



Inestabilidad occipitoatloidea y atlantoaxial traumática combinada. Reporte de un caso

Combined traumatic occipitoatloid and atlantoaxial instability. Report of a case

Eduardo Salomón Trujillo-Franco,^{*‡} Luis Enrique Gutiérrez-Herrera,^{*§} Alejandro Bautista-Sandoval^{*¶}

^{*}Hospital de Alta Especialidad «Dr. Gustavo A Rovirosa Pérez». [‡]Traumatólogo y ortopedista, residente de Alta Especialidad en Reconstrucción Articular y Artroscopia. ORCID: 0000-0003-3272-5631. [§]Traumatólogo ortopedista, cirujano de columna, adscrito a Servicio de Cirugía de Columna. ORCID: 0000-0002-3949-7910. [¶]Médico residente de tercer año de la Especialidad de Traumatología y Ortopedia. ORCID: 0009-0002-6096-8948

Resumen

Introducción: las lesiones de la unión cráneo-cervical con inestabilidad secundaria a traumatismos son poco frecuentes; con complicaciones con un alto índice de mortalidad. Cuando ambas lesiones están presentes, el pronóstico de supervivencia y recuperación del paciente suele ser muy pobre. El tratamiento quirúrgico de reconstrucción de la unión occipitocervical es un procedimiento complejo y poco común; en la mayoría de las ocasiones se ha estudiado en tratamiento de patologías degenerativas y reumáticas. **Caso clínico:** paciente femenino de 27 años, con inestabilidad occipitoatloidea-atlantoaxoidea combinada, secundaria a accidente en vehículo tipo motocicleta; la cual presenta múltiples lesiones. **Diagnóstico:** clínica con déficit neurológico; estudios radiológicos de trauma, y tomografía axial de cráneo y columna vertebral evidencian datos de inestabilidad a nivel de C0-C1 y C1-C2. **Intervenciones:** manejo multidisciplinario y posteriormente reducción y fijación occipitocervical con técnica Harms de las lesiones por inestabilidad vertebral traumática, C0-C1, C1-C2 y C2-C3. **Seguimiento:** a nueve meses de la intervención, con adecuada evolución clínica. **Conclusiones:** aunque existen pocas publicaciones y guías sobre el diagnóstico, momento ideal de intervención y método de estabilización óptimo en casos de inestabilidad por trauma, recomendamos un abordaje multidisciplinario. El diagnóstico y tratamiento precoz influye directamente en el pronóstico final y calidad de vida de estos pacientes.

Palabras clave: inestabilidad, luxación, occipitoatloidea, atlantoaxial, reporte de caso, fusión cervical.

Abstract

Introduction: injuries to the craniocervical junction with instability secondary to trauma are rare; with complications with a high mortality rate. When both lesions are present; the patient's prognosis for survival and recovery is usually very poor. Surgical treatment for reconstruction of the occipitocervical junction are complex and uncommon procedures; in most cases they have been studied in the treatment of degenerative and rheumatic pathologies. **Clinical case:** 27-year-old female patient, with combined occipitoatloid-atlantoaxial instability secondary to an accident in a motorcycle-type vehicle; which has multiple injuries. **Diagnosis:** clinic with neurological deficit; radiological studies of trauma, and axial tomography of the skull and spine, where data of instability at the C0-C1 and C1-C2 levels are evident. **Interventions:** multidisciplinary management and subsequently occipitocervical reduction and fixation with Harms technique of the injuries due to traumatic vertebral instability; C0-C1, C1-C2 and C2-C3. **Follow-up:** 9 months after the intervention, with adequate clinical evolution. **Conclusions:** although there are few publications and guides on the diagnosis, ideal moment of intervention and optimal stabilization method in cases of instability due to trauma, we recommend a multidisciplinary approach. Early diagnosis and treatment directly influence the final prognosis and quality of life of these patients.

Keywords: instability, dislocation, occipitoatloid, atlantoaxial, case report, cervical fusion.

Correspondencia:

Eduardo Salomón Trujillo-Franco

E-mail: dr.eduardo.trujillo@hotmail.com

Recibido: 19/08/2023. Aceptado: 01/02/2024.

Citar como: Trujillo-Franco ES, Gutiérrez-Herrera LE, Bautista-Sandoval A. Inestabilidad occipitoatloidea y atlantoaxial traumática combinada. Reporte de un caso. Orthotips. 2024; 20 (2): 103-109. <https://dx.doi.org/10.35366/115654>

Abreviaturas:

ASIA = escala de la American Spinal Injury Association.

ATLS = Advanced Trauma Life Support (soporte vital avanzado en trauma).

TAC = tomografía axial computarizada.

TCE = traumatismo craneoencefálico.

Introducción

La unión occipitocervical es la sección más móvil de la columna cervical, pudiendo alcanzar hasta 50% de flexión y rotación en sus componentes occipitoatlóideo y atlantoaxial.^{1,2} Es estabilizada principalmente por tejidos blandos, dentro de los cuales se encuentran las estructuras capsulo-ligamentarias, por ello el riesgo de inestabilidad; principalmente por patologías de tipo inflamatorias, degenerativas, infecciones y traumatismos.¹⁻⁶ Aun en la actualidad, los tratamientos quirúrgicos de reconstrucción de la unión occipitocervical son procedimientos poco comunes y la mayoría se ha estudiado como tratamiento de patologías degenerativas y reumáticas.^{7,8} De acuerdo a lo anterior, el estudio de las lesiones por inestabilidad secundaria a traumatismos, es poco reportado como una entidad individual; casi siempre asociada a complicaciones con alto índice de mortalidad, y cuando se presenta de forma combinada es excepcional.^{9,10} En estos casos, el pronóstico de supervivencia y recuperación del paciente suele ser muy pobre.¹¹

Hoy en día, con el aumento del uso de vehículos de tipo motocicleta y su fácil acceso, se estiman cifras más altas causadas por traumatismos, principalmente accidentes vehiculares y de alta energía.¹² Este tipo de lesiones se han asociado fuertemente con hemorragia intracraneal y compresión de la unión pontomedular; ambas con gran letalidad.¹³ Los pacientes con inestabilidad occipitocervical y cervical alta representan un desafío constante, no solo para los cirujanos de columna y ortopedistas, sino también para los paramédicos de atención prehospitalaria y para los médicos que se encargan de la primera atención hospitalaria en el servicio de urgencias.¹⁴ Dada la complejidad para poder realizar su diagnóstico, se estima que hasta 50% de las lesiones se pasan por alto, o se diagnostican de forma tardía. Actualmente es difícil tener una cifra exacta de incidencia de esta entidad, existen reportes en los que se encuentran presentes en 6-20% de los accidentes mortales.^{15,16} Siendo este tipo de lesiones conocidas como una de las causas principales de mortalidad; se estima que represente de 8-15% de las muertes inmediatas por traumatismos cerrados de alta velocidad. Las causas

del error diagnóstico son multifactoriales e incluyen: baja sospecha clínica, inexperiencia en la evaluación radiográfica, además de politraumatismos graves.¹⁷

En cuanto al tratamiento quirúrgico, la fusión articular del complejo cervical alto C1-C2 para el tratamiento de la inestabilidad, se introduce en 1987, con la técnica de Margel; la cual es desafiante y no aplicable en todos los casos de fracturas e inestabilidad, con riesgo de lesionar la arteria vertebral en un porcentaje estimado de 4.1%.¹⁸⁻²¹ En estos casos, al buscar alternativas, se opta por la técnica de Harms de 2001, la cual se realiza con una construcción en la masa lateral C1, con un tornillo ístmico C2 que de acuerdo con estudios de serie de casos y metaanálisis donde se comparan ambas técnicas, ha demostrado una disminución significativa del riesgo de complicaciones neurovasculares de 2%.²²⁻²⁶

A continuación, se describe el caso de una lesión por inestabilidad traumática de niveles occipitocervical y atlantoaxial, por mecanismo de alta energía, haciendo énfasis en el protocolo de abordaje, así como en la técnica quirúrgica para realizar la estabilización de estos segmentos de la columna.

Presentación del caso

Femenino de 27 años, quien sufre accidente en motocicleta como conductor sin dispositivo de seguridad, por desaceleración horizontal al sufrir una colisión frontal con automóvil. En el sitio del accidente, es atendida por personal prehospitalario del sistema estatal de urgencias y trasladada al Hospital Roviroso.

Abordaje y diagnóstico: en sala de choque se encuentra traumatismo craneoencefálico (TCE) severo con Glasgow 7 al ingreso. Se estabiliza paciente de acuerdo con protocolo ATLS (*Advanced Trauma Life Support*) y se asegura la vía aérea.

Con la paciente estable y las medidas de soporte vital necesarias, se realiza el protocolo diagnóstico completo, incluyendo: serie radiográfica de trauma, angiotomografía, tomografía axial computarizada (TAC) de cráneo y de columna cervical (*Figuras 1 y 2*).

Determinamos múltiples diagnósticos incluyendo: fractura de peroné, TCE severo, hemorragia subaracnoidea Fisher III e inestabilidad cráneo-cervical y atlantoaxial. Se realiza abordaje y manejo multidisciplinario de soporte por parte de los servicios de terapia intensiva, neurocirugía y cirugía de columna. Posterior a progresión, se lleva a cabo una evaluación neurológica completa; se encuentra paciente en ASIA B desde el nivel C2.

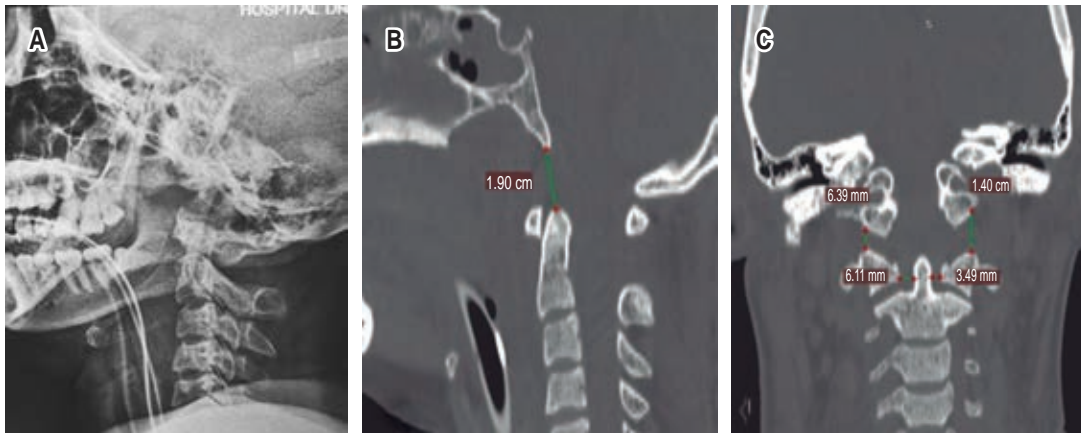


Figura 1: A) Radiografía lateral cervical. B y C) Tomografía axial computarizada donde se evidencia lesión por inestabilidad cráneo-cervical, con una distancia de la punta de la odontoides a la punta del basión que supera los 10 mm.

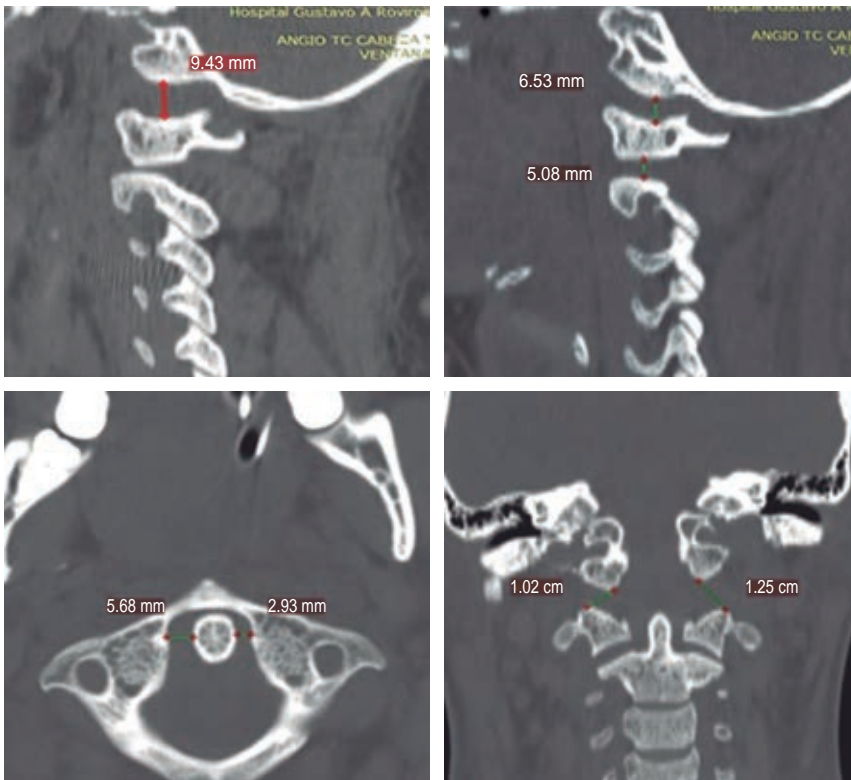


Figura 2:

Tomografía axial computarizada cervical en diferentes cortes donde se realizan medidas pertinentes. Con distancia del occipital a C1 mayor a 5 mm y aumento de la distancia entre la odontoides y la masa lateral de C1, nos indica una luxación odontoidea que además sugiere una inestabilidad rotacional, por lo que se concluye con inestabilidad de nivel C0-C1 y C1-C2.

Intervenciones: se realiza un plan quirúrgico en conjunto por parte del servicio de cirugía de columna y neurocirugía. Con la paciente estable (es llevada a sala de operaciones) se realiza intervención quirúrgica mediante un abordaje posterior en prono con reducción abierta y fijación de los niveles afectados: C0-C1, C1-C2 y C2-C3; se emplea la

técnica de Harms para la colocación de tornillos y así disminuir el riesgo de lesión neurovascular con un sistema modular de estabilización «Neon» (Figuras 3 y 4).

Seguimiento: la paciente evolucionó adecuadamente durante su estancia hospitalaria. Con revisiones periódicas y después de nueve meses

de seguimiento, la paciente tuvo una recuperación neurológica notable; puede realizar sedestación, bipedestación y marcha bipodálica con apoyo de andadera; tiene adecuado control radiográfico (Figura 5).

Discusión

De las diferentes causas que pueden producir inestabilidad en la unión cráneo-cervical, lo más reportado en la literatura trata de patologías inflamatorias,

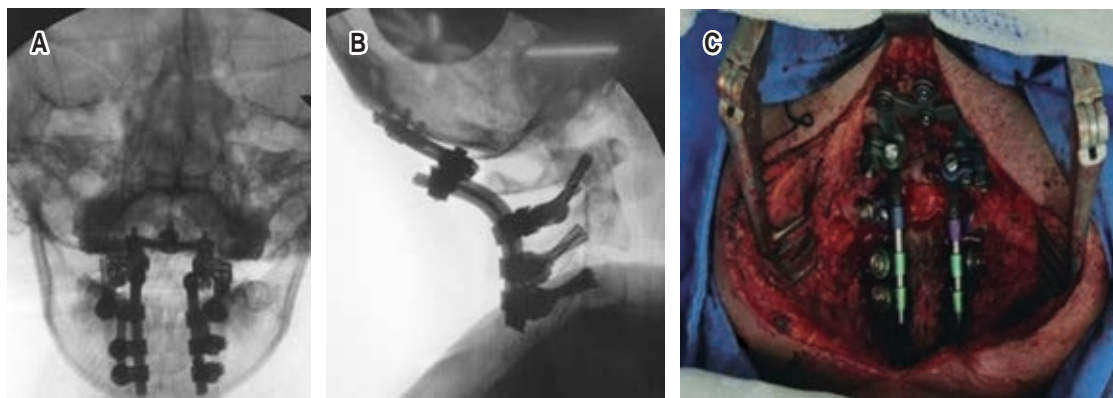


Figura 3: A y B) Imagen de control fluoroscópico posterior a la estabilización cráneo cervical con sistema Neon; con técnica de colocación de tornillos Harms para disminuir el riesgo de lesión vascular. C) Fotografía clínica transoperatoria con constructo de C0-C1-C2-C3 posterior a la fusión cráneo-cervical.

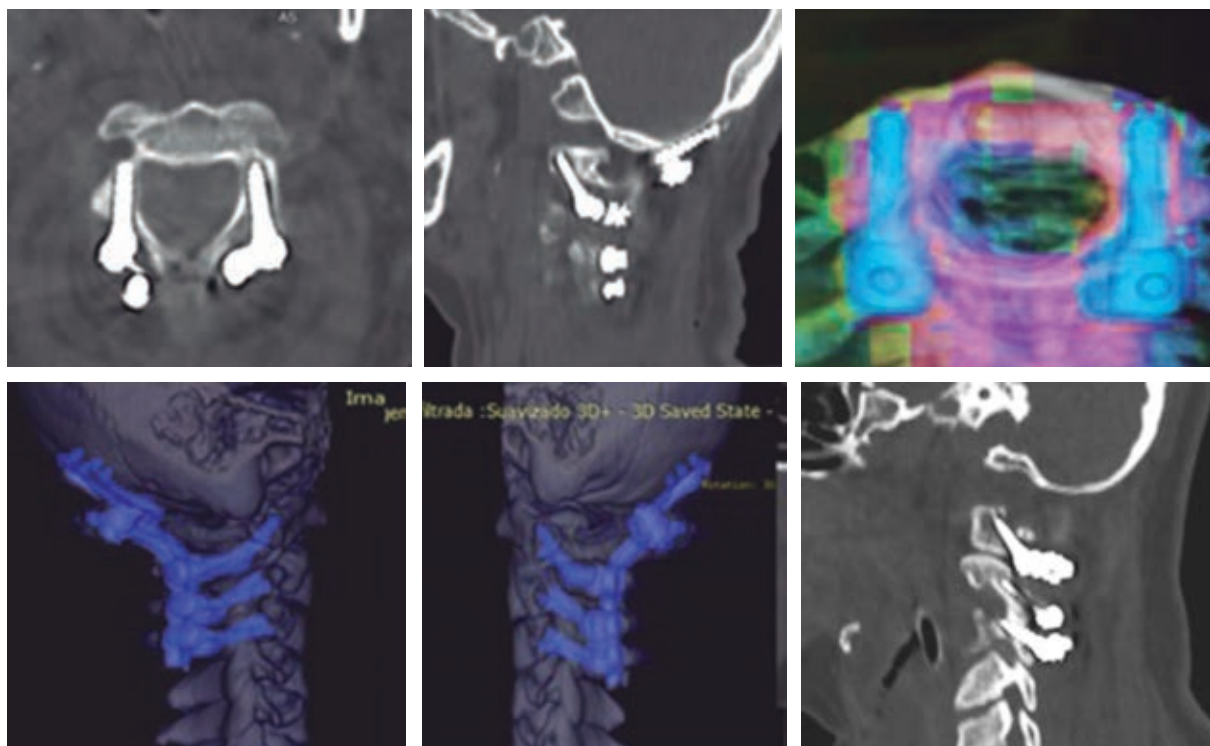


Figura 4: Tomografía axial computarizada de control postquirúrgico. Se observa adecuada colocación de tornillos ístmicos con técnica Harms, y fijación estable con sistema Neon C0-C1-C2-C3.

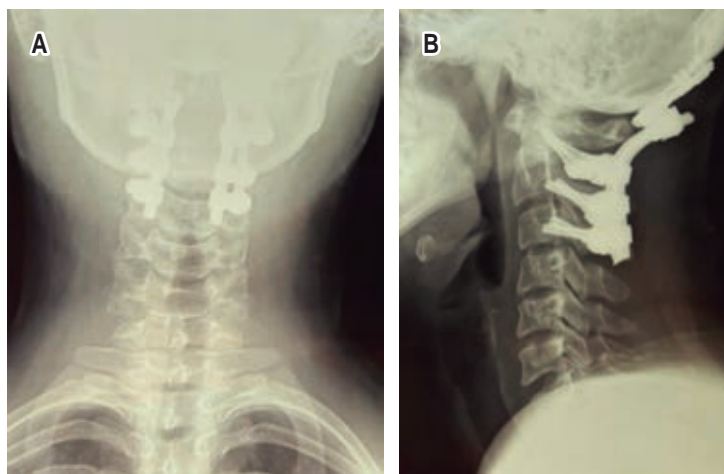


Figura 5:

Radiografías cervicales de control. **A)** Proyección anteroposterior. **B)** Proyección lateral. A los nueve meses de fusión occipitocervical con adecuada estabilidad y evolución.

tumorales y, solo en algunos casos, lesión traumática de alta energía.^{9-11,27}

En nuestra paciente, la causa de la inestabilidad cráneo-cervical fue el mecanismo traumático de alta energía por desaceleración, secundario a accidente en motocicleta.

En una revisión sistemática, Ran Lador y colaboradores reportan que la afección de la columna cervical es la lesión más común en los traumatismos cerrados asociados a muertes, hasta en 50% de los casos; y de este porcentaje, en 20% se trató de una inestabilidad cráneo-cervical.⁹

En nuestra experiencia en el servicio de columna, se pasan por alto este tipo de lesiones por diversas causas; las más importantes son la falta de sospecha y el desconocimiento de esta patología, incluso teniendo una tasa tan alta de letalidad o un déficit neurológico que suele ser devastador. Aun en un hospital de referencia regional de trauma donde se han reportado solo algunos casos, probablemente por subestimar su incidencia real.

Como reportan Connor P. Kleweno y asociados, la atención prehospitalaria de primer contacto con estabilización inmediata de la columna cervical es quizás uno de los pasos más importantes con una respuesta rápida, que puede disminuir la gravedad del déficit neurológico, fundamentada en un alto índice de sospecha y en una atención primaria de alta calidad basada en los protocolos actuales de ATLS.²⁸

En nuestro caso, el personal prehospitalario realizó un abordaje de soporte vital temporal con adecuado uso de un collarín rígido y un apropiado manejo por el servicio de urgencias para estabilizar al paciente dadas las malas condiciones al ingreso.

Aunque el tiempo de demora entre el tiempo de atención del personal y el traslado hospitalario no es tan rápido como quisiéramos.

Zachary y colegas reportan que, ante sospecha de esta patología por inestabilidad, ésta se hace evidente de forma confiable mediante la prueba de radiografías con tracción con de 5 a 10 lb.²⁹

Como primera prueba diagnóstica, nosotros usamos las radiografías simples sin tracción, ya que si hay compromiso neurológico, se puede lesionar aún más con la tracción sin control adecuado. Aunque en algunos casos las radiografías pueden hacer sospechar este tipo de lesiones, no son el mejor estudio confirmatorio.

Autores como Manish K. Kasliwal y su grupo coinciden con nosotros en que las lesiones de estos segmentos de la columna vertebral son sumamente difíciles de detectar mediante radiografías simples. Por lo que la TAC ha reemplazado la prueba de elección con la medición especialmente sensible del índice basión-odontoides.¹⁵

En nuestro caso, por el trauma craneoencefálico severo, estaba indicada la TAC, aunque siempre ante sospecha se debe estar atentos dado el contexto clínico para solicitarla.

A pesar de que existen varios parámetros a estudiar en la TAC, Martínez Del Campo y colaboradores señalan que los valores de intervalo condilar-occipital de 1.5 mm y la sumatoria de ambos > 3 mm tienen la mayor sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de luxación occipitoatloidea.³⁰

El tratamiento quirúrgico de reconstrucción de la unión occipitocervical es un procedimiento poco común y la mayoría se ha estudiado como tratamiento de

patologías degenerativas, tumorales y reumáticas.^{7,8} En nuestra experiencia, sólo se ha usado en lesiones traumáticas. La revisión de la literatura sugiere, y coincidimos, que esta técnica en particular es desafiante aun para cirujanos con experiencia.

Mohamed Macki y asociados señalan que el tratamiento de fusión o fijación rígida occipitocervical es una de las opciones que tenemos en todas las patologías antes mencionadas. También se menciona que el tipo de fijación (interna o externa), y el material a usar deberán ser elegidos cuidadosamente por el cirujano y de acuerdo al estado neurológico del paciente, basándose principalmente en si la lesión es compresiva, reductible o irreductible.

Existen diversas técnicas: desde el alambrado, cableado, asa contorneada, sistemas de barras y barras con tornillos, hasta los más recientes sistemas de ganchos y por último, los tornillos intraarticulares del cóndilo occipital.³¹

Aunque aún no existe un consenso sobre qué tipo de sistema de estabilización es el mejor en estos casos, nosotros usamos un sistema modular de fijación posterior con tornillos que ofrece una gran versatilidad en cuanto a tornillos y barras; con un sistema de tornillos canulados y tornillos poliaxiales. Esto como un esfuerzo para mantener una adecuada alineación cráneo-cervical, ofrecer una descompresión de los componentes neurales que se ven comprometidos y permitir principalmente una adecuada estabilidad estructural.

Conclusiones

La inestabilidad traumática occipitoatloidea y atlantoaxial es una lesión que se considera una causa común de muerte súbita. Sobre los casos de supervivencia, dadas todas las complicaciones y alta tasa de mortalidad, se han documentado y reportado muy pocos. Teniendo en cuenta el mecanismo de lesión, la importancia de la calidad en el manejo prehospitalario y hospitalario para la supervivencia de estos pacientes, actualmente aún no existen publicaciones ni guías sobre el diagnóstico, momento ideal de la intervención, método de reducción y de estabilización óptima en casos de inestabilidad secundaria a traumatismos en estos segmentos de la columna vertebral. El manejo debe de ser individualizado y multidisciplinario; la cirugía de estabilización debe realizarla un cirujano con experiencia, para disminuir el riesgo de complicaciones, mejorar el porcentaje de supervivencia y la calidad de vida que se puede brindar al paciente.

Referencias

1. Helgeson MD, Lehman RA Jr, Sasso RC, Dmitriev AE, Mack AW, Riew KD. Biomechanical analysis of occipitocervical stability afforded by three fixation techniques. *Spine J.* 2011; 11 (3): 245-250. doi: 10.1016/j.spinee.2011.01.021.
2. Lacy J, Bajaj J, Gillis CC. Atlantoaxial Instability. 2023. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
3. Wolfla CE. Anatomical, biomechanical, and practical considerations in posterior occipitocervical instrumentation. *Spine J.* 2006; 6 (6 Suppl): 225S-232S. doi: 10.1016/j.spinee.2006.09.001.
4. Fiester P, Rao D, Soule E, Orallo P, Rahmathulla G. Anatomic, functional, and radiographic review of the ligaments of the craniocervical junction. *J Craniovertebr Junction Spine.* 2021; 12 (1): 4-9. doi: 10.4103/jcvjs.JCVJS_209_20.
5. Shlobin NA, Dahdaleh NS. Cervical spine manifestations of rheumatoid arthritis: a review. *Neurosurg Rev.* 2021; 44 (4): 1957-1965. doi: 10.1007/s10143-020-01412-1.
6. Offiah CE. Craniocervical junction and cervical spine anatomy. *Neuroimaging Clin N Am.* 2022; 32 (4): 875-888. doi: 10.1016/j.nic.2022.07.012.
7. Youssef JA, Heiner AD, Montgomery JR, Tender GC, Lorio MP, Morreale JM, Phillips FM. Outcomes of posterior cervical fusion and decompression: a systematic review and meta-analysis. *Spine J.* 2019; 19 (10): 1714-1729. doi: 10.1016/j.spinee.2019.04.019.
8. Radcliff KE, Hussain MM, Moldavsky M, Klocke NF, Vaccaro A, Albert TJ, Khalil S, Bucklen BS. Stabilization of the craniocervical junction after an internal dislocation injury: an *in vitro* study. *Spine J.* 2015; 15 (5): 1070-106. doi: 10.1016/j.spinee.2015.02.002.
9. Lador R, Ben-Galim PJ, Weiner BK, Hipp JA. The association of occipitocervical dissociation and death as a result of blunt trauma. *Spine J.* 2010; 10 (12): 1128-1132. doi: 10.1016/j.spinee.2010.09.025.
10. Li Z, Zhang H, Li X, Liu X, Huang Y, Wu A. Traumatic atlantoaxial dislocation with an old Type II odontoid fracture. *Spine J.* 2014; 14 (10): 2518-2520. doi: 10.1016/j.spinee.2014.06.006.
11. Case reports: accepted between 17 May 2009 and 11 May 2010 - electronic only. *Eur Spine J.* 2010; 19 (Suppl 2): 79-82. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1468-9>
12. Ramos-Villalón S, Vázquez-López E, Damián-Pérez R, et al. Patrón de fracturas óseas en accidentes de motocicleta en Hospital de Alta Especialidad. *Acta Ortop Mex.* 2020; 34 (6): 376-381. doi: 10.35366/99135.
13. Zou Q, Zhou Z, Yang X, Xiu P, Song Y, Li Y, Li H. Rare improperly treated traumatic vertical atlantoaxial dislocation: a case report and literature review. *Orthop Surg.* 2023; 15 (2): 663-667. doi: 10.1111/os.13625.
14. Vender JR, Houle PJ, Harrison S, McDonnell DE. Occipital-cervical fusion using the Locksley intersegmental tie bar technique: long-term experience with 19 patients. *Spine J.* 2002; 2 (2): 134-141. doi: 10.1016/s1529-9430(01)00273-x.
15. Kasliwal MK, Fontes RB, Traynelis VC. Occipitocervical dissociation-incidence, evaluation, and treatment. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016; 9 (3): 247-254. doi: 10.1007/s12178-016-9347-6.
16. Horsfall HL, Gharooni AA, Al-Mousa A, Shtaya A, Pereira E. Traumatic atlantoaxial rotatory subluxation in adults. A case report and literature review. *Surg Neurol Int.* 2020; 11: 376. doi: 10.25259/SNI_671_2020.

17. Herrada-Pineda T, Loyo-Varela M, Revilla-Pacheco F, Uribe-Leitz M, Manrique-Guzmán S. Traumatic occipitocervical and atlantoaxial dislocation with clivus fracture in a child. Case report. *Cir Cir.* 2015; 83 (2): 135-140. Spanish. doi: 10.1016/j.circir.2015.04.009.
18. Shinohara A, Sairyo K, Mishiro T, Chikawa T, Soshi S. Insertional torque in cervical vertebrae lateral mass screw fixation: magerl technique versus roy-camille technique. *Clin Spine Surg.* 2017; 30 (8): E1156-E1159. doi: 10.1097/BSD.0000000000000430.
19. Zhan J, Xu W, Lin J, Luan J, Hou Y, Wang Y, Li Y, Chen B, Lin D, Chen S. Accuracy and safety of robot-assisted versus fluoroscopy-guided posterior C1 lateral mass and C2 pedicle screw internal fixation for atlantoaxial dislocation: a preliminary study. *Biomed Res Int.* 2022; 2022: 8508113. doi: 10.1155/2022/8508113.
20. Richter M, Schmidt R, Claes L, Puhl W, Wilke HJ. Posterior atlantoaxial fixation: biomechanical in vitro comparison of six different techniques. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002; 27 (16): 1724-1732. doi: 10.1097/00007632-200208150-00008.
21. Joaquim AF, Mudo ML, Tan LA, Riew KD. Posterior subaxial cervical spine screw fixation: a review of techniques. *Global Spine J.* 2018; 8 (7): 751-760. doi: 10.1177/2192568218759940.
22. Buchmann N, Schweizer C, Kirschke JS, Rienmüller A, Gempt J, Ringel F, Meyer B, Ryang YM. C1-C2 posterior screw fixation in atlantoaxial fractures revisited: technical update based on 127 cases. *Eur Spine J.* 2020; 29 (5): 1036-1042. doi: 10.1007/s00586-019-06244-2.
23. Sincari M. C1-C2 Goel-harms fixation, history of the technique, free hand technique description. *Surgical Science.* 2022; 13: 401-409. doi: 10.4236/ss.2022.139048.
24. Fiorenza V, Ascanio F. Safety and efficacy of posterior atlantoaxial stabilization using intraoperative navigation system with preoperative computed tomographic scan. *World Neurosurg.* 2019; 129: 110-119. doi: 10.1016/j.wneu.2019.05.242.
25. Huang DG, Hao DJ, He BR, Wu QN, Liu TJ, Wang XD, et al. Posterior atlantoaxial fixation: a review of all techniques. *Spine J.* 2015; 15 (10): 2271-2281. doi: 10.1016/j.spinee.2015.07.008.
26. Uei H, Tokuhashi Y, Maseda M. Radiographic and clinical outcomes of C1-C2 intra-articular screw fixation in patients with atlantoaxial subluxation. *J Orthop Surg Res.* 2018; 13 (1): 273. doi: 10.1186/s13018-018-0985-9.
27. Elliott RE, Tanweer O, Smith ML, Frempong-Boadu A. Outcomes of fusion for lateral atlantoaxial osteoarthritis: meta-analysis and review of literature. *World Neurosurg.* 2013; 80 (6): e337-346. doi: 10.1016/j.wneu.2012.08.018.
28. Kleweno CP, Zampini JM, White AP, Kasper EM, McGuire KJ. Survival after concurrent traumatic dislocation of the atlanto-occipital and atlanto-axial joints: a case report and review of the literature. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008; 33 (18): E659-662. doi: 10.1097/BRS.0b013e318182272a.
29. Child Z, Rau D, Lee MJ, Ching R, Bransford R, Chapman J, Bellabarba C. The provocative radiographic traction test for diagnosing craniocervical dissociation: a cadaveric biomechanical study and reappraisal of the pathogenesis of instability. *Spine J.* 2016; 16 (9): 1116-1123. doi: 10.1016/j.spinee.2016.03.057.
30. Martínez-Del-Campo E, Kalb S, Soriano-Baron H, Turner JD, Neal MT, Uschold T, Theodore N. Computed tomography parameters for atlantooccipital dislocation in adult patients: the occipital condyle-C1 interval. *J Neurosurg Spine.* 2016; 24 (4): 535-545. doi: 10.3171/2015.6.SPINE15226.
31. Macki M, Hamilton T, Pawloski J, Chang V. Occipital fixation techniques and complications. *J Spine Surg.* 2020; 6 (1): 145-155. doi: 10.21037/jss.2019.12.01.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.