

Osteosíntesis cervical posterior con placa en lesiones cervicales

Posterior internal fixation with plate of cervical spine lesions

M. SÁNCHEZ MARTÍN

CÁTEDRA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA. DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA. FACULTAD DE MEDICINA DE VALLADOLID. SERVICIO DE TRAUMATOLOGÍA Y CIRUGÍA ORTOPÉDICA. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE VALLADOLID.

Resumen. Objetivo: El propósito del presente estudio es analizar retrospectivamente los resultados a largo plazo de las lesiones de la columna cervical baja tratadas mediante estabilización posterior con placas atornilladas de Roy-Camille a las masas laterales. Pacientes y métodos: Se estudian 15 pacientes, de los cuales solo 14 completos con lesiones traumáticas (13) y 1 no traumática (1 paciente con inestabilidad sobre artrodesis por doble Cloward) durante un periodo postoperatorio medio de 8 años (6-12). Salvo 1 paciente con fractura del cuerpo vertebral, el resto tenían lesiones del arco posterior (luxaciones uni o bilaterales, fracturas-luxaciones, fractura separación de la masa lateral y esguinces graves). En todos se practicó osteosíntesis posterior con placas atornilladas a las masas laterales o parte más convexa del proceso articular inferior, según técnica de Roy-Camille. Para evitar complicaciones vasculares y nerviosas la técnica debe ser exacta. La valoración radiológica se hizo mediante radiografías laterales dinámicas en 4 grupos, según protocolo de Roy-Camille. Resultados: El examen radiológico funcional no mostró pérdida de corrección en lesiones del arco posterior (13 pacientes). En un caso de lesión del cuerpo vertebral se produjo cifosis secundaria, precisando retirar el material por dolor. La rigidez vertebral es menor cuando se fija un solo segmento. Conclusiones: Los resultados sugieren que es una excelente técnica de estabilización cervical posterior en lesiones traumática o no traumáticas inestables de la columna cervical, especialmente cuando se asocian lesiones altas y bajas.

Summary. The purpose of the present study is to retrospectively assess the long-term clinical outcome of patients with unstable lesions of the lower cervical spine treated by internal fixation with Roy-Camille plates and screws on the lateral masses. Patients and methods: Fifteen patients (14 traumatic and 1 non traumatic) with instability who had internal fixation by plates and screws of Roy-Camille were studied. Except for 1 patient who had flexion fracture of the vertebral body, the remainder suffered lesions of the vertebral arc (uni- or bilateral dislocation, fracture-dislocation, separation-fracture of the lateral mass and major ligament sprains). The technique must be accurate to avoid vascular and nervous complications. Results: There was a strong association between clinical outcome and the final radiographic grade, according to Roy-Camille grading scale. The dynamic assessment of the lateral cervical radiographs showed an excellent result in all the lesions of the vertebral arc (13 patients studied). One case of vertebral body fracture had a bad result with flexion deformity, pain and need for material removal. Conclusions: The findings of the present clinical study suggest that the posterior cervical stabilization for unstable arc lesions, whether traumatic or not, is an excellent solution, specially when upper and lower lesions are associated.

Introducción. En los diferentes métodos de tratamiento de las lesiones traumáticas de las últimas cinco vértebras cervicales se buscan dos objetivos: conseguir que la lesión consolide de forma estable para mejor función indolora y prevenir la posible lesión o compresión de los elementos nerviosos (médula y raíces nerviosas) en el canal y agujeros intervertebrales.

Los dispositivos de osteosíntesis tienen que crear estabilización multidireccional mediante fijación segmentaria corta (anterior o posterior), dejando libres el mayor número de segmentos móviles. Los medios de osteosíntesis anterior son más deseables para fijación de las lesiones vertebrales anteriores y los posteriores para las lesiones posteriores (1,2). La cortical de los cuerpos vertebrales cervicales no es tan fuerte como la de los elementos óseos posteriores. Por tanto, incluso aunque los tornillos penetren en la cortical posterior del cuerpo vertebral no aportan suficiente estabilidad como los métodos de fijación posterior en casos de lesión posterior o lesiones mixtas anterior y posterior (2).

Es necesario definir con mayor claridad las indicaciones, ventajas y desventajas de la osteosíntesis posterior. Al seleccionar un método de osteosíntesis hay que tener en cuenta la anatomía patológica de la lesión, el mecanismo del traumatismo con el consiguiente desplazamiento y la experiencia del cirujano (3). Las técnicas de cerclaje cervical posterior han sido durante mucho tiempo el modelo por el que se han juzgado todos los métodos en estudios clínicos y biomecánicos. Las placas posteriores se describieron por primera vez en Francia por Roy-Camille y cols en 1979 (4), pero alcanzaron difusión a partir de 1989 (5), consiguiendo mayor estabilidad en carga a la flexión (92%) en comparación con solo 33% del cerclaje alámbrico posterior. El cerclaje, biomecánicamente, se ha mostrado estable en flexión, pero menos en extensión y rotación. Por ello, muchos cirujanos prefieren una técnica de cerclaje triple con alambres intraespinosos para comprimir los injertos óseos contra las láminas (6). Pero

cuando los elementos posteriores son defectuosos, entonces hay que considerar otros métodos de osteosíntesis.

La orientación del tornillo es importante para la estabilidad de la placa. Errico y cols (7) comparan los métodos de Magerl (dirección del tornillo oblicuo ascendente) y de Roy-Camille (tornillo sagital) y observan que la fuerza mayor de arrancamiento es mayor para la técnica de Magerl (607 N frente a 471 N).

Los problemas técnicos están en relación con la posible lesión de la arteria vertebral, la médula y las raíces nerviosas. Por ello, es esencial familiarizarse con la anatomía del pilar articular cervical y la correcta colocación del tornillo si se quieren evitar complicaciones utilizando tornillos bicorticales. En un estudio comparativo con ambas técnicas utilizadas simultáneamente en cadáver humano fresco mediante examen directo y radiológico de las muestras, Heller y cols (8) demostraron que el 96% de los tornillos de Roy-Camille estaban en zona apropiada, frente a solo 42% de los tornillos de Magerl.

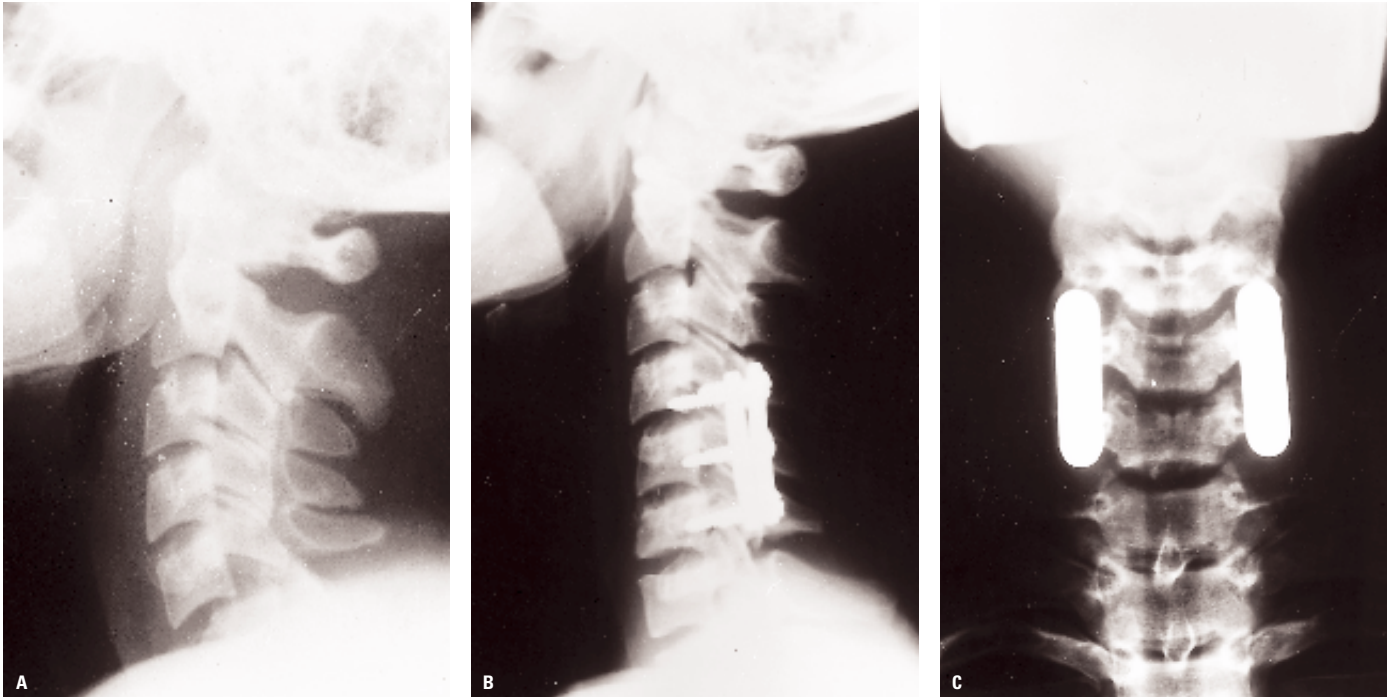
En este trabajo se presenta la experiencia personal con la técnica de Roy-Camille para el tratamiento de lesiones cervicales posteriores, concretando las indicaciones, ventajas y desventajas del método.

Material y método. Se estudiaron 15 pacientes con inestabilidad de las cinco últimas vértebras cervicales, 14 de origen traumático y 1 situada por encima de una doble artrodesis de Cloward. Son pacientes operados de manera consecutiva por el autor entre 1990 y 1996. Los pacientes traumáticos se agruparon de acuerdo con Roy-Camille y cols (9) en lesiones posteriores, del segmento móvil y anteriores (Tabla 1). En general, 13 pacientes tenían lesiones del segmento vertebral posterior y solo 1 mixto (posterior y anterior) (nº 11). Las lesiones del segmento vertebral posterior se clasificaron como luxaciones (unilaterales, bilaterales), fracturas-luxaciones, fractura separación de la masa lateral, y esguinces graves.

Se trata de un estudio retrospectivo. En

Correspondencia:

Miguel María Sánchez Martín
Regalado, 13.
47002 Valladolid
e-mail: sanmar@med.UVA.es



Figuras 1. A) Luxación bilateral C5-C6. Paciente de 16 años. Explosión de gas. B) Osteosíntesis con dos placas atornilladas sobre masas laterales de C4-C5-C6. C) Excelente estabilización en radiografías a-p y lateral.

todos los pacientes se tomaron radiografías de la columna cervical en proyección anteroposterior y lateral y estudio con TAC para poder clasificar las lesiones. Además se valoró la sintomatología local (cervicalgia) y neurológica (radicular, medular). En todos los casos se aplicó tracción craneal con compás de Gardner-Wells, hasta el momento de la operación estabilizadora del raquis, retrasada a veces por la reanimación del paciente, especialmente en politraumatizados.

Los casos traumáticos afectaron a las vértebras desde C2 (nº 8) a T1 (nº 4). Hubo 2 luxaciones bilaterales, (Fig. 1), una C3-C4 (nº 3) con tetraplegia y otra C5-C6 (nº 7) con signo de Babinski bilateral solamente; 1 fractura conminuta de lámina de T1 (nº 4) se acompañó de paraplegia incompleta (síndrome medular central). Cuando en la radiografía lateral se apreciaba un desplazamiento vertebral anterior de menos de 1/3 de la anchura anteroposterior del cuerpo vertebral se aplicó el diagnóstico de luxación unilateral, si bien en el estudio con TAC se apreciaron lesiones del arco posterior (láminas, masa lateral); esto ocurrió en 10 casos. 1 paciente se diagnosticó de esguince cervical

grave demostrado mediante manipulación bajo anestesia, una vez tratada quirúrgicamente en el mismo paciente una fractura de apófisis odontoides (nº 14). 1 caso de fractura de pedículos de C2 con luxación C2-C3 asociada, se trató mediante osteosíntesis transpedicular de C2 bilateral y placas de Roy-Camille C2- C3.

El método quirúrgico ha sido el de Roy-Camille (4). La columna cervical, bajo tracción craneal, se aborda por vía posterior. Lo fundamental es disecar la masa lateral o pilar articular que tiene sus límites superior e inferior en las articulaciones facetarias. Medialmente se une a la lámina por una leve depresión y lateralmente se limita por un borde abrupto. Con broca provista de tope se practica un orificio en el centro de la masa lateral y se hace un trayecto con broca de 2 mm y 14 mm de longitud. Se dirige hacia fuera 15º, entre C3 y C7, con lo cual se aleja de la médula, arteria vertebral y raíz nerviosa; en C2 se dirige directamente adelante y de forma perpendicular a la columna evitando dirigirla arriba o abajo. La cortical externa se perfora con una broca de 3,5 mm, adaptando a continuación las placas cervicales a la lor-

Tabla 1.
Casos clínicos

CASO	EDAD	LESIÓN	TÉCNICA QUIRÚRGICA	INMOVILIZACIÓN	COMPLICACIONES	OBSERVACIONES	RESULTADO
1	32	Lux unilateral C6. Fract arco	2 placas C6-C7	Filadelfia	-----		Excelente
2	24	Polifracturado lux unilateral Fract arco C7	2 placas C6-C7	Filadelfia	-----		Excelente
3	63	Lux bilateral C3-C4	2 placas C3-C4	Filadelfia	Tetrapleja	Camina más de 90° Espasticidad no eleva brazos	Excelente
4	28	Lux unilateral fract arco T1	2 placas C7-T2 ext lámina	Filadelfia	Parapleja s. medular central	Centro parapléjicos	?
5	46	Lux unilateral C6-C7	2 placas C5-C7	Filadelfia	Parestesias índice derecho		Excelente
6	27	Polifracturado precipitación lux unilateral fract masa art	2 placas C5-C6-C7	Filadelfia	Limitación extensión cuello		Excelente parestesias 3 últimos dedos
7	16	Lux bilateral C5-C6 Fract aplastamiento C6	2 placas C4-C5-C6	Filadelfia	Tirantez cuello esporádica		Excelente
8	34	Fract pedículo C2 Lux C2-C3	Ost pedículos 2 placas C2-C3	Filadelfia	Tirantez		Excelente extracción placa a 10 años fusión disco
9	21	Lux unilateral frac arco C3	1 placa C2-C3	Filadelfia	-----	-----	Excelente
10	46	lux unilateral frac arco C6	2 placas C5-C6-C7	Filadelfia	-----	Parestesias 3 primeros dedos	Excelente
11	41	Polifracturado frac acuñaamiento cuerpo C5	2 placas C4-C5-C6	SOMI	Radiculopatía C5-C6 derecha	-----	Malo Acuñaamiento 30% limitación rotación 30% extracción placa
12	51	Cloward C5-C6 C7 cervicartro sis lux sobre anquilosis C4-C5	2 placas C3-C4-C5	Filadelfia	-----	-----	Excelente gran rigidez
13	35	Lux unilateral C4-C5	2 placas C4-C5	Filadelfia	-----	Disco fusionado	Excelente
14	23	Frac odontoides esguince grace C3-C4	Cerclaje fusión C1-C2 2 placas C3-C4	SOMI	-----	-----	Excelente
15	22	Hematoma epid cranial lux unilateral fract arco	2 placas C6-C7	Filadelfia	-----	-----	Excelente

dosis, una a cada lado, con tornillos de 3,5 mm de cortical y 16 mm de longitud máxima. El ajuste de los mismos a ambas corticales se asegura perforando las corticales externa e interna de las masas laterales, siendo fundamental conseguir excelente estabilidad de la fijación para evitar afloja-

miento de los tornillos. Los elementos óseos posteriores se decortican y las virutas del fresado se añaden como injerto óseo autógeno. Cuando la inestabilidad es exclusivamente posterior es suficiente fijar un solo segmento vertebral. Cuando existe inestabilidad de la columna anterior y posterior,

la placa se extenderá dos niveles por encima y debajo de la lesión. Una variedad de lesión posterior que conviene conocer es la fractura-separación de la masa articular (10), (Fig. 2), como variedad de fracturas unilaterales de las carillas facetarias, ya que se acompañan de inestabilidad a dos niveles, precisando estabilización a tres niveles, o sea, dos interespacios.

En todos los casos se emplearon dos placas, salvo en uno (nº 9) en que se empleó una por razones de suministro del material; siempre se fijaron con tornillos de 1,3 mm y 1,6 mm de longitud. En el postoperatorio se empleó inmovilización con collar modelo Filadelfia durante 2 meses, salvo en 2 casos en que se utilizó un SOMI (nº 11 y 14): el caso nº 11 por presentar fractura asociada del cuerpo vertebral y el nº 14 por tratarse de una fractura de odontoides tratada mediante cerclaje-fusión C1-C2 y esguince grave y fractura de lámina de C3, mediante osteosíntesis C3-C4 asociada. Una vez hecha la osteosíntesis cervical se valoró la estabilidad del foco lesional estabilizado mediante manipulación bajo amplificador de imágenes. En el postoperatorio inmediato se practicaron radiografías de control en incidencia antero-posterior y lateral.

Los pacientes se han revisado, salvo uno que se trasladó a un centro de parapléjicos, en un tiempo de 6 a 10 años (8 años de media), y desde el punto de vista clínico y radiográfico. Para valorar la estabilidad se practicaron radiografías laterales dinámicas, en flexión y extensión.

Resultados. Los resultados de la estabilización cervical con placas atornilladas posterior se han valorado desde el triple aspecto radiológico, funcional y neurológico. La valoración radiológica se basa en el protocolo de Roy-Camille y cols (9) en 4 grupos: ausencia de cifosis secundaria, 5º de cifosis secundaria, 5º-10º de cifosis secundaria y 10º-20º de cifosis secundaria, en las radiografías laterales del cuello. Los resultados han sido excelentes en todos los casos salvo en uno (nº 11): un paciente con fractura de cuerpo vertebral de C5 con acuñamiento

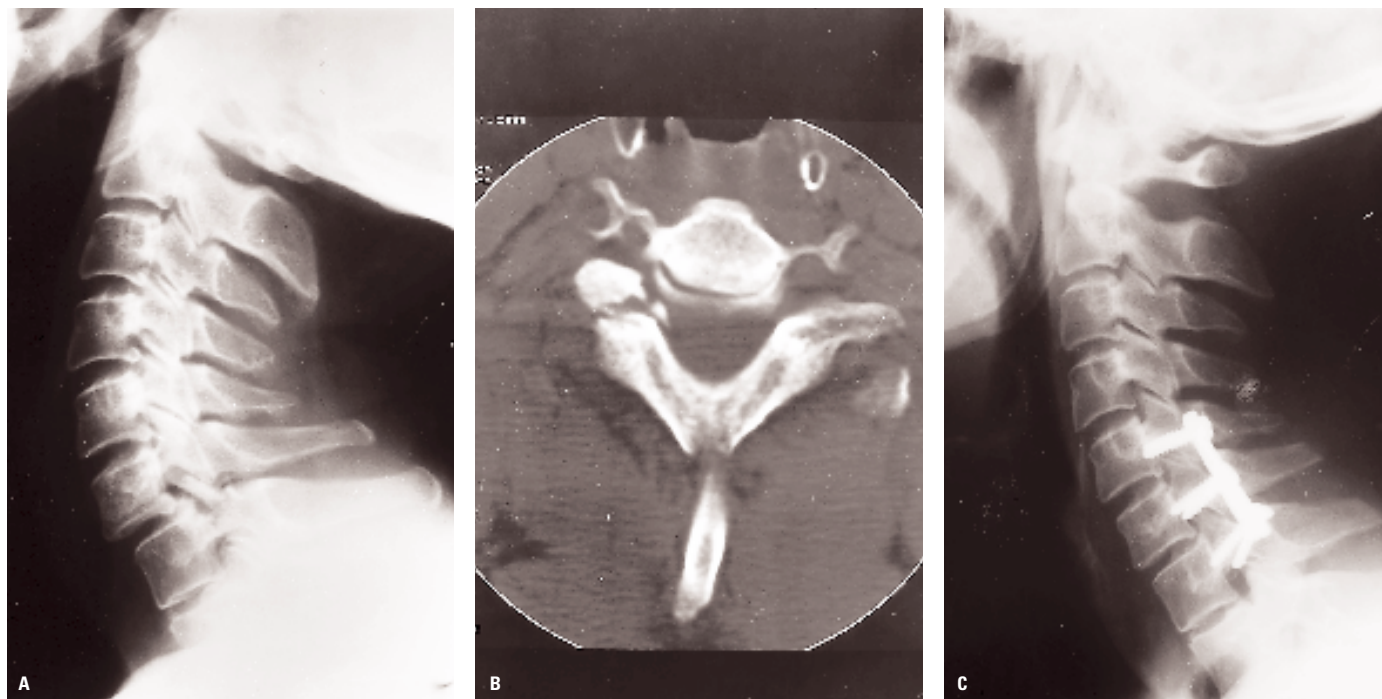
de 50% tratado con 2 placas atornilladas C4-C6 quien a 3 años de la operación presentaba radiculopatía C5 derecha y aflojamiento de los tornillos inferiores siendo necesario extraer el material; aunque con limitación de 30º de rotación volvió a su trabajo, persistiendo el acuñamiento inicial. En el resto de los pacientes no ha habido desviación en cifosis ni desplazamiento anteroposterior; todos ellos presentaban lesiones del segmento vertebral posterior y el resultado radiológico a distancia fue excelente, sin angulación en radiografías laterales del cuello.

Desde el punto de vista funcional los casos tratados con fijación de tres vértebras (nº 4, 6, 7, 11, 12) presentaron cierta tirantez cervical esporádica. En dos de ellos (nº 8, 11) se extrajeron las placas, mejorando los síntomas, encontrándose aflojamiento de algunos tornillos inferiores.

Desde el punto de vista neurológico preoperatorio, un paciente presentó tetraplegia (nº 3) y otro paraplegia (nº 4). El primero – con un síndrome gris central – camina pero tiene debilidad para subir los brazos por encima de 90º. El paciente parapléjico se envió a un centro de parapléjicos. Del resto, algunos presentaron parestesias leves en los dedos de la mano (nº 1, 10, 12, 15) que desaparecieron después de la operación.

Discusión. Las lesiones de las cinco últimas vértebras cervicales pueden ocurrir por varios mecanismos (11,12) predominando las producidas por mecanismo de flexión-rotación que causan inestabilidad osteoarticular y muchas veces neurológica.

El segmento vertebral posterior es el que se lesiona con mayor frecuencia en los traumatismos de las cinco últimas vértebras cervicales (10) y lo hace de muy diversas maneras: luxaciones (unilaterales, bilaterales) fracturas del arco posterior y fractura separación de la masa articular, siendo ésta un grupo específico de fracturas unilaterales de las carillas, que tiene la particularidad de crear inestabilidad a dos niveles. Comporta una fractura longitudinal de la lámina y



Figuras 2. A) Fractura separación de masa lateral derecha de C6 con subluxación C6-C7. Radiografía lateral. B) TAC. C) Necesidad de osteosíntesis con 2 placas atornilladas. C5-C6-C7.

una fractura del pedículo del mismo lado al mismo nivel. Radiológicamente se caracteriza por la horizontalización de la masa lateral con una traslación media de 4,6 mm y una angulación media de 6,9°. En un estudio de Roy-Camille y cols (9) el desplazamiento se produjo más frecuentemente por debajo de la fractura (19 pacientes) y menos por encima (5 pacientes). Se acompaña de alta incidencia de afectación neurológica (14 de 24 pacientes), lo más a menudo de tipo radicular. Los 24 pacientes de esta serie se trataron mediante estabilización posterior con placa: cuando se emplearon dos placas (montaje simétrico) hubo menos complicaciones neurológicas y de pérdida de corrección; en todos los casos hay que fijar tres vértebras, es decir, dos interespacios.

Mención aparte merecen los esguinces graves cervicales, que muchas veces solo se diagnostican mediante manipulación vertebral bajo anestesia general (nº 14) en paciente politraumatizados con lesiones cervicales altas asociadas (13); cuando se trata de una de ellas mediante osteosíntesis conviene explorar su estabilidad y la del resto de la columna cervical mediante manipulaciones suaves.

La radiografía simple en proyección lateral es fundamental para valorar signos de inestabilidad (14). Así, un desplazamiento anterior grande de una vértebra sobre otra indica luxación bilateral, y uno discreto, luxación facetaria unilateral o más frecuentemente fractura del arco posterior, mejor valorada en imágenes de TAC, que deben tomarse de forma sistemática no solo con fines diagnósticos sino para prever la colocación correcta de los tornillos bicorticales sobre placas posteriores en la parte más convexa del proceso articular inferior o masa lateral.

Hecho el diagnóstico del tipo de lesión, hay que corregir los desplazamientos, mejor mediante tracción con compás craneal para corregir la posible compresión de los elementos nerviosos, mantener la corrección mientras se tratan otras lesiones corporales asociadas, y, además, para realizar bajo tracción y control radiológico de amplificador de imágenes la operación de fijación vertebral posterior.

La estabilización posterior en lesiones cervicales posteriores es más lógico (1,2), a pesar de que el abordaje anterior sea una opción individual por parte del cirujano.

En esta revisión personal pretendo demostrar que la estabilización posterior con placas atornilladas proporciona resultados fiables a largo plazo.

La osteosíntesis con cerclajes simples o modificados, aunque son punto de referencia, se acompañan de pérdidas de corrección, a pesar de añadir inmovilización cervical externa (15). La fijación cervical posterior con placas atornilladas de Roy-Camille es una técnica fácil, fiable y segura cuando se conoce la anatomía y se aprende meticulosamente la técnica del autor. El riesgo nervioso (médula, raíces nerviosas) y vascular (vasos vertebrales) es nulo si se sigue la técnica del autor como lo demuestran también otras publicaciones (4,5,9,16,17). Esto se comprueba fácilmente cuando, sobre una imagen de TAC se dirige el tornillo hacia adelante con una inclinación de 10° hacia fuera para evitar estas estructuras.

Otros muchos autores (2,3,1819) han insistido en los detalles de la técnica, incluyendo tamaño y longitud de los tornillos, su dirección, la necesidad de utilizarlos con punta roma y el riesgo, para algunos, de atravesar la cortical anterior de la masa articular, que no es tal ya que si se fija además la apófisis articular adyacente se contribuye a dar mayor estabilidad al montaje, por agarrar tricortical; no obstante conviene evitarlo para eliminar posible lesión articular degenerativa que produzca dolor.

Aunque los resultados han sido excelentes en 13 de 14 pacientes revisados (un paciente ingresado en centro de parapléjicos no se pudo incluir), ha habido problemas cuando se han inmovilizado tres vértebras con placas atornilladas, en sentido de mayor rigidez cervical y algún dolor por aflojamiento de tornillos distales, que ha obligado en algún caso a retirar el material. También hay que recordar que en un caso (nº 9) y por no disponer del material se hizo solamente fijación con placa asimétrica (solo un lado), con resultado excelente. Cuando la lámina se encuentra fracturada a nivel de la misma masa articular no puede aplicarse el tornillo sólidamente sobre ella (nº 4) y obliga a extender

la fijación a un segmento más para conseguir estabilidad.

Después de valorar los resultados obtenidos se puede decir que la osteosíntesis con placas atornilladas de Roy-Camille es un método de fijación excelente para lesiones del segmento cervical posterior de las cinco últimas vértebras.

Como conclusión, la osteosíntesis cervical posterior con placas atornilladas es el método más lógico para tratamiento de lesiones del segmento vertebral posterior, las más frecuentes de todas ellas. También permite tratar lesiones inestables asociadas (esguinces graves) detectados por manipulación vertebral intraoperatoria, por la misma vía de abordaje posterior. En casos no traumáticos de inestabilidad por encima de artrodesis vertebral, el abordaje posterior simplifica la operación al pasar por otra vía distinta, especialmente más adecuada cuando se afectan los segmentos cervicales más altos. Alguna desventaja del método se encuentra en la inmovilización de tres vértebras, por la rigidez que proporciona y el posible aflojamiento de los tornillos inferiores en algunos casos. Seguramente el abordaje anterior para fijar un único segmento sea mejor. Tampoco estaría indicado este método posterior en las fracturas del segmento anterior; el único caso así tratado condujo a pérdida de corrección y obligó a la extracción de las placas por aflojamiento de los tornillos inferiores, causantes del dolor. ■■■■■

Bibliografía

1. **Abumi K, Panjabi MM, Duranceau J.** Biomechanical evaluation of spinal fixation devices: part III. Stability provided by six spinal fixation devices and interbody bone graft. *Spine* 1989; 14:1249-55.
2. **Abumi K, Itoh H, Taneichi H, Kaneda K.** Transpedicular screw fixation for traumatic lesions of the middle and lower cervical spine: Description of the techniques and preliminary report. *J Spinal Disorders* 1994; 7:19-28.
3. **An HS, Coppes MA.** Posterior cervical fixation for fracture and degenerative disc disease. *Clin Orthop* 1997; 335:101-11.
4. **Roy-Camille R, Saillant G, Berteaux D, Marie-Anne S.** Early management of spinal injuries. En: Mckibbin B, editor. *Recent advances in Orthopaedics* (3). Edinburgh: Churchill Livingstone 1979. p. 57-87.
5. **Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C.** Internal fixation of the unstable cervical spine by posterior osteosynthesis with plate and screws. En: *Cervical Spine Research Society Editor: The cervical spine*. Philadelphia: JB Lippincott 1989. p. 390-404.
6. **Werthein SB, Bohlman HH.** Occipitocervical fusion. *J Bone Joint Surg* 1987; 69A:833-36.
7. **Errico T, Uhul R, Cooper P, Casar R, McHenry T.** Pullout strength comparison of two methods of orienting screw insertion in the lateral masses. *J Spinal Disorders* 1992; 7:429-38.
8. **Heller JG, Carlson GD, Abitbol JJ, Garfin JR.** Anatomical comparison of the Roy-Camille and Magerl techniques for screw fixation of the lower cervical spine (abs). Presented at the 17th Annual Meeting of the Cervical Spine Research Society. New Orleans. 1989.
9. **Roy-Camille R, Saillant G, Laville C, Benazet JP.** Treatment of lower cervical spinal injuries-C3 to C7. *Spine* 1992; 17 (suppl 442):46.
10. **Levine AM, Mazel Ch, Roy-Camille R.** Management of fracture separation of the articular mass using posterior cervical plating. *Spine* 1992; 17 (suppl 447): 454.
11. **Bohlman HH, Boada E.** Fractures and dislocations of the lower cervical spine. En: *The cervical Spine Research Society. Editor. The cervical spine*. Philadelphia: Lippincott 1983. p. 232.
12. **Allen BL, Fergusson RL, Lehmann TR, O'Brien RP.** A mechanistic classification of closed, indirect fractures and dislocations of the lower cervical spine. *Spine* 1982; 7:1-27.
13. **Levine AM, Edwards CC.** Treatment of injuries in the C1-C2 complex. *Orthop Clin North Am* 1996; 17:31-44.
14. **White AA, Southwick WO, Panjabi MM.** Clinical instability in the lower cervical spine. A review of past and current concepts. *Spine* 1976; 1:15.
15. **Saufer ES.** Management of spine fractures C3 to C7. *Orthop Clin North Am* 1986; 17: 45-53.
16. **Heller JG, Whitecloud III TS.** Post-laminectomy instability of the lower cervical spine. Etiology and stabilization technique. En: Frymoyer JW Editor: *The adult spine. Principles and practice*. New York: Raven Press 1991. p. 1219.
17. **Ebraheim NA, Hoeflinger MJ, Salpietro B, Chung S, Jackson WT.** Anatomic considerations in posterior plating of the cervical spine. *J Orthop Trauma* 1991; 5:196-9.
18. **Murphy MJ, Danieaux H, Southwick WO.** Posterior cervical fusion with rigid internal fixation. *Orthop Clin North Am* 1986; 17:55-65.
19. **Ebraheim NA, Rupp RE, Savolaine ER, Brown JA.** Posterior plating of the cervical spine. *Spinal Disorders* 1995; 8:111-5.