

Artículo de revisión

Estabilización occipitocervical posterior

José Antonio Cuéllar Puente*

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, MVS. México D.F.
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, SZ. México D.F.

RESUMEN. El uso del injerto autólogo simple fue el inicio en la construcción de una masa de fusión occipitocervical, pero ante los altos índices de pseudoartrosis se decidió vincular el uso del injerto a una sujeción con alambres para sostenerse en cráneo y a nivel cervical. Esta técnica no fue suficiente, se observaron telescopamientos de columna cervical en el foramen mágnum. Con Harrington y Luque, se inició la utilización de barras lisas para aumentar la seguridad y eficacia. En la década de los 70's y 80's comenzaba la experiencia en el uso de placas y tornillos para estabilizar a la columna lumbar. Extrapolando estos principios se iniciaba también el uso de placas y tornillos occipitocervicales. Originalmente los tornillos en cráneo se popularizaron posicionándolos bilateral y bicorticalmente, sin embargo algunos reportes indicaron una tasa elevada de aflojamiento. Se propuso y experimentó el uso de tornillos mediales sujetos a la cresta occipital interna. Las patologías degenerativas, traumáticas, tumorales y congénitas que causan inestabilidad y son tributarias de estabilizaciones posteriores representan un espectro muy amplio y multidisciplinario de este segmento tan singular de la columna vertebral. Desde el punto de vista neuroquirúrgico los abordajes descompresivos de la base de cráneo posterior se encuentran en un continuo proceso evolutivo, cosa que no sucede necesariamente con los conceptos ortopédicos que tienen como objetivo controlar la estabilidad y función de la "Unión Occipitocervical".

Palabras clave: columna cervical, injerto, tornillo, placa, técnica, pseudoartrosis, articulación.

SUMMARY. Using a simple autologous bone graft was the beginning of the construction of an occipitocervical fusion mass, because of high rates in patients of pseudoarthrosis, deciding to link the use of the graft by subjection with wires in order to hold it on the cranium to cervical level. This technique was not enough; it was observed cervical spine telescoping in the foramen magnum. Harrington and Luque started using simple rods to increase safety and efficiency. During 70's and 80's the use of plates and screws in lumbar spine region were stabilized. Extrapolating these principles, the use of plates and screws in occipitocervical region initiated, too. Originally, screws in the cranium were popular using the bilateral or bicortical position, but the reports indicated a high rate of weakening. So, it was proposed and experiment with medial screws held to internal occipital crest. Degenerative, trauma, tumor, and congenital pathologies which cause instability are tributaries to posterior stabilizations that represent a broad-spectrum and multidisciplinary segment, so particular of the spine cord. From a neurosurgical point of view, the approaches decompressed of posterior cranium base are located in a continuous evolution process; this is not necessarily happen in orthopedic concepts which have as an objective to control the stability and function of the occipitocervical union.

Key words: spine, cervical, graft, screw, plate, technic, pseudoarthrosis, joint.



* Ortopedista adscrito a la Subdirección de Neurocirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, MVS. México, D.F. Médico Consultante en "Columna Cervical y Unión Occipitocervical" del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, SZ. México, D.F.

Dirección para correspondencia:

José Antonio Cuéllar Puente. Tlacotalpan 59, torre platino 4to piso 1401, Colonia Roma Sur. Delegación Cuauhtémoc. 06760. México, D.F.
E-mail: jcuellar56@hotmail.com

Introducción

La unión occipitocervical está constituida estructuralmente por: cóndilos occipitales, foramen mágnum, C1-C2 y por sus membranas, ligamentos y cápsulas articulares. Su integridad es indispensable pues este segmento tan particular de la columna vertebral protege y asegura áreas neurológicas vitales para la vida y función.

La inestabilidad cráneo-vertebral se puede identificar desde el punto de vista clínico por dolor y limitación funcional progresiva o súbita. Las caracterizaciones imagenológicas y neurofisiológicas son de contundencia diagnóstica.

Una estabilización occipitocervical posterior rígida acompañada de un eficiente injerto óseo es un instrumento de tratamiento que ofrece la posibilidad de reducir elementos articulares y de descomprimir estructuras neurológicas comprometidas. De esta manera se resuelve un fenómeno que por su naturaleza puede ser mortal.

El primero en entender la importancia de esta circunstancia estructural fue Foerster, en 1927 reportó el uso de una fusión occipitocervical utilizando un segmento de peroneo reposado en C7 con el propósito de estabilizar C1-C2.¹

Él, quien por cierto originalmente se desempeñaba como neurólogo y algunos años después ante la observancia de continuos fracasos en los resultados quirúrgicos con las técnicas contemporáneas decidió ejercer la neurocirugía, identificó la necesidad imperiosa de estabilizar quirúrgicamente a la “Unión Occipitocervical” (UOC).

Logró fusionar el cráneo con las vértebras cervicales bajas, a esta publicación alemana se le considera la pionera en su tipo.

Tuvieron que pasar algunos años para que el concepto original evolucionara, y esto no fue sino hasta que se reportó en los 40s, 50s y 60s el uso de alambres fijando los extremos de los injertos óseos en hueso occipital y láminas y en los 70s los alambres inmersos en cemento.²

Los grandes, incómodos y poco funcionales corsets “cráneo-cervico-torácicos”³ motivaron la búsqueda de alternativas internas que pudieran brindar mayor y pronta rigidez en la sujeción.

Casualmente y ya en la década de los 70s, se fortalecía el uso de barras y ganchos tipo Harrington y de barras lisas con alambres segmentarios sublaminares tipo Luque, para fundamentalmente dar tratamiento a las secuelas toracolumbares de la poliomielitis y tuberculosis en la columna vertebral.

Después de algunos años de experiencia con las barras lisas y/o fenestradas, y fijadas a la unión occipitocervical en forma de marco (se le conoció como marco de Luque) con alambres intracraneales y sublaminares,⁴⁻⁶ se continuaron observando al igual que lo sucedido con los alambres y el hueso, aflojamiento frecuentes con el subsecuente fenómeno de telescopamiento de la columna cervical en el foramen mágnum (*Figura 1*). Facilitándose con esto los movimientos tan comprometedores de flexión y extensión.

Ante el panorama observado con las barras y alambres se recurrió desde los años 80's al uso ya reportado desde los 70's, de tornillos craneales.⁷⁻¹¹ Los tornillos occipitales bicorticales posicionados bilateralmente (*Figura 2*) con placas fijadas también con tornillos a nivel cervical en las masas laterales de C3 a C7, pedículos de C2 a C7 y en facetas articulares anteriores de C1-C2 son una constante.

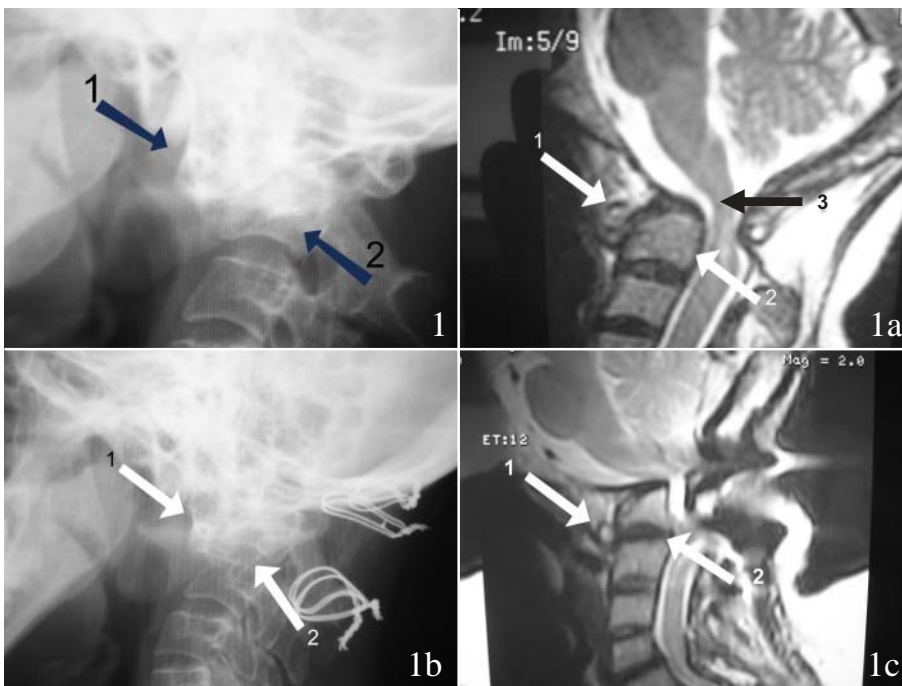


Figura 1. “Telescopamiento”. Cronología cervico-occipital: rayos X lateral preoperatorio de la UOC; la flecha 1 nos muestra el arco anterior de C1 y la flecha 2 el cuerpo de C2 prácticamente articulado con C1. Esta es una sencilla evidencia de impresión basilar. **1a.** Mismo paciente en proyección sagital de resonancia magnética de la UOC. Observen de nuevo la flecha 1 y 2, la flecha 3 señala a la unión bulbomedular. Esta es una contundente evidencia de impresión basilar. **1b.** Mismo paciente con rayos X lateral a 2 años postoperatorios de una fijación con injerto autógeno óseo y alambre en la UOC. La flecha 1 nos muestra el arco anterior de C1 y la flecha 2 el espacio intervertebral de C2-C3 prácticamente articulado con C1. Esta es una sencilla evidencia de telescopamiento de la columna cervical en el foramen mágnum. **1c.** Mismo paciente en proyección sagital de resonancia magnética en la UOC. Observen de nuevo la flecha 1 y 2. Esta es una evidencia contundente de telescopamiento de la columna cervical en el foramen mágnum.

Sin embargo los aflojamientos de los tornillos occipitales laterales (*Figura 3*) obligaron también a considerar otras técnicas que ofrecieran mayor rigidez en la sujeción craneal, éste es el caso de los tornillos mediales insertados

en la cresta occipital interna.^{12,13} Estos tornillos deben de ser unicorticales cuando se aplican por encima de la línea nucal inferior y bicorticales si su aplicación es en la línea nucal inferior o por debajo de ella.

Paralelamente al uso de esta novedosa técnica quirúrgica se realizaron estudios anatómicos que demostraron una mayor cantidad de hueso disponible para dar alojamiento a tornillos unicorticales y bicorticales en la cresta occipital medial y también a un par de centímetros radial a la protuberancia occipital externa,¹⁴⁻¹⁶ así se posicionó el uso de placas craneales mediales sujetas con tornillos (*Figura 4*) como el estándar de oro para la fijación craneal de la unión occipitocervical.¹⁷

Además comenzaron a reportarse análisis biomecánicos que evidenciaron a los sistemas de estabilización craneovertebral con placas y tornillos como las instrumentaciones con mayor rigidez¹⁸⁻²¹ y seguridad en la sujeción y con una incidencia alta de fusión.

Antonio Santillán Pacheco es el autor en 1992 de lo que podría ser el primer reporte contemporáneo en México del concepto; fijación occipitocervical posterior rígida en casos clínicos de inestabilidad cervical superior.²²

Ciertamente existen ortopedistas en nuestro país con conocimiento de todas estas técnicas quirúrgicas, pero desafortunadamente pocas veces las publican.

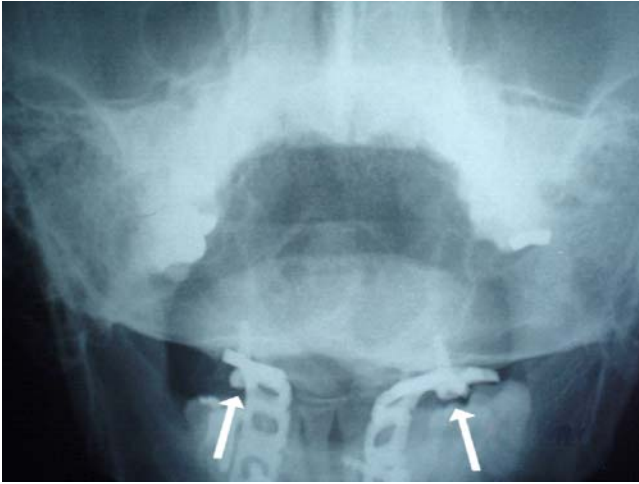


Figura 2. “Los tornillos occipitales”. Insertados bilateralmente y bicorticalmente en la línea nucal inferior, muy populares en la década de los 90.

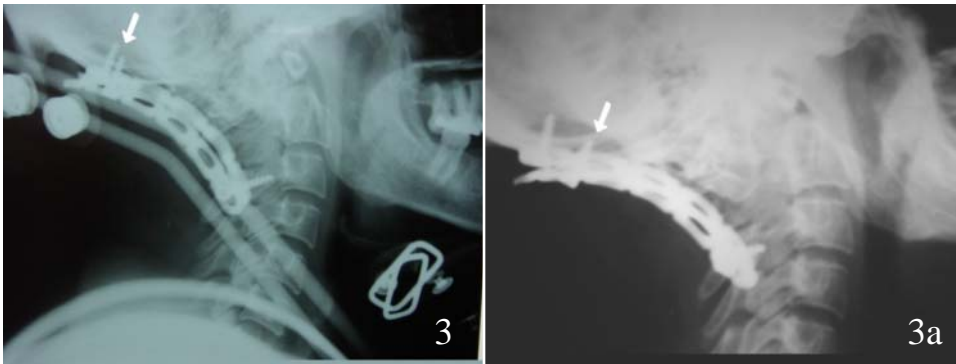


Figura 3. “Los tornillos occipitales”. Se pueden aflojar: rayos X lateral de la UOC. La flecha indica 2 tornillos occipitales laterales en posición óptima a la primera semana postoperatoria. **3a.** “Los tornillos occipitales”. Mismo paciente a los 18 meses postoperatorios. La flecha indica el tornillo lateral derecho en condición de aflojamiento.

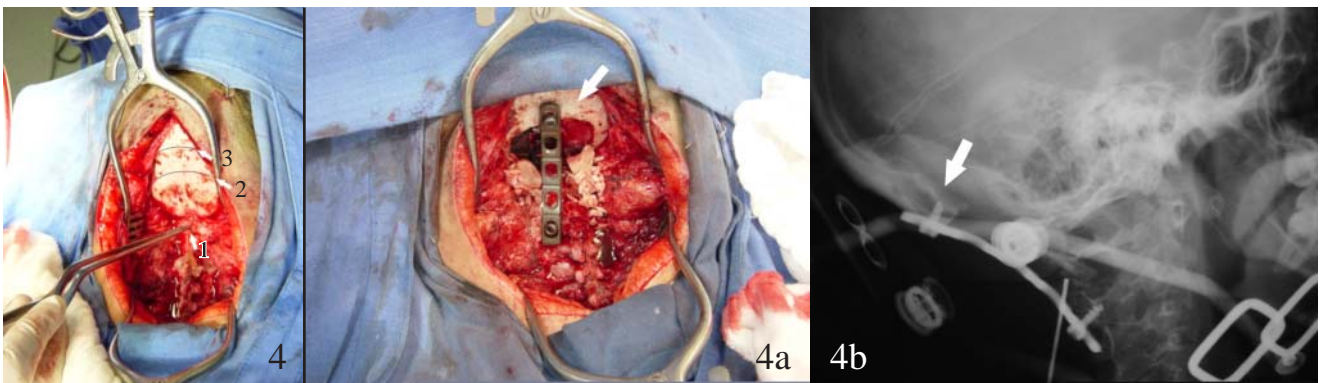


Figura 4. “Anatomía”. Exposición quirúrgica de la UOC por el autor, la flecha 1 nos muestra el arco posterior de C1, la flecha 2 la línea nucal inferior y la flecha 3 la línea nucal superior. Estas 3 estructuras óseas son las referencias anatómicas más importantes. **4a.** Imagen transoperatoria del mismo paciente en donde se observa una craneotomía suboccipital medial descompresiva con un sistema de fijación medial de la UOC y 1 tornillo sobre la línea nucal inferior en la cresta occipital. **4b.** Rayos X lateral del mismo paciente. La flecha indica un tornillo medial unicortical por encima de la línea nucal superior e inmediatamente por debajo de la protuberancia occipital interna.

Es a partir de 1996 con la llegada a México de uno de los primeros sistemas de sujeción cervical posterior con placas y tornillos de titanio, que se documenta mi casuística en la estabilización occipitocervical posterior rígida.²³

La UOC se distingue por su complejidad anatómica, biomecánica fisiopatológica y diagnóstica, además las técnicas quirúrgicas que tienen como propósito reducir, descomprimir y fijar, demandan conocimiento y experiencia.

Las enfermedades degenerativas, tumorales, traumáticas y congénitas que afectan a la unión cráneo-cervical se caracterizan por crear compromisos estructurales con impacto funcional.

De las enfermedades degenerativas la más representativa es la artritis reumatoide.²⁴ Históricamente en nuestro país se ha diagnosticado y tratado como consecuencia de esta enfermedad a la inestabilidad horizontal de la articulación anterior atlantoaxoidea (*Figura 5*).

Sin embargo, relegado en algunas ocasiones se encuentra el diagnóstico y tratamiento de la inestabilidad vertical occipitocervical.²⁵

Inestabilidad ocasionada por incompetencia degenerativa de los ligamentos alares y apical odontoideos y por desgaste de las carillas articulares de C1 con los cóndilos occipitales.

Todas estas lesiones condicionan impresión basilar de C2 en la unión bulbomedular anterior (*Figura 6*) y junto con la consecuente insuficiencia vertebrobasilar son causal de muerte súbita por paro cardiorrespiratorio.^{26,27}

Como la calidad ósea en estos pacientes se encuentra comprometida de una manera bien sustancial²⁸⁻³⁰ siempre es un reto la fusión y estabilización occipitocervical posterior.

Las tumoraciones de clivus como los cordomas y de la columna cervical alta como los osteoblastomas y osteomas osteoides entre otros, pueden ocasionar además de dolor de difícil manejo y compromiso neurológico, inestabilidad de la unión occipitocervical.³¹⁻³³

El tratamiento quirúrgico multidisciplinario aumenta las probabilidades de éxito en el control de la enfermedad tumoral, pues es común el uso de vías anteriores transfaciales y transorales, y por consecuencia la participación de cirujanos plásticos y otorrinolaringólogos mientras el equipo neuroquirúrgico toma biopsia y reseca la tumoración.

El ortopedista tiene participación en el análisis estructural y funcional de la articulación cóndilo-atloidea y atlantoaxoidea, y también en la relación clivo-odontoidea, para desarrollar la estrategia que permita estabilizar a las articulaciones occipitoatlantoaxiales.

Las lesiones de origen traumático que afectan a los elementos que constituyen la unión cráneo-cervical pueden también comprometer su estabilidad, por ello se requiere de un estudio clínico e imagenológico que permita ubicar con precisión el grado de alteración. A las fracturas de los cóndilos occipitales que son producto de un accidente o producto de un abordaje quirúrgico con el propósito de biopsiar o reseca una lesión y que comprometan desde un 50% a la estructura condilar, se considera inestables³⁴ y son candidatas a una estabilización interna posterior de la UOC.

A las afecciones de la columna cervical alta, como es el caso de las fracturas circunferenciales de C1 que condicionan inestabilidad llegan a ser candidatas a una fijación posterior occipitocervical³⁵ si las masas laterales superiores están comprometidas y/o las inferiores son insuficientes para contener una estabilización con tornillos.³⁶

Las fracturas de la base del odontoides que ocasionan inestabilidad antero-posterior irreducible son candidatas también a una fijación posterior occipitocervical. Sin embargo, cuando se logra una reducción del segmento odontoides fracturado por una suficiencia ligamentaria, es suficiente con una simple fijación³⁷ de C1-C2.

Las enfermedades congénitas de la UOC son un motivo común de consulta neurológica, pues este tipo de patologías expresan floridos cuadros clínicos, es decir: trastornos visuales, auditivos, de la deglución, del equilibrio, de sensibilidad y fuerza en las cuatro extremidades. Que obligan sobre todo en pacientes jóvenes, a pensar en patologías morfogénicas.

Desde un punto de vista estructural estas lesiones se caracterizan por presentar hipoplasia de la fosa posterior que induce el descenso de las amígdalas cerebelosas y eventualmente puede ser causa de siringomielia.

Es frecuente en estos pacientes hasta en un 20% a 40% la presencia de impresión basilar en la unión bulbomedular por hipoplasia condilar. Además también hasta con una frecuencia del 30% a 40% se observan asimilaciones totales o parciales de C1 a un clivus usualmente horizontalizado.³⁸



Figura 5. "Luxación horizontal". Rayos X lateral de un paciente con artritis reumatoide en donde la flecha señala la dimensión de la luxación en la articulación anterior de C1-C2. **5a.** Rayos X antero-posterior del mismo paciente a los 60 días postoperatorios. Las flechas muestran las articulaciones laterales de C1-C2 sujetadas por tornillos.

Las inestabilidades congénitas en el plano horizontal y vertical de la UOC deben de tratarse por un equipo multidisciplinario y en un mismo tiempo quirúrgico, para de ser posible: reducir C2, descomprimir la fosa suboccipital medial posterior, ascender las amígdalas cerebelosas, restaurar el fluido del líquido cefalorraquídeo en el cordón medular y fijar posteriormente³⁹ la UOC (*Figura 7*).

Diferente a lo que sucede en regiones como la columna cervical y lumbar, la región occipitocervical por su complejidad implícita, ha visto limitada la aceptación de sus nuevas técnicas quirúrgicas. Estas técnicas tienen como propósito estabilizar con seguridad y rigidez; principios que son absolutos e incontrovertibles.

La dificultad es natural y multifactorial e inclusive promueve también marginación del desarrollo biotecnológico.

Es difícil encontrar en estos tiempos en el mundo occidental a cirujanos que estabilicen la columna cervical o

lumbar con barras lisas o fenestradas y alambres o cables sublaminares. Prácticamente se ha hecho un estándar entre otros, el uso de placas y tornillos.

Sin embargo y a diferencia de lo anterior, es posible observar en la actualidad la utilización de técnicas tan rudimentarias como la clásica «hueso-alambre». Ésta ha demostrado consistentemente desde el punto de vista clínico y biomecánico su ineficiencia.

Por otra parte, las barras lisas o fenestradas sujetas al hueso craneal y laminar con alambre o cables han representado a nivel occipitocervical los mismos problemas clínicos, técnicos y biomecánicos, encontrados en la columna lumbar.

Se ha generado muy poco conocimiento conceptual con carácter innovador para tratar con seguridad y eficacia a la inestabilidad de la unión occipitocervical.^{40,41}

Sin embargo, los abordajes y las técnicas quirúrgicas cráneo-vertebrales para reducir y/o descomprimir a las estructuras neurológicas se encuentran en continuo proceso evolutivo. Tal es el caso de los abordajes occipitales laterales extremos que tienen como propósito descomprimir por vía posterior a la unión cráneo-vertebral anterior, minimizando los riesgos de los accesos quirúrgicos transorales.

Esta innovadora técnica neuroquirúrgica permite una resección transatloidea-transcondilar y del proceso odontoiideo.⁴²

Desde 1998 me encuentro trabajando en una línea de investigación (*Figura 8*) que tiene como objetivo el desa-

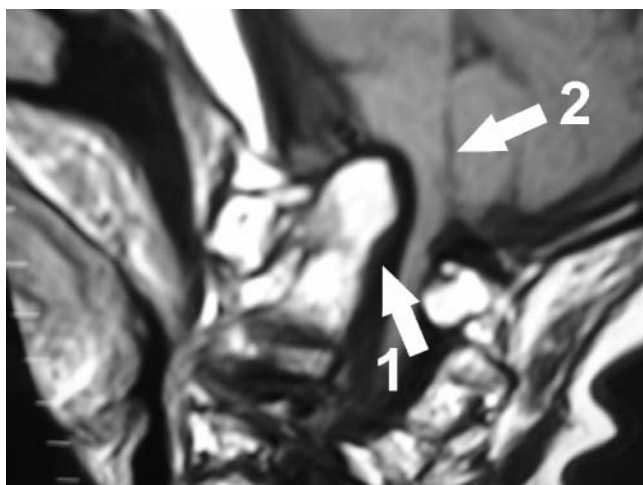


Figura 6. “Luxación vertical”. Luxación de la articulación occipito-atlanto-axoidea por artritis reumatoide: corte sagital de resonancia magnética en la UOC donde se observa impresión basilar de C2 en la unión bulbo medular anterior. La flecha 1 señala el odontoi-des imprimiendo al bulbo señalado por la flecha 2.

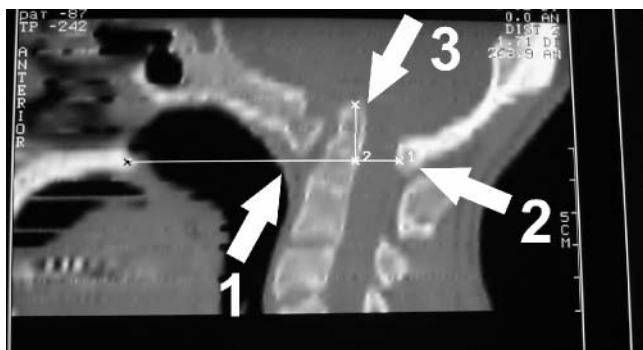


Figura 7. “Invaginación basilar congénita”. Corte sagital de una tomografía axial computarizada que nos muestra una inestabilidad congénita de la UOC. La flecha 1 indica la asimilación anterior de C1 al clivus, la flecha 2 la asimilación del arco posterior de C1 al opistion, la flecha 3 la invaginación odontoidea en el foramen mágnum.

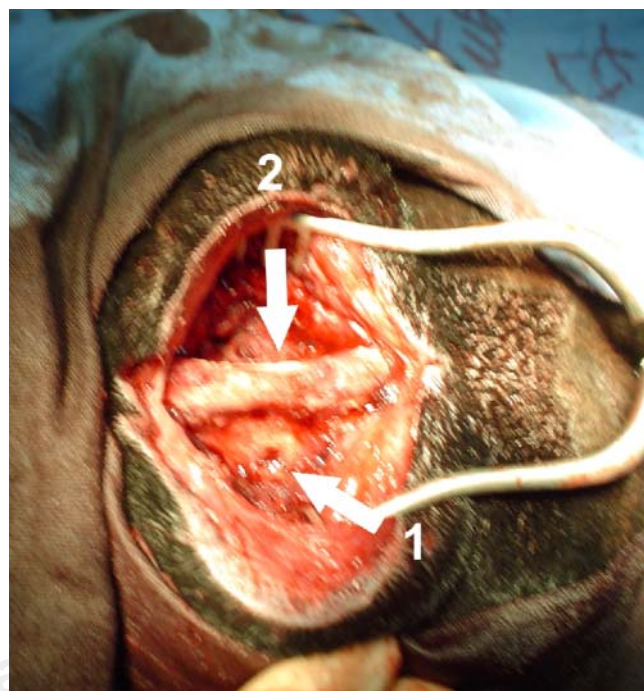


Figura 8. “Línea de investigación”. Modelo animal experimental de la raza Rottweiler sistemáticamente empleado en el diseño de un nuevo implante occipital y la estandarización de la técnica quirúrgica en la fase inicial. La flecha 1 indica un trepano parietal consistentemente utilizado, la flecha 2 señala a la muy útil cresta medial externa.

rollo de nuevos conceptos para controlar desde un punto de vista estructural y funcional a la inestabilidad de la unión cráneo vertebral.

Son conceptos que facilitan la realización de craneotomías descompresivas mediales suboccipitales y permiten acoplarse a las necesidades de las vanguardistas técnicas neuro-quirúrgicas.

El principio es utilizar el mismo abordaje y tiempo quirúrgico para cumplir con los 3 objetivos: reducir, descomprimir y fijar para finalmente obtener una fusión eficiente.

Bibliografía

1. Foerster O: Die leitungsbahnen des schmerzgefühls. Und die chirurgische Behandlung der Schmerzzustände. *Beitr Z Klin Chir* 1927; 138 (suppl): 266.
2. Hamblen DL: Occipito-Cervical fusion. *Journal Bone Joint and Surgery* 1967; 49 B (1):33-45.
3. Sanan A, Rengachary SS: The history of spinal biomechanics. *Neurosurgery* 1996; 39(4): 657-68.
4. Apostolides PJ, Dickman CA, Golfinos JG, et al: Threaded Steinmann pin fusion of the craneiovertebral junction. *Spine* 1996; 21(14): 1630-37.
5. Menezes AH, Vangilder JC, Graf CJ, et al: Craneocervical abnormalities. *J. Neurosurgery* 1980; 53: 444-55.
6. Chen HJ, Cheng MH, Lau YC: One stage posterior decompression and fusion using a Luque rod for occipito-cervical instability and neural compression. *Spinal Cord* 2001; 39: 101-8.
7. Smucker JD, Sasso RC: The evolution of spinal instrumentation for the management of occipital cervical and cervicothoracic junctional injuries. *Spine* 2006; 31(11): S4-S52.
8. Smith MD, Anderson P, Grady MS: Occipitocervical arthrodesis using contoured plate fixation. *Spine* 1993; 18(14): 1984-90.
9. Sasso RC, Jeanneret B, Fischer K, Magerl F: Occipitocervical fusion with posterior plate and screw instrumentation. *Spine* 1994; 19(20): 2364-68.
10. Vale FL, Oliver M, Cahill DW: Rigid occipitocervical fusion. *J Neurosurgery (Spine 2)* 1999; 91: 144-50.
11. Abumi K, Takada T, Shono Y, et al: Posterior occipitocervical reconstruction using cervical pedicle screws and plate-rod system. *Spine* 1999; 24(14): 1425-34.
12. Grob D, Dvorak J, Froehlich M, et al: Posterior occipitocervical fusion. A preliminary report of a new technique. *Spine* 1990; 16(3): 17-24.
13. Grob D, Schutz U, Plotz G: Occipitocervical fusion in patients with rheumatoid arthritis. *Clinical Orthopaedics and related research* 1999; 1(366): 46-53.
14. Ebraheim NA, Lu J, Biyani A, et al: An anatomic study of the thickness of the occipital bone. *Spine* 1996; 21(15): 1725-30.
15. Roberts DA, Doherty BJ, Heggeness MH: Quantitative anatomy of the occiput and the biomechanics of occipital screw fixation. *Spine* 1998; 23(10): 1100-08.
16. Ryken TC, Goel VK, Clausen JD, et al: Assessment of unicortical and bicortical fixation in a quasistatic cadaveric model. Role of bone mineral density and screw torque. *Spine* 1995; 20(17): 1861-67.
17. Currier BL, Papagelopoulos PJ, Neale PG, et al: Biomechanical evaluation of new posterior occipitocervical instrumentation system. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2003; 411: 103-15.
18. Anderson PA, Oza AL, Puschak TJ, et al: Biomechanics of occipitocervical fixation. *Spine* 2006; 31(7): 755-61.
19. Hafer TR, Yeung AW, Caruso SA, et al: Occipital screw pullout strength. A biomechanical investigation of occipital morphology. *Spine* 1999; 24(1): 5-9.
20. Hurlbert RJ, Crawford NR, Choi WG, et al: A biomechanical evaluation of occipitocervical instrumentation: screw compared with wire fixation. *J Neurosurgery (Spine 1)* 1999; 90: 84-90.
21. Oda I, Abumi KA, Sell LC, et al: Biomechanical evaluation of five different occipito-atlanto-axial fixation techniques. *Spine* 1999; 24(22): 1-14.
22. Santillán PA, Anaya VS, Aguirre NJ, et al: Inestabilidad de la columna cervical superior. Tratamiento quirúrgico mediante dos placas anguladas de 105 grados y artrodesis posterior. *Revista Mexicana de Ortopedia* 1992; 6(5): 195-7.
23. Cuellar-Puente JA, Ramos Peek MA: Hematoma subdural post-instrumentacion occipitocervical. *Archivos de Neurociencias* 2000; 5(2): 103-6.
24. O'Brien MF, Casey AT, Crockard A, et al: Histology of the craneocervical junction in chronic rheumatoid arthritis: A clinicopathologic analysis of 33 cases. *Spine* 2002; 27(20): 2245-54.
25. Matsunaga SH, Ijiri K, Koga H: Results of a longer than 10-year follow-up of patients with rheumatoid arthritis treated by occipitocervical fusion. *Spine* 2000; 25(14): 1749-56.
26. Agrawal D, Gowda NK, Chandrasekhar SB, et al: Have craniovertebral junction anomalies been overlooked as a cause of vertebral-basilar insufficiency? *Spine* 2006; 31(7): 846-50.
27. Nobuhiko S, Matsunaga S, Mori T, et al: Clinical course of conservatively managed rheumatoid arthritis patients with myelopathy. *Spine* 1997; 22(22): 2603-07.
28. Sandhu FA, Pait G, Benzel E, et al: Occipitocervical fusion for rheumatoid arthritis using the inside-outside stabilization technique. *Spine* 2003; 28(4): 414-19.
29. Puttlitz CM, Goel VK, Clark CR, et al: Biomechanical rationale for the pathology of rheumatoid arthritis in the craniovertebral junction. *Spine* 2000; 25(13): 1607-16.
30. Paquis P, Breuil V, Lonjon M, et al: Occipitocervical fixation using hooks and screws for upper cervical instability. *Neurosurgery* 1999; 44(2): 324-30.
31. Deutsch H, Haid RW, Rodts GE, et al: Occipitocervical fixation: Long term results. *Spine* 2005; 30(5): 530-35.
32. Bruneau M, Cornelius JF, George B: Osteoide osteomas and osteoblastomas of the occipitocervical junction. *Spine* 2005; 30(19): 567-71.
33. Huckell CB, Buchowish JM, Richardson WJ, et al: Functional outcome of plate fusion for disorders of the occipitocervical junction. *Clinical Orthopaedics and related research* 1999;359: 136-45.
34. Hadley MN: Occipital condyle fractures. *Neurosurgery* 2002; 50(3): S114-S119.
35. Vender JR, McDonnell DE: Management of lesions involving the craneocervical junction. *Neurosurgery Quarterly* 2001; 11(2): 151-71.
36. González OMGE, Anaya VS: Lesiones del complejo occipito-atlantoaxoideo. 1998; 12(6): 518-25.
37. Hadley MN: Management of combination fractures of the atlas and axis in adults. *Neurosurgery* 2002; 50(3): S140-S147.
38. Milhorat TH, Chow MW, Trinidad EM, et al: Chiari I malformation redefined: Clinical and radiographic finding for 364 symptomatic patients. *Neurosurgery* 1999; 44(5): 1005-17.
39. Zileli M, Cagli S: Combined anterior and posterior approach for managing basilar invagination associates with type I Chiari malformation. *Journal of Spinal Disorders and Techniques* 2002; 15(4): 284-89.
40. Pait TG, Al-Mefty O, Boop FA, et al: Inside-Outside technique for posterior Occipitocervical Spine Instrumentation and Stabilization: Preliminary results. *Journal of Neurosurgery* 1999; 90(spine1): 1-7.
41. Wang Ch, Yan M, Zhou HT, et al: Open reduction of irreducible atlantoaxial dislocation by transoral anterior atlantoaxial release and posterior internal fixation. *Spine* 2006; 31(11): 306-13.
42. Lanzino G, Paolini S, Spetzler R: Far-Lateral approach to the Craneocervical Junction. *Operative Neurosurgery* 2005; 57(4): 367-71.