiento (corporectomía o discectomía, cirugía primaria o de revisión), el nivel vertebral en el que se practicaba la operación ni el agregado de placas anteriores. La perforación esofágica por migración anterior de tornillos o placas no se produce con frecuencia^{138,139}.

Lesiones de la arteria vertebral

Las lesiones de la arteria vertebral sobrevienen durante operaciones practicadas mediante un abordaje anterior para tratar la mielopatía cervical espondilótica; estas lesiones pueden deberse a la pérdida de orientación hacia la línea media durante la corporectomía, la disección lateral en la región de los agujeros vertebrales o anomalías no reconocidas en el recorrido del vaso¹⁴⁰. El ancho del canal de corporectomía debe limitarse a 15-19 mm para evitar la lesión inadvertida de la arteria vertebral. El borde interno de los músculos largos del cuello, las articulaciones uncovertebrales y la curvatura natural de las placas epifisarias vertebrales ayudan a orientar al cirujano respecto de la línea media. Eleraky y otros¹⁴¹ comunicaron lesión de la arteria vertebral en cuatro de 185 pacientes sometidos a corporectomía. Las opciones de tratamiento son ligadura, exposición y reparación directa, e implante de endoprótesis vascular (*stent*). En la mayoría de los casos, la arteria vertebral contralateral aporta suficiente circulación colateral a la región encefálica posterior, pero en ocasiones puede haber déficit neurológico.

Monitoreo intraoperatorio de la médula espinal

El monitoreo electrofisiológico apunta a detectar compromiso de haces largos de la médula espinal y permitir la corrección más precoz de cualquier fenómeno quirúrgico o anestésico capaz de haber precipitado estas alteraciones. Los potenciales evocados somatosensitivos representan potenciales conducidos desde el nervio cubital, mediano o tibial posterior a través de los cordones posteriores hasta electrodos localizados en el cráneo o la columna cervical superior. Los potenciales evocados motores monitorean los cordones anteriores de la médula espinal y se los suele utilizar en combinación con potenciales evocados somatosensitivos para el monitoreo intraoperatorio. Los potenciales evocados motores registran potenciales de músculos periféricos en respuesta a estimulación transcraneal con un electrodo de aguja o de superficie. El electromiograma continuo también denominado de corrida libre que registra grupos musculares de la extremidad superior ayuda a monitorear las raíces nerviosas durante la operación¹⁴².

Los potenciales evocados somatosensitivos pueden variar en respuesta a la dosis de agentes anestésicos inhalatorios, y la tasa de falsos positivos es alta. En un estudio, sesenta (86%) de setenta pacientes con una disminución de amplitud >50% no presentaron ningún déficit neurológico después de la cirugía¹⁴³. Los potenciales evocados somatosensitivos falso-negativos son raros si la técnica es correcta y se selecciona el umbral apropiado¹⁴⁴. Los potenciales evocados motores son más específicos, pero son mitigados por los bloqueantes neuromusculares y en casos de mielopatía más grave. No se los debe utilizar en niños ni en pacientes con puntos aneurismáticos metálicos, marcapasos cardíacos o epilepsia.

En nuestra institución, se obtienen registros basales del paciente después de la inducción de la anestesia pero antes de colocarlo en la posición final. Cuando los potenciales evocados somatosensitivos disminuyen de amplitud en 50% y aumentan la latencia en 10% o cuando el umbral de estimulación de los potenciales evocados motores es superado en 100 mV, esto indica una alteración en la función de la médula espinal.

Consideraciones generales

El tratamiento quirúrgico está indicado para la mayoría de los pacientes que presenten mielopatía cervical espondilótica evidente desde el punto de vista clínico. Se efectúa una evaluación clínica y radiográfica de los pacientes con signos muy incipientes o leves con respecto a su nivel de discapacidad, el tiempo de evolución de los síntomas, el grado de estenosis y las pruebas de evolución y se toma una decisión acerca del tratamiento considerando estos factores y los riesgos de la intervención quirúrgica. El objetivo del tratamiento quirúrgico es descomprimir adecuadamente la médula espinal y mantener la estabilidad de la columna vertebral.

Hay distintas opciones de técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la mielopatía cervical espondilótica, y el procedimiento específico elegido depende de múltiples factores tales como la localización de la patología compresiva, la extensión longitudinal de la enfermedad, la alineación de la columna vertebral y las dimensiones del conducto vertebral. En la mayoría de los casos, el tratamiento quirúrgico apropiado de la mielopatía cervical espondilótica determinará recuperación satisfactoria de la mielopatía, con mejor evolución en pacientes más jóvenes, pacientes tratados quirúrgicamente en etapas evolutivas más tempranas de la enfermedad y pacientes con menos comorbilidad.

Krishnaj Gourab, MD
Kenny S. David, MD
Department of Orthopaedic Surgery, Medical College of Wisconsin, Milwaukee, WI 53226

Los autores no recibieron subsidios ni fondos externos a favor de su investigación ni para preparar este manuscrito. No recibieron pagos ni otros beneficios, ni un compromiso o acuerdo para brindar este tipo de beneficios de una entidad comercial. Ninguna entidad comercial pagó ni envió, ni acordó pagar o enviar, ningún beneficio a ningún fondo de investigación, fundación, institución educativa ni otra organización de caridad o sin fines de lucro al que los autores estén afiliados o asociados.

doi:10.2106/JBJS.F.00014

Referencias

1. Bertalanffy H, Eggert HR. Complications of anterior cervical discectomy without fusion in 450 consecutive patients. *Acta Neurochir (Wien)*. 1989; 99:41-50.
2. Rao R. Neck pain, cervical radiculopathy, and cervical myelopathy: pathophysiology, natural history, and clinical evaluation. *J Bone Joint Surg Am*. 2002; 84:1872-81.
3. Clarke E, Robinson PK. Cervical myelopathy: a complication of cervical spondylosis. *Brain*. 1956;79:483-510.
4. Sampath P, Bendebba M, Davis JD, Ducker TB. Outcome of patients treated for cervical myelopathy. A prospective, multicenter study with independent clinical review. *Spine*. 2000;25:670-6.
5. Mixter WJ, Barr JS. Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *N Engl J Med*. 1934;211:210-5.
6. Hirabayashi K, Miyakawa J, Satomi K, Maruyama T, Wakano K. Operative results and postoperative progression of ossification among patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament. *Spine*. 1981;6:354-64.
7. Tsuji H. Laminoplasty for patients with compressive myelopathy due to so-called spinal canal stenosis in cervical and thoracic regions. *Spine*. 1982;7:28-34.
8. Robinson RA, Smith GW. Anterolateral cervical disc removal and interbody fusion for cervical disc syndrome. *Bull Johns Hopkins Hosp*. 1955;96:223-4.
9. Cloward RB. The anterior approach for removal of ruptured cervical disks. *J Neurosurg*. 1958;15:602-17.
10. Simmons EH, Bhalla SK. Anterior cervical discectomy and fusion. A clinical and biomechanical study with eight-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 1969;51:225-37.
11. Kadanka Z, Mares M, Bednanik J, Smrcka V, Krbec M, Stejskal L, Chaloupka R, Surelova D, Novotny O, Urbanek I, Dusek L. Approaches to spondylotic cervical myelopathy: conservative versus surgical results in a 3-year follow-up study. *Spine*. 2002;27:2205-11.
12. Kadanka Z, Mares M, Bednarik J, Smrcka V, Krbec M, Chaloupka R, Dusek L. Predictive factors for spondylotic cervical myelopathy treated conservatively or surgically. *Eur J Neurol*. 2005;12:55-63.
13. Matsumoto M, Chiba K, Ishikawa M, Maruiwa H, Fujimura Y, Toyama Y. Relationships between outcomes of conservative treatment and magnetic resonance imaging findings in patients with mild cervical myelopathy caused by soft disc herniations. *Spine*. 2001;26:1592-8.
14. Emery SE, Bohlman HH, Bolesta MJ, Jones PK. Anterior cervical decompression and arthrodesis for the treatment of cervical spondylotic myelopathy. Two to seventeen-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80:941-51.
15. Suri A, Chhabra RP, Mehta VS, Gaikwad S, Pandey RM. Effect of intramedullary signal changes on the surgical outcome of patients with cervical spondylotic myelopathy. *Spine J*. 2003;3:33-45.
16. Wada E, Suzuki S, Kanazawa A, Matsuoka T, Miyamoto S, Yonenobu K. Subtotal corpectomy versus laminoplasty for multilevel cervical spondylotic myelopathy: a long-term follow-up study over 10 years. *Spine*. 2001;26:1443-8.
17. Bohlman HH. Cervical spondylosis with moderate to severe myelopathy. A report of seventeen cases treated by Robinson anterior cervical discectomy and fusion. *Spine*. 1977;2:151-62.
18. Okada K, Shirasaki N, Hayashi H, Oka S, Hosoya T. Treatment of cervical spondylotic myelopathy by enlargement of the spinal canal

anteriorly, followed by arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:352- 64.

19. al-Mefty O, Harkey HL, Marawi I, Haines DE, Peeler DF, Wilner HI, Smith RR, Holaday HR, Haining JL, Russell WF, Harrison B, Middleton TH. Experimental chronic compressive cervical myelopathy. *J Neurosurg.* 1993;79:550-61.

20. Tanaka J, Seki N, Tokimura F, Doi K, Inoue S. Operative results of canal-expansive laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy in elderly patients. *Spine.* 1999;24:2308-12.

21. Lee TT, Manzano GR, Green BA. Modified open-door cervical expansive laminoplasty for spondylotic myelopathy: operative technique, outcome, and predictors for gait improvement. *J Neurosurg.* 1997;86:64- 8. 22. Arnasson O, Carlsson CA, Pellettieri L. Surgical and conservative treatment of cervical spondylotic radiculopathy and myelopathy. *Acta Neurochir (Wien).* 1987;84:48-53.

23. Fujiwara K, Yonenobu K, Ebara S, Yamashita K, Ono K. The prognosis of surgery for cervical compression myelopathy. An analysis of the factors involved. *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71:393-8.

24.

Morio Y, Teshima R, Nagashima H, Nawata K, Yamasaki D, Nanjo Y. Correlation between operative outcomes of cervical compression myelopathy and mri of the spinal cord. *Spine.* 2001;26:1238-45.

25.

Matsuda Y, Miyazaki K, Tada K, Yasuda A, Nakayama T, Murakami H, Matsuo M. Increased MR signal intensity due to cervical myelopathy. Analysis of 29 surgical cases. *J Neurosurg.* 1991;74:887-92.

26. Mehalic TF, Pezzuti RT, Applebaum BI. Magnetic resonance imaging and cervical spondylotic myelopathy. *Neurosurgery.* 1990;26:217-27.

27. Kawaguchi Y, Kanamori M, Ishihara H, Ohmori K, Abe Y, Kimura T. Pathomechanism of myelopathy and surgical results of laminoplasty in elderly patients with cervical spondylosis. *Spine.* 2003;28:2209-14.

28. Matsuda Y, Shibata T, Oki S, Kawatani Y, Mashima N, Oishi H. Outcomes of surgical treatment for cervical myelopathy in patients more than 75 years of age. *Spine.* 1999;24:529-34.

29. Kawaguchi Y, Kanamori M, Ishihara H, Ohmori K, Nakamura H, Kimura T. Minimum 10-year followup after en bloc cervical laminoplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;411:129-39.

30. Bucciario A, Vizioli L, Carangelo B, Tedeschi G. MR signal enhancement in cervical spondylotic myelopathy. Correlation with surgical results in 35 cases. *J Neurosurg Sci.* 1993;37:217-22.

31. Sodeyama T, Goto S, Mochizuki M, Takahashi J, Moriya H. Effect of decompression enlargement laminoplasty for posterior shifting of the spinal cord. *Spine.* 1999;24:1527-32.

32. Suda K, Abumi K, Ito M, Shono Y, Kaneda K, Fujiya M. Local kyphosis reduces surgical outcomes of expansive open-door laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy. *Spine.* 2003;28:1258-62.

33. Kawakami M, Tamaki T, Iwasaki H, Yoshida M, Ando M, Yamada H. A comparative study of surgical approaches for cervical compressive myelopathy. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;381:129-36.

34. Chiba K, Toyama Y, Watanabe M, Maruiwa H, Matsumoto M, Hirabayashi K. Impact of longitudinal distance of the cervical spine on the results of expansive open-door laminoplasty. *Spine.* 2000;25:2893-8.

35. Yonenobu K, Fuji T, Ono K, Okada K, Yamamoto T, Harada N. Choice of surgical treatment for multisegmental cervical spondylotic myelopathy. *Spine.* 1985;10:710-6.

36. Kadoya S, Nakamura T, Kwak R. A microsurgical anterior osteophytectomy for cervical spondylotic myelopathy. *Spine.* 1984;9:437-41.

37. Herkowitz HN, Kurz LT, Overholt DP. Surgical management of cervical soft disc herniation. A comparison between the anterior and posterior approach. *Spine.* 1990;15:1026-30.

38. Ratliff JK, Cooper PR. Cervical laminoplasty: a critical review. *J Neurosurg.* 2003;98(3 Suppl):230-8.

39. An HS, Evanich CJ, Nowicki BH, Haughton VM. Ideal thickness of Smith-Robinson graft for anterior cervical fusion. A cadaveric study with computed tomographic correlation. *Spine.* 1993;18:2043-7.

40. Vaccaro AR, Ring D, Scuderi G, Garfin SR. Vertebral artery location in relation to the vertebral body as determined by two-dimensional

computed tomography evaluation. *Spine*. 1994;19:2637-41.

41. Smith MD, Emery SE, Dudley A, Murray KJ, Leventhal M. Vertebral artery injury during anterior decompression of the cervical spine. A retrospective review of ten patients. *J Bone Joint Surg Br*. 1993;75:410-5.
42. Goto S, Mochizuki M, Kita T, Kobayashi Y, Sodeyama T, Watanabe T, Kitahara H, Moriya H. Anterior surgery in four consecutive technical phases for cervical spondylotic myelopathy. *Spine*. 1993;18:1968-73.
43. Raynor RB. Intraoperative ultrasound for immediate evaluation of anterior cervical decompression and discectomy. *Spine*. 1997;22:389- 95.
44. Groff MW, Sriharan S, Lee SM, Maiman DJ. Partial corpectomy for cervical spondylosis. *Spine*. 2003;28:14-20.
45. Yonenobu K, Okada K, Fuji T, Fujiwara K, Yamashita K, Ono K. Causes of neurologic deterioration following surgical treatment of cervical myelopathy. *Spine*. 1986;11:818-23.
46. Connolly ES, Seymour RJ, Adams JE. Clinical evaluation of anterior cervical fusion for degenerative cervical disc disease. *J Neurosurg*, 1965;23:431-7.
47. Robinson RA, Walker AE, Ferlic DC, Wiecking DK. The results of anterior interbody fusion of the cervical spine. *J Bone Joint Surg Am*. 1962;44:1569-87.
48. Stevens JM, Clifton AG, Whitear P. Appearances of posterior osteophytes after sound anterior interbody fusion in the cervical spine: a high-definition computed myelographic study. *Neuroradiology*. 1993;35:227-8.
49. Yamamoto I, Ikeda A, Shibuya N, Tsugane R, Sato O. Clinical long- term results of anterior discectomy without interbody fusion for cervical disc disease. *Spine*. 1991;16:272-9.
50. Shoda E, Sumi M, Kataoka O, Mukai H, Kurosaka M. Developmental and dynamic canal stenosis as radiologic factors affecting surgical results of anterior cervical fusion for myelopathy. *Spine*. 1999;24:1421-4.
51. Tani T, Ishida K, Ushida T, Yamamoto H. Intraoperative electroneurography in the assessment of the level of operation for cervical spondylotic myelopathy in the elderly. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82:269-74.
52. Zdeblick TA, Ducker TB. The use of freeze-dried allograft bone for anterior cervical fusions. *Spine*. 1991;16:726-9.
53. Samartzis D, Shen FH, Matthews DK, Yoon ST, Goldberg EJ, An HS. Comparison of allograft to autograft in multilevel anterior cervical discectomy and fusion with rigid plate fixation. *Spine J*. 2003;3:451-9.
54. Wittenberg RH, Moeller J, Shea M, White AA 3rd, Hayes WC. Compressive strength of autologous and allogeneous bone grafts for thoracolumbar and cervical spine fusion. *Spine*. 1990;15:1073-8.
55. Buck BE, Malinin TI. Human bone and tissue allografts. Preparation and safety. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;303:8-17.
56. Shapiro S. Banked fibula and the locking anterior cervical plate in anterior cervical fusions following cervical discectomy. *J Neurosurg*, 1996;84:161-5.
57. Brown MD, Malinin TI, Davis PB. A roentgenographic evaluation of frozen allografts versus autografts in anterior cervical spine fusions. *Clin Orthop Relat Res*. 1976;119:231-6.
58. Wang JC, Hart RA, Emery SE, Bohlman HH. Graft migration or displacement after multilevel cervical corpectomy and strut grafting. *Spine*. 2003;28:1016-22.
59. Vaccaro AR, Falatyn SP, Scuderi GJ, Eismont FJ, McGuire RA, Singh K, Garfin SR. Early failure of long segment anterior cervical plate fixation. *J Spinal Disord*. 1998;11:410-5.
60. Sasso RC, Ruggiero RA Jr, Reilly TM, Hall PV. Early reconstruction failures after multilevel cervical corpectomy. *Spine*. 2003;28:140-2.
61. Connolly PJ, Esses SI, Kostuik JP. Anterior cervical fusion: outcome analysis of patients fused with and without anterior cervical plates. *J Spinal Disord*. 1996;9:202-6.
62. Kaiser MG, Haid RW Jr, Subach BR, Barnes B, Rodts GE Jr. Anterior cervical plating enhances arthrodesis after discectomy and fusion with cortical allograft. *Neurosurgery*. 2002;50:229-38.
63. Wang JC, McDonough PW, Endow KK, Delamarter RB. Increased fusion rates with cervical plating for two-level anterior cervical discectomy and fusion. *Spine*. 2000;25:41-5.

64. Park JB, Cho YS, Riew KD. Development of adjacent-level ossification in patients with an anterior cervical plate. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:558-63.
65. Samartzis D, Shen FH, Lyon C, Phillips M, Goldberg EJ, An HS. Does rigid instrumentation increase the fusion rate in one-level anterior cervical discectomy and fusion? *Spine J*. 2004;4:636-43.
66. Wang JC, McDonough PW, Endow K, Kanim LE, Delamarter RB. The effect of cervical plating on single-level anterior cervical discectomy and fusion. *J Spinal Disord*. 1999;12:467-71.
67. Herrmann AM, Geisler FH. Geometric results of anterior cervical plate stabilization in degenerative disease. *Spine*. 2004;29:1226-34.
68. Epstein NE. The management of one-level anterior cervical corpectomy with fusion using Atlantis hybrid plates: preliminary experience. *J Spinal Disord*. 2000;13:324-8.
69. Bohlman HH, Emery SE, Goodfellow DB, Jones PK. Robinson anterior cervical discectomy and arthrodesis for cervical radiculopathy. Long-term follow-up of one hundred and twenty-two patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75:1298-307.
70. Cauthen JC, Kinard RE, Vogler JB, Jackson DE, DePaz OB, Hunter OL, Wasserburger LB, Williams VM. Outcome analysis of noninstrumented anterior cervical discectomy and interbody fusion in 348 patients. *Spine*. 1998;23:188-92.
71. Martin GJ Jr, Haid RW Jr, MacMillan M, Rodts GE Jr, Berkman R. Anterior cervical discectomy with freeze-dried fibula allograft. Overview of 317 cases and literature review. *Spine*. 1999;24:852-9.
72. Mikawa Y, Shikata J, Yamamuro T. Spinal deformity and instability after multilevel cervical laminectomy. *Spine*. 1987;12:6-11.
73. Ishida Y, Suzuki K, Ohmori K, Kikata Y, Hattori Y. Critical analysis of extensive cervical laminectomy. *Neurosurgery*. 1989;24:215-22.
74. Hirabayashi K, Satomi K. Operative procedure and results of expansive open-door laminoplasty. *Spine*. 1988;13:870-6.
75. Naito M, Ogata K, Kurose S, Oyama M. Canal-expansive laminoplasty in 83 patients with cervical myelopathy. A comparative study of three different procedures. *Int Orthop*. 1994;18:347-51.
76. Yue WM, Tan CT, Tan SB, Tan SK, Tay BK. Results of cervical laminoplasty and a comparison between single and double trap-door techniques. *J Spinal Disord*. 2000;13:329-35.
77. Deutsch H, Mummaneni PV, Rodts GE, Haid RW. Posterior cervical laminoplasty using a new plating system: technical note. *J Spinal Disord Tech*. 2004;17:317-20.
78. O'Brien MF, Peterson D, Casey AT, Crockard HA. A novel technique for laminoplasty augmentation of spinal canal area using titanium miniplate stabilization. A computerized morphometric analysis. *Spine*. 1996;21:474-84.
79. Goto T, Ohata K, Takami T, Nishikawa M, Tsuyuguchi N, Morino M, Matusaka Y, Nishio A, Inoue Y, Hara M. Hydroxyapatite laminar spacers and titanium miniplates in cervical laminoplasty. *J Neurosurg*. 2002;97(3 Suppl):323-9.
80. Benzel EC, Lancon J, Kesterson L, Hadden T. Cervical laminectomy and dentate ligament section for cervical spondylotic myelopathy. *J Spinal Disord*. 1991;4:286-95.
81. Nowinski GP, Visarius H, Nolte LP, Herkowitz HN. A biomechanical comparison of cervical laminoplasty and cervical laminectomy with progressive facetectomy. *Spine*. 1993;18:1995-2004.
82. Guigui P, Benoist M, Deburge A. Spinal deformity and instability after multilevel cervical laminectomy for spondylotic myelopathy. *Spine*. 1998;23:440-7.
83. Kaptain GJ, Simmons NE, Replogle RE, Pobereskin L. Incidence and outcome of kyphotic deformity following laminectomy for cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg*. 2000;93(2 Suppl):199-204.
84. Yasuoka S, Peterson HA, MacCarty CS. Incidence of spinal column deformity after multilevel laminectomy in children and adults. *J Neurosurg*. 1982;57:441-5.
85. Kato Y, Iwasaki M, Fuji T, Yonenobu K, Ochi T. Long-term follow-up results of laminectomy for cervical myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament. *J Neurosurg*. 1998;89:217-23.
86. Itoh T, Tsuji H. Technical improvements and results of laminoplasty for compressive myelopathy in the cervical spine. *Spine*. 1985;10:729-36.

87. Hirabayashi K, Toyama Y, Chiba K. Expansive laminoplasty for myelopathy in ossification of the longitudinal ligament. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;359:35-48.
88. Kohno K, Kumon Y, Oka Y, Matsui S, Ohue S, Sakaki S. Evaluation of prognostic factors following expansive laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Surg Neurol*. 1997;48:237-45.
89. 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.
90. Kumar VG, Rea GL, Mervis LJ, McGregor JM. Cervical spondylotic myelopathy: functional and radiographic long-term outcome after laminectomy and posterior fusion. *Neurosurgery*. 1999;44:771-8.
91. Maurer PK, Ellenbogen RG, Ecklund J, Simonds GR, van Dam B, Ondra SL. Cervical spondylotic myelopathy: treatment with posterior decompression and Luque rectangle bone fusion. *Neurosurgery*. 1991;28:680-4.
92. Houten JK, Cooper PR. Laminectomy and posterior cervical plating for multilevel cervical spondylotic myelopathy and ossification of the posterior longitudinal ligament: effects on cervical alignment, spinal cord compression, and neurological outcome. *Neurosurgery*. 2003;52:1081-8.
93. Epstein NE. Laminectomy with posterior wiring and fusion for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament, spondylosis, ossification of the yellow ligament, stenosis, and instability: a study of 5 patients. *J Spinal Disord*. 1999;12:461-6.
94. Heller JG, Edwards CC 2nd, Murakami H, Rodts GE. Laminoplasty versus laminectomy and fusion for multilevel cervical myelopathy: an independent matched cohort analysis. *Spine*. 2001;26:1330-6.
95. Abumi K, Kaneda K, Shono Y, Fujiya M. One-stage posterior decompression and reconstruction of the cervical spine by using pedicle screw fixation systems. *J Neurosurg*. 1999;90(1 Suppl):19-26.
96. Heller JG, Silcox DH 3rd, Sutterlin CE 3rd. Complications of posterior cervical plating. *Spine*. 1995;20:2442-8.
97. Graham AW, Swank ML, Kinard RE, Lowery GL, Dials BE. Posterior cervical arthrodesis and stabilization with a lateral mass plate. Clinical and computed tomographic evaluation of lateral mass screw placement and associated complications. *Spine*. 1996;21:323-9.
98. Jones EL, Heller JG, Silcox DH, Hutton WC. Cervical pedicle screws versus lateral mass screws. Anatomic feasibility and biomechanical comparison. *Spine*. 1997;22:977-82.
99. Miyazaki K, Tada K, Matsuda Y, Okuno M, Yasuda T, Murakami H. Posterior extensive simultaneous multisegment decompression with posterolateral fusion for cervical myelopathy with cervical instability and kyphotic and/or S-shaped deformities. *Spine*. 1989;14:1160-70.
100. Hamanishi C, Tanaka S. Bilateral multilevel laminectomy with or without posterolateral fusion for cervical spondylotic myelopathy: relationship to type of onset and time until operation. *J Neurosurg*. 1996;85:447-51.
101. Kawaguchi Y, Kanamori M, Ishiara H, Nobukiyo M, Seki S, Kimura T. Preventive measures for axial symptoms following cervical laminoplasty. *J Spinal Disord Tech*. 2003;16:497-501.
102. Baba H, Furusawa N, Chen Q, Imura S. Cervical laminoplasty in patients with ossification of the posterior longitudinal ligaments. *Paraplegia*. 1995;33:25-9.
103. Nurick S. The pathogenesis of the spinal cord disorder associated with cervical spondylosis. *Brain*. 1972;95:87-100.
104. Hukuda S, Mochizuki T, Ogata M, Shichikawa K, Shimomura Y. Operations for cervical spondylotic myelopathy. A comparison of the results of anterior and posterior procedures. *J Bone Joint Surg Br*. 1985;67:609-15.
105. Chiles BW 3rd, Leonard MA, Choudhri HF, Cooper PR. Cervical spondylotic myelopathy: patterns of neurological deficit and recovery after anterior cervical decompression. *Neurosurgery*. 1999;44:762-70.
106. Batzdorf U, Batzdorff A. Analysis of cervical spine curvature in patients with cervical spondylosis. *Neurosurgery*. 1988;22:827-36.
107. Fukushima T, Ikata T, Taoka Y, Takata S. Magnetic resonance imaging study on spinal cord plasticity in patients with cervical compression myelopathy. *Spine*. 1991;16(10 Suppl):S534-8.
108. Wang MY, Shah S, Green BA. Clinical outcomes following cervical laminoplasty for 204 patients with cervical spondylotic myelopathy. *Surg Neurol*. 2004;62:487-93.

109. Good DC, Couch JR, Wacaser L. "Numb, clumsy hands" and high cervical spondylosis. *Surg Neurol.* 1984;22:285-91.
110. Voskuhl RR, Hinton RC. Sensory impairment in the hands secondary to spondylotic compression of the cervical spinal cord. *Arch Neurol.* 1990;47:309-11. Fe de erratas en: *Arch Neurol.* 1990;47:653.
111. Ono K, Ebara S, Fuji T, Yonenobu K, Fujiwara K, Yamashita K. Myelopathy hand. New clinical signs of cervical cord damage. *J Bone Joint Surg Br.* 1987;69:215-9.
112. Stark RJ, Kennard C, Swash M. Hand wasting in spondylotic high cord compression: an electromyographic study. *Ann Neurol.* 1981;9:58-62.
113. Prabhu K, Babu KS, Samuel S, Chacko AG. Rapid opening and closing of the hand as a measure of early neurologic recovery in the upper extremity after surgery for cervical spondylotic myelopathy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86:105-8.
114. Bertalanffy H, Eggert HR. Clinical long-term results of anterior discectomy without fusion for treatment of cervical radiculopathy and myelopathy. A follow-up of 164 cases. *Acta Neurochir (Wien).* 1988;90:127-35.
115. Edwards CC 2nd, Heller JG, Murakami H. Corpectomy versus laminoplasty for multilevel cervical myelopathy: an independent matched-cohort analysis. *Spine.* 2002;27:1168-75.
116. Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, Ishii T, Iwasaki M, Yoshikawa H. Long-term outcome of laminoplasty for cervical myelopathy due to disc herniation: a comparative study of laminoplasty and anterior spinal fusion. *Spine.* 2005;30:756-9.
117. Yonenobu K, Hosono N, Iwasaki M, Asano M, Ono K. Laminoplasty versus subtotal corpectomy. A comparative study of results in multisegmental cervical spondylotic myelopathy. *Spine.* 1992;17:1281-4.
118. Yonenobu K, Yamamoto T, Ono K. Laminoplasty for myelopathy: indications, results, outcomes, and complications. In: Clark CR, editor. *The cervical spine.* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998. p 849-64.
119. Hosono N, Yonenobu K, Ono K. Neck and shoulder pain after laminoplasty. A noticeable complication. *Spine.* 1996;21:1969-73.
120. Yoshida M, Tamaki T, Kawakami M, Nakatani N, Ando M, Yamada H, Hayashi N. Does reconstruction of posterior ligamentous complex with extensor musculature decrease axial symptoms after cervical laminoplasty? *Spine.* 2002;27:1414-8.
121. Shiraishi T. Skip laminectomy—a new treatment for cervical spondylotic myelopathy, preserving bilateral muscular attachments to the spinous processes: a preliminary report. *Spine J.* 2002;2:108-15.
122. Yoshida M, Otani K, Shibasaki K, Ueda S. Expansive laminoplasty with reattachment of spinous process and extensor musculature for cervical myelopathy. *Spine.* 1992;17:491-7.
123. Shiraishi T, Fukuda K, Yato Y, Nakamura M, Ikegami T. Results of skip laminectomy-minimum 2-year follow-up study compared with open-door laminoplasty. *Spine.* 2003;28:2667-72.
124. Kawai S, Sunago K, Doi K, Saika M, Taguchi T. Cervical laminoplasty (Hattori's method). Procedure and follow-up results. *Spine.* 1988;13:1245-50.
125. Kimura I, Shingu H, Nasu Y. Long-term follow-up of cervical spondylotic myelopathy treated by canal-expansive laminoplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77:956-61.
126. Hilibrand A, Berta S, Daffner S. The impact of anterior cervical fusion upon overall range of motion and neck flexibility. In: *Proceedings of the Annual Meeting of the North American Spine Society*; 2003 Oct 21-25; San Diego, CA.
127. Hanai K, Fujiyoshi F, Kamei K. Subtotal vertebrectomy and spinal fusion for cervical spondylotic myelopathy. *Spine.* 1986;11:310-5.
128. Sasai K, Saito T, Akagi S, Kato I, Ogawa R. Cervical curvature after laminoplasty for spondylotic myelopathy—involverment of yellow ligament, semispinalis cervicis muscle, and nuchal ligament. *J Spinal Disord.* 2000;13:26-30.
129. Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA, Jones PK, Bohlman HH. Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:519-28.
130. Rao RD, Wang M, McGrady LM, Perlewitz TJ, David KS. Does anterior plating of the cervical spine predispose to adjacent segment changes? *Spine.* 2005;30:2788-93.
131. Flynn TB. Neurologic complications of anterior cervical interbody fusion. *Spine.* 1982;7:536-9.

132. Yonenobu K, Hosono N, Iwasaki M, Asano M, Ono K. Neurologic complications of surgery for cervical compression myelopathy. *Spine*. 1991;16:1277-82.
133. Satomi K, Ogawa J, Ishii Y, Hirabayashi K. Short-term complications and long-term results of expansive open-door laminoplasty for cervical stenotic myelopathy. *Spine J*. 2001;1:26-30.
134. Komagata M, Nishiyama M, Endo K, Ikegami H, Tanaka S, Imakiire A. Prophylaxis of C5 palsy after cervical expansive laminoplasty by bilateral partial foraminotomy. *Spine J*. 2004;4:650-5.
135. Apfelbaum RI, Kriskovich MD, Haller JR. On the incidence, cause, and prevention of recurrent laryngeal nerve palsies during anterior cervical spine surgery. *Spine*. 2000;25:2906-12.
136. Heeneman H. Vocal cord paralysis following approaches to the anterior cervical spine. *Laryngoscope*. 1973;83:17-21.
137. Bazaz R, Lee MJ, Yoo JU. Incidence of dysphagia after anterior cervical spine surgery: a prospective study. *Spine*. 2002;27:2453-8.
138. Pompili A, Canitano S, Caroli F, Caterino M, Crecco M, Raus L, Occhipinti E. Asymptomatic esophageal perforation caused by late screw migration after anterior cervical plating: report of a case and review of relevant literature. *Spine*. 2002;27:E499-502.
139. Shenoy SN, Raja A. Delayed pharyngo-esophageal perforation: rare complication of anterior cervical spine surgery. *Neurol India*. 2003;51:534-6.
140. Curylo LJ, Mason HC, Bohlman HH, Yoo JU. Tortuous course of the vertebral artery and anterior cervical decompression: a cadaveric and clinical case study. *Spine*. 2000;25:2860-4.
141. Eleraky MA, Llanos C, Sonntag VK. Cervical corpectomy: report of 185 cases and review of the literature. *J Neurosurg*. 1999;90(1 Suppl):35-41.
142. Jimenez JC, Sani S, Braverman B, Deutsch H, Ratliff JK. Palsies of the fifth cervical nerve root after cervical decompression: prevention using continuous intraoperative electromyography monitoring. *J Neurosurg Spine*. 2005;3:92-7.
143. Papastefanou SL, Henderson LM, Smith NJ, Hamilton A, Webb JK. Surface electrode somatosensory-evoked potentials in spinal surgery: implications for indications and practice. *Spine*. 2000;25:2467- 72.
144. Epstein NE, Danto J, Nardi D. Evaluation of intraoperative somatosensory-evoked potential monitoring during 100 cervical operations. *Spine*. 1993;18:737-47.

**TABLA I Criterios de la Asociación Japonesa de Ortopedia para
evaluar los resultados quirúrgicos en pacientes que
presentan mielopatía cervical***

I. Función de las extremidades superiores

Le resulta imposible comer con palitos chinos o cuchara (0 puntos)

Puede comer con cuchara, pero no con palitos chinos (1 punto)

Puede comer con palitos chinos pero de manera inadecuada (2 puntos)

Puede comer con palitos chinos pero con torpeza (3 puntos)

Normal (4 puntos)

II. Función de las extremidades inferiores

Le resulta imposible caminar (0 puntos)

Necesita bastón u otro sostén en suelo plano (1 punto)

Necesita bastón u otro sostén sólo en escaleras (2 puntos)

Puede caminar sin bastón ni sostén, pero lentamente (3 puntos)

Normal (4 puntos)

III. Sensibilidad

Extremidad superior

Pérdida sensitiva evidente (0 puntos)

Pérdida sensitiva mínima (1 punto)

Normal (2 puntos)

Extremidad inferior

Pérdida sensitiva evidente (0 puntos)

Pérdida sensitiva mínima (1 punto)

Normal (2 puntos)

Tronco

Pérdida sensitiva evidente (0 puntos)

Pérdida sensitiva mínima (1 punto)

Normal (2 puntos)

IV. Función vesical

Retención completa (0 puntos)

Alteración grave (1 punto)

Evacuación vesical inadecuada

Esfuerzo miccional

Goteo posmiccional

Alteración leve (2 puntos)

Polaquiuria

Disuria inicial

Normal (3 puntos)

*Puntuación total normal = 17 puntos.

TABLA II Grados de Nurick de gravedad de la mielopatía¹⁰³

Grado	Resultados
0	Signos o síntomas de compromiso radicular pero sin pruebas de patología de la médula espinal
1	Signos de patología de la médula espinal pero sin dificultad para caminar
2	Ligera dificultad para caminar que no impide tener un empleo de jornada completa
3	Dificultad para caminar que impide el empleo de jornada completa o la capacidad de realizar todas las tareas domésticas
4	Puede caminar sólo con ayuda de alguien o de un andador
5	Silla de ruedas o postrado

Fig. 1

Ilustración que representa los criterios radiográficos utilizados para evaluar la estenosis cervical y la mielopatía. *a*, El diámetro mediosagital del conducto vertebral se mide como la distancia desde el medio de la superficie dorsal del cuerpo vertebral hasta el punto más próximo de la línea vertebralaminar. Se considera que los pacientes cuyo conducto vertebral mide <13 mm presentan estenosis congénita. *b*, Una distancia <12 mm desde el ángulo posteroinferior de un cuerpo vertebral hasta el borde anterosuperior de la lámina de la vértebra inmediatamente caudal con el cuello en extensión indica estenosis dinámica. *c*, La espondilolistesis >3.5 mm es un parámetro de traslación excesiva entre los cuerpos vertebrales. Se representan esquemáticamente los cambios de señal dentro de la sustancia de la médula espinal, observados en imágenes de resonancia magnética ponderadas para T1 y T2 en algunos pacientes.

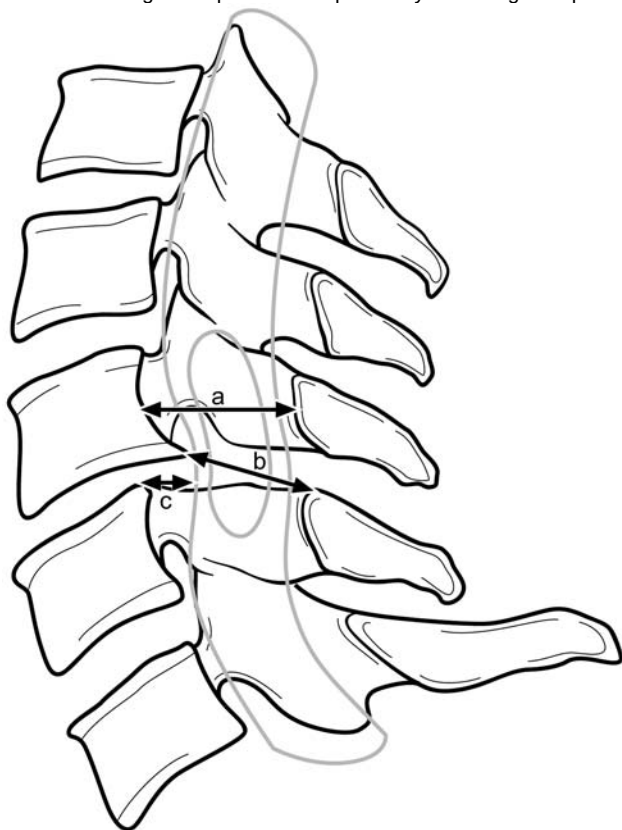


Fig. 2

Ilustración que representa los procedimientos anteriores comunes empleados en la mielopatía cervical. *A*, Discectomía cervical anterior e introducción de un espaciador óseo para artrodesis. *B*, Corporectomía cervical anterior e introducción de un injerto óseo puntal. *C*, Discectomía cervical anterior seguida de introducción de un espaciador óseo para artrodesis y osteosíntesis con placas anterior. *D*, Corporectomía cervical anterior, introducción de un injerto puntal y osteosíntesis con placas anterior.

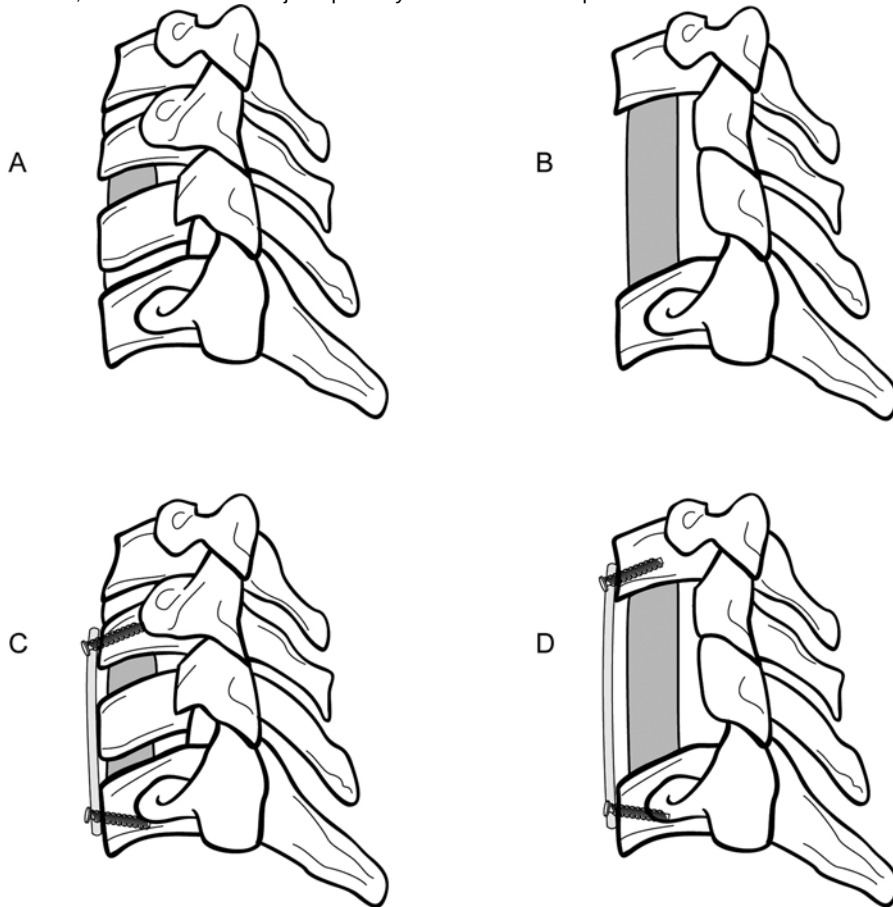
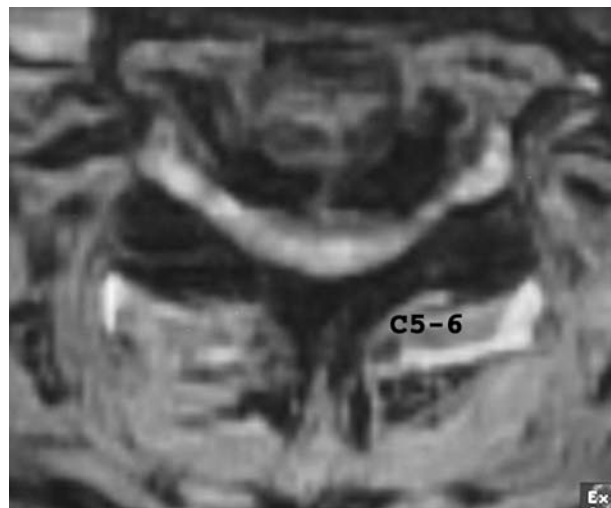
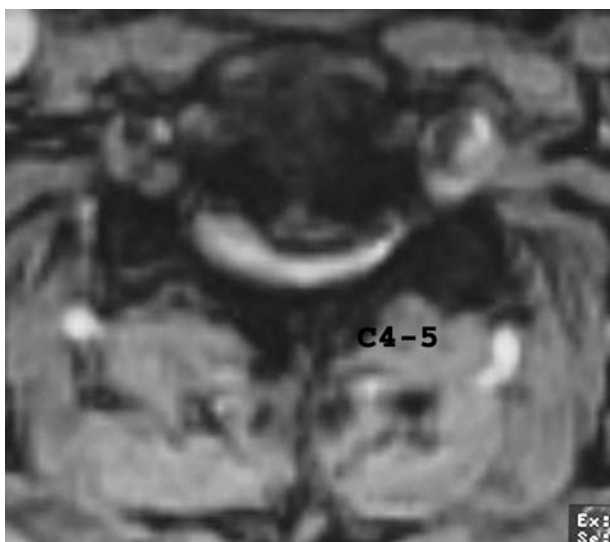
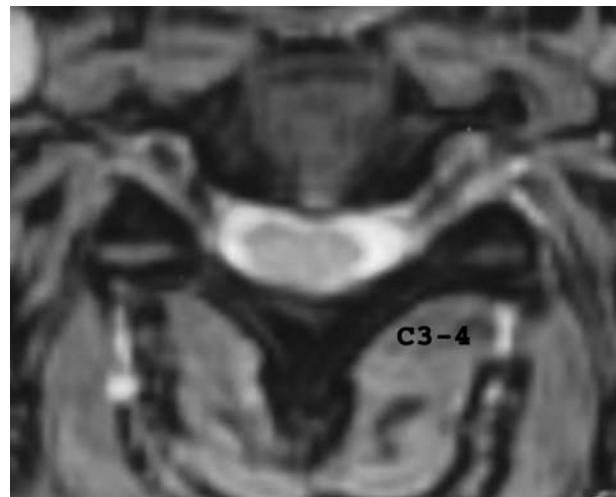
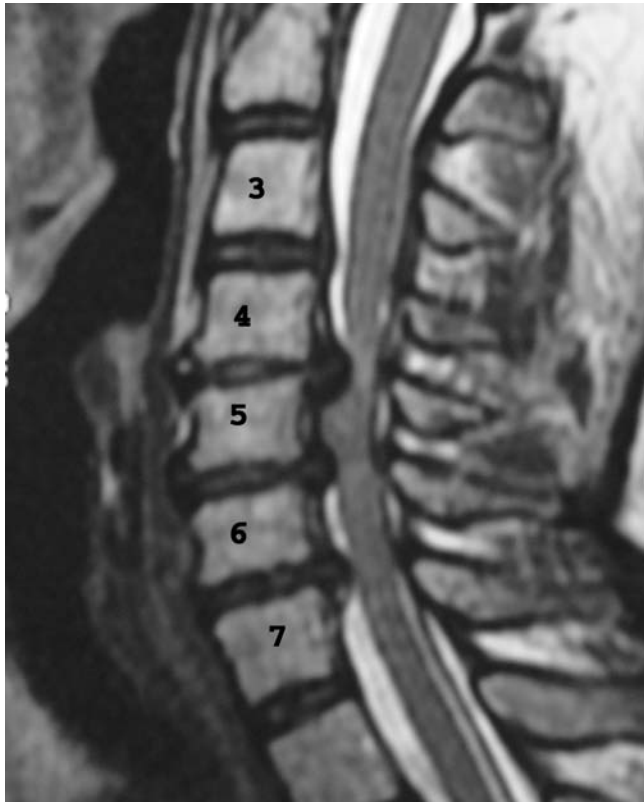


Fig. 3-A, Fig. 3-B, Fig. 3-C, Fig. 3-D, Fig. 3-E

Figs. de 3-A a 3-G Una mujer de cuarenta y siete años presentaba antecedentes de dolor cervical, entumecimiento de ambas extremidades superiores e intensa debilidad bilateral en la función de las manos de seis meses de evolución. **Figs. de 3-A a 3-E** Imagen sagital ponderada para T2 (Fig. 3-A) e imágenes axiales de C3-C4 (Fig. 3-B), C4-C5 (Fig. 3-C), C5-C6 (Fig. 3-D) y C6- C7 (Fig. 3-E) preoperatorias, que muestran estenosis grave, en especial en C4-C5 y C5-C6, causadas por una combinación de alteraciones espondilóticas y protrusión discal sobreagragada. Se pueden observar cambios de señal dentro de la sustancia de la médula espinal por detrás del espacio discal C4-C5.



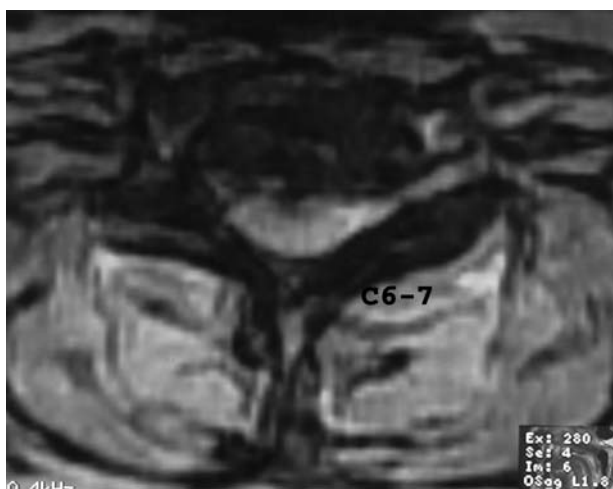


Fig. 3-F, Fig. 3-G

Figs. 3-F y 3-G Radiografías efectuadas después de tratar al paciente con corporectomía de los cuerpos vertebrales C5 y C6, injerto puntal con jaula de malla de titanio rellena con hueso autógeno local y aplicación de una placa cervical anterior de C4 a C7.



Fig. 4

Ilustraciones que representan las técnicas habituales utilizadas para laminoplastia cervical. *A*, Laminoplastia de puerta única. Se colocan suturas a través de la apófisis espinosa hasta la cápsula articular del lado de la bisagra para mantener elevada la lámina. *B*, Laminoplastia de doble puerta. Se osteotomiza la apófisis espinosa en la línea media y se abren las dos mitades sobre las bisagras laterales. Se rellena el defecto entre las apófisis espinosas divididas con injerto óseo estructural o un espaciador, lo que impide el cierre de las puertas de laminoplastia. *C*, Laminoplastia de puerta única con uso de injerto óseo o espaciador para mantener abierta la puerta. *D*, Laminoplastia de puerta única con uso de una placa de laminoplastia. *E*, Abordaje unilateral con corte de musculatura para mantener la integridad de las partes blandas del lado contralateral. Se exponen las láminas de un lado con preservación del ligamentos nuchal, supraespinoso e interespinoso. Se practica osteotomía en la base de las apófisis espinosas y se las refleja hacia el lado indemne, lo que permite exponer el hueso laminar posterior. Las flechas indican el plano de osteotomía y exposición.

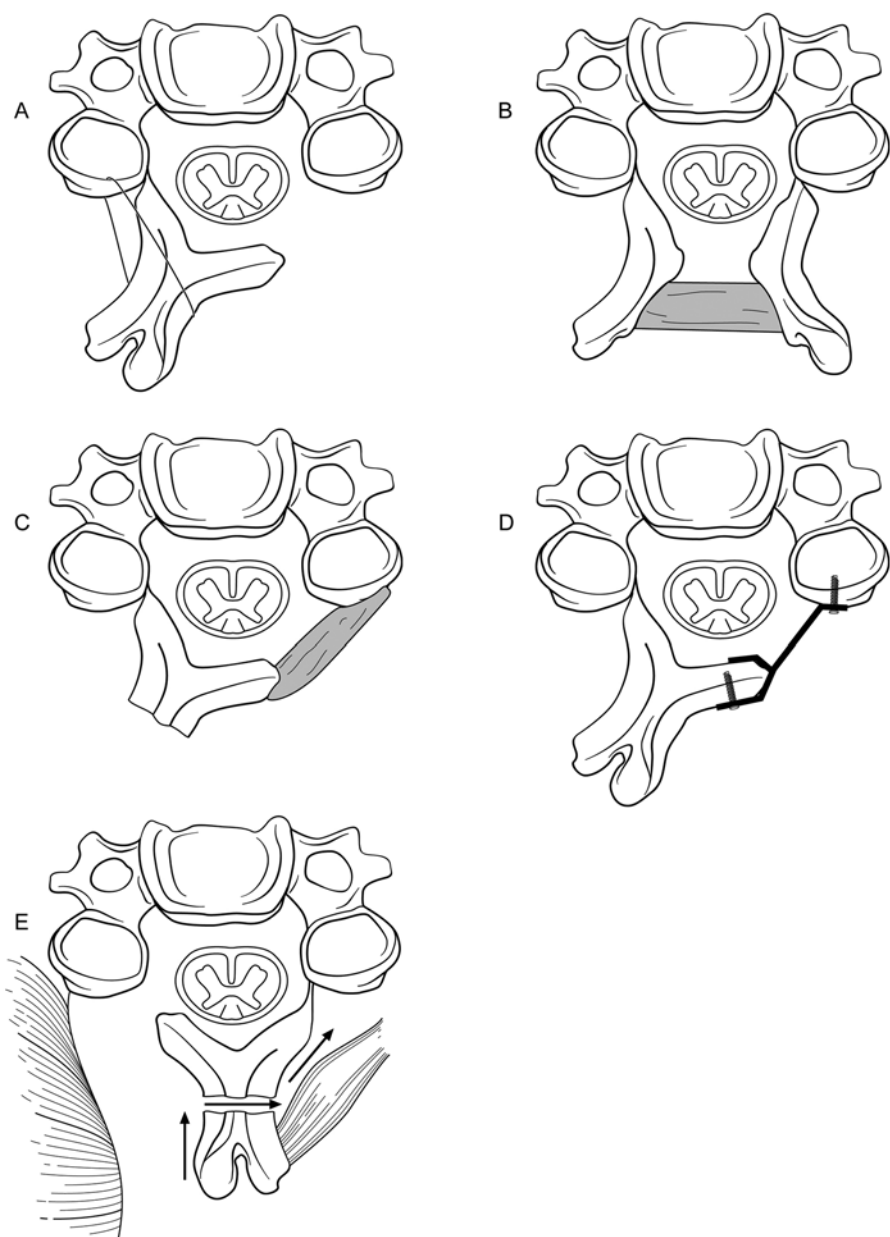
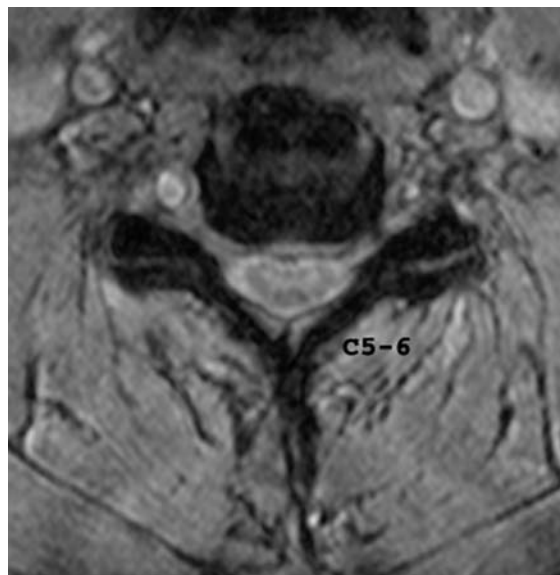
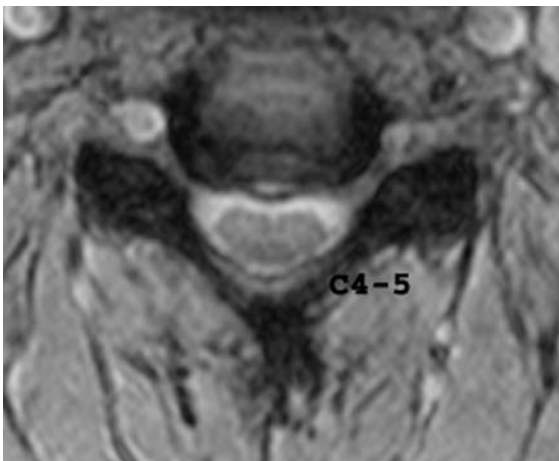
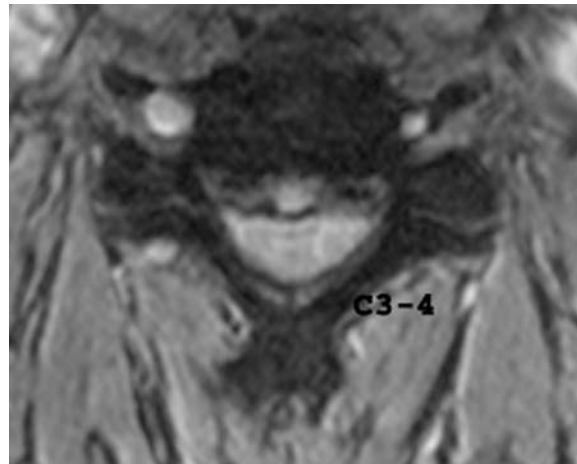


Fig. 5-A, Fig. 5-B, Fig. 5-C, Fig. 5-D, Fig. 5-E

Figs. de 5-A a 5-F Un hombre de cuarenta y ocho años presentaba antecedentes de entumecimiento difuso en ambas extremidades superiores, dificultad en actividades de motricidad fina con las manos y dolor cervical de tres años de evolución. **Figs. de 5-A a 5-E** Imagen sagital ponderada para T2 preoperatoria (Fig. 5-A) e imágenes axiales de C3-C4 (Fig. 5-B), C4-C5 (Fig. 5-C), C5-C6 (Fig. 5-D) y C6-C7 (Fig. 5-E), que muestran cambios degenerativos, estenosis en múltiples niveles y alteraciones de alta intensidad dentro de la sustancia de los cordones posteriores de la médula espinal hasta el espacio discal C3-C4.



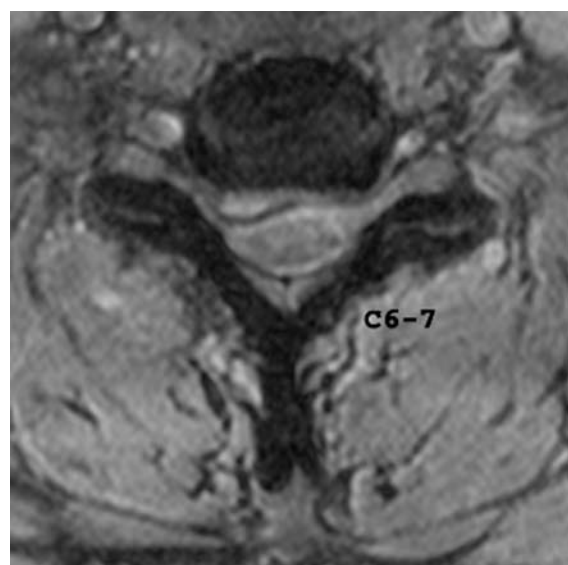


Fig. 5-F

Radiografía efectuada después que el paciente fue sometido a una laminoplastia con uso de miniplacas. Después de la cirugía, el paciente refirió mejoría de la sensibilidad y la función de las extremidades superiores y resolución del dolor cervical.

