

Artículo de revisión

Complejidad de la estabilización posterior atlanto-axoidea (C1-C2)

José Antonio Cuéllar Puente*

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

RESUMEN. La complejidad de la articulación atlanto-axial se encuentra implícita en su origen, estructura y función. Por tratarse de una articulación que no tiene referencia directa o indirecta con el resto de la columna vertebral, siempre ha sido difícil atender sus inestabilidades. En este trabajo se intenta plasmar con sencillez, la importancia del conocimiento anatómico y fisiológico de esta articulación, pues la correlación de conceptos básicos con las patologías y sus tratamientos, es indispensable. Para esto nos referimos a los elementos *intrínsecos* y *extrínsecos* relacionados a esta articulación y que participan de manera puntal e identificada en el concepto de estabilidad. Describimos también las enfermedades y lesiones más frecuentes que son causal de compromiso estructural y eventualmente neurológico; le damos un espacio y descripción especial a la artritis reumatoide, pues esta patología siempre se ha caracterizado por un diagnóstico y manejo complicado. También mencionamos a las lesiones tumorales, infecciosas, traumáticas y congénitas que son tributarias de una estabilización posterior atlanto-axoidea. Finalmente nos referimos a las opciones quirúrgicas *clásicas*, que no dejan de utilizarse por la “baja demanda técnica” (alambres y cables) requerida para su ejecución, también a las opciones *contemporáneas*; que con casi dos décadas de existencia (tornillos, ganchos), son cada vez más utilizadas, y las opciones *vanguardistas*; que muchas veces en su intento por ser reconocidas y populares, (espa-

SUMMARY. The complexity of the atlantoaxial joint is implicit in its origin, structure and function. Since this is a joint without a direct or indirect reference with the rest of the spine, its instabilities have always been difficult to understand. This paper presents a straightforward approach that shows the importance of knowing the anatomy and physiology of this joint, since the correlation between the basic concepts and the conditions and their treatments is indispensable. To this end we refer to the intrinsic and extrinsic elements related to this joint, which are punctually and clearly involved in the concept of stability. We also describe the most frequent diseases and lesions that cause a structural and eventually, a neurological compromise; we assign a special space and description to rheumatoid arthritis, a condition that has always been characterized by a complicated diagnosis and management. We also mention tumor, infectious, traumatic and congenital lesions that warrant posterior atlanto-axoid stabilization. We finally address the *classical* surgical approaches, which continue to be used due to the “low technical demand” (wires and cables) needed to perform them, the *contemporary* options, which we have had for more than twenty years (screws, hooks) and are increasingly used, and the *cutting edge* options that, in an attempt to be recognized and popular (facet spacers, screws), often reach the absurd. The latter approaches may be amazingly bold and ineffective in some cases, or simple and partially

* Ortopedista adscrito a la Subdirección de Neurocirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVZ. 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. C.P. 06760. México D.F.
E-mail: jcuellar56@hotmail.com

ciadores facetarios, tornillos) caen hasta en lo absurdo. Estas últimas, son opciones que no nos dejan de sorprender por lo audaces e ineficientes en algunos casos o por lo simples y parcialmente eficientes en otras. Es tan débil el estado del conocimiento, que se llega a recurrir a la combinación de técnicas con virtudes diferentes y así tratar de controlar en el plano rotacional y anteroposterior a esta articulación. Lo que sí se puede concluir, es que en este momento no existe una solución, que se caracterice por su sencillez, eficacia y seguridad.

Palabras clave: atlas, articulación, vértebras cervicales, cirugía, técnica, estabilización.

effective in others. The knowledge supporting them is so weak that techniques with different advantages are combined in an attempt to control the rotational and anteroposterior planes of this joint. It is possible to conclude that at present there is no solution that is straightforward, effective and safe all at the same time.

Key words: atlas, joint, cervical vertebrae, surgery, technic, stabilization.

La bisagra atlanto-axoidea (C1-C2) es única, ya que desde una perspectiva estructural y funcional, se ve en ella representado a lo más elaborado y complejo del diseño espinal.

Para comprender los conceptos estabilizadores posteriores, es necesario un entendimiento previo de la anatomía y fisiología articular básica.

Este singular binomio mecánico, se caracteriza estructuralmente por tener *dos contactos articulares* y *una zona contenedora de tensión*: el primer contacto articular se encuentra en el plano sagital de la columna cervical y es anterior, se constituye en el arco anterior del atlas, que a nivel de la protuberancia es portador en su superficie interna, de un cartílago ovalado y hialino que articula con la superficie anterior del *odontoides*, aquí, en esta superficie, se encuentra una faceta articular en forma de escudo; esto es lo que conocemos como articulación "*atlanto-odontoidea*": el segundo contacto articular es bilateral y se encuentra en un plano medial, observado en un corte coronal de la columna cervical; representa propiamente a las facetas articulares "*atlanto-axoideas*".

La *zona contenedora de tensión*, está constituida por la superficie posterior del *odontoides* y por el ligamento transverso. El *odontoides* es una estructura ósea cilíndrica, ligeramente encorvada hacia atrás que posee en su superficie posterior un canal con una cubierta cartilaginosa que contacta con una banda de tensión conocida como ligamento transverso. Esta banda de tensión se inserta bilateralmente en un par de tubérculos internos: uno derecho y el otro izquierdo, localizados en un corte axial a la altura del tercio anterior de las facetas articulares superiores de C1, facetas que contactan con los cóndilos occipitales.

La articulación atlanto-odontoidea y su banda de tensión, es desde el punto de vista mecánico de las conocidas como diartrodias, pues desarrolla libremente movimientos, con dos superficies cartilaginosas en contacto. En lo que se refiere a estructura, encontramos que tiene dos superficies articulares con líquido entre ellas y que se encuentra

rodeada de una cápsula sinovial que se plega a la derecha e izquierda, vista desde un plano axial.

Desde una óptica funcional, pertenece al grupo de las "trocoideas", estas articulaciones realizan movimientos de rotación; en este caso se trata de un cilindro (*apófisis odontoides*) circundado por un anillo osteo-cartilaginoso-ligamentario.

Las facetas articulares atlanto-axoideas poseen un libre movimiento y pertenecen también al grupo de las diartrodias. Su principal característica en lo que a estructura se refiere, es que son facetas con superficies convexas y con ausencia de líquido sinovial ya que carecen de una membrana sinovial; sólo se les encuentran cápsulas articulares de tejido fibroso que auxilian a la articulación en su esfuerzo por mantener los movimientos facetarios armónicos para impedir los fenómenos de luxación o subluxación.

Las facetas laterales atlanto-axoideas durante el movimiento de flexión, presentan a un atlas que rueda sin deslizarse sobre las superficies articulares del axis y a un punto de contacto articular, que se desplaza hacia adelante. Simultáneamente en modelos matemáticos, en una vista de perfil observaríamos la presencia de una abertura mayor y hacia arriba de la articulación atlanto-odontoidea.

De la misma manera, durante la extensión, ruedan las masas laterales del atlas sin deslizarse sobre las superficies articulares del axis y se desplaza el punto de contacto articular hacia atrás. Simultáneamente, también en un modelo matemático, en una vista de perfil podría aparecer una abertura inferior en la articulación atlanto-odontoidea.

Sin embargo y en realidad, si analizamos unas radiografías dinámicas de perfil, podemos observar que no existen aberturas superiores e inferiores de la articulación atlanto-odontoidea durante los movimientos de flexión y extensión, cuando existe una suficiente competencia del ligamento transverso.

Durante los movimientos, por ejemplo de rotación a la izquierda de la articulación atlanto-axoidea, el *odontoides* permanece fijo, mientras que el anillo osteoligamenta-

rio circundante gira en sentido inverso a las manecillas del reloj, mientras la cápsula articular odontoidea anterior, se distiende a la izquierda y se tensa a la derecha.

Paralelamente a este movimiento, existe un desplazamiento de las articulaciones atlanto-axoideas. En la rotación de izquierda a derecha, la masa lateral izquierda del atlas avanza, mientras que su masa lateral derecha retrocede, durante la rotación de derecha a izquierda esta circunstancia se invierte.

La fisiología articular de C1-C2, se estudia de acuerdo al análisis de todos los segmentos anatómicos, sin embargo, lo que es un hecho incontrovertible es la participación conjunta y unísona de todos los elementos articulares, pues la flexión, extensión y rotación son movimientos incluyentes e integradores, en donde en una mayor medida durante la flexión-extensión participan las facetas articulares y durante la rotación, la articulación atlanto-odontoidea (Figuras 1 y 1A).

La inestabilidad de C1-C2 es multifactorial, ya que están involucrados elementos *intrínsecos* y *extrínsecos*.

Los elementos *intrínsecos* se encuentran desde el nacimiento y/o se adquieren de manera natural durante el deterioro del sistema musculoesquelético producto de la degeneración por la edad de los individuos; una degeneración que permite la función, aunque restringida, pero sin dolor. Claramente identificados se encuentran los siguientes elementos intrínsecos:

A) *Calidad del hueso.*

B) *Calidad del tejido ligamentario, capsular, sinovial y articular.*

La *calidad del hueso* en un sujeto sano, sufre transformaciones durante el transcurso de su vida. Se encuentran fases de equilibrio biológico caracterizado por un balance positivo de la formación y reabsorción ósea mientras se llega a la mitad de la vida.¹

Sin embargo a partir de los 35 a 40 años de edad ocurre un inbalance en el proceso de remodelación, pues aspectos negativos, sistémicos, regionales y locales, alteran la actividad osteoblástica, minimizando el ritmo de producción de la matriz extracelular ósea y maximizando la actividad osteoclástica de reabsorción.²

Todos estos eventos finalmente conforman un hueso "atlanto-axoideo" caracterizado por baja densidad mineral ósea, que los hace susceptibles entre otras circunstancias a fracturas cuando se ven expuestos a fuerzas externas.

La *calidad del tejido ligamentario, capsular, sinovial y articular* en un sujeto sano, también sufre transformaciones durante el transcurso de su vida. En el proceso de degeneración natural se observa una disminución importante en la expresión de proteínas colágenas y no colágenas. Estas proteínas le dan la característica estructural tan singular a cada uno de los elementos no óseos encontrados en la articulación "atlanto-axoidea".

En el caso de los *ligamentos, cápsulas articulares y membranas sinoviales*, el compromiso en la tensión conlleva a la laxitud. Esta circunstancia favorece, ante un eventual evento traumático, la pérdida de la capacidad para sostener a una articulación congruente y funcional.

Por otra parte, el elemento *articular* sufre también un desgaste natural en el transcurso de la vida y esto se caracteriza por una pérdida de la capacidad condrocítica para mantener su característico fenotipo, traduciéndose en artrosis. Esto implica la posibilidad de asociar una disminución de la función, con dolor, circunstancia que facilita también un alto impacto de los eventos traumáticos.

Finalmente, en lo que se refiere a características funcionales y estructurales, es un hecho que cada uno de los individuos trae la información genética que le da sustento a su muy particular anatomía y fisiología; esto es lo que conocemos como "variabilidad biológica" y que impide al estado del conocimiento médico, darle la categoría de ciencia.

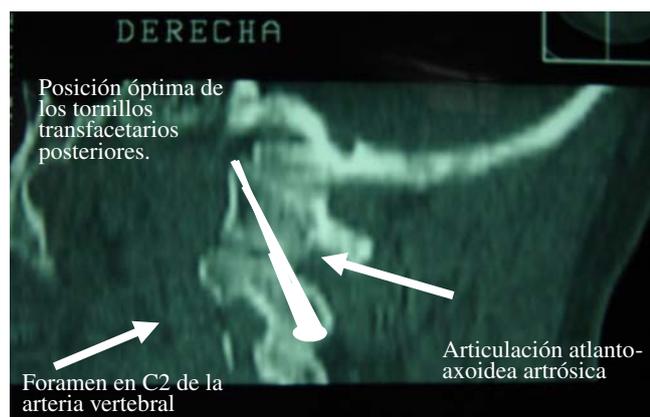


Figura 1. Paciente reumático sometido a análisis imagenológico preoperatorio; corte topográfico parasagital de la articulación facetaria C1-C2 "derecha". Observamos: una articulación artrósica, y por debajo se aprecia el foramen de la arteria vertebral en posición normal.

Figura 1A. En el mismo paciente se realizó un corte parasagital tomográfico "izquierdo" de C1-C2, en donde se observa también a la faceta articular artrósica y por debajo de ella, al foramen de la arteria vertebral elevado; esta condición de "anillo vertebral elevado", limita el uso de tornillos transfacetarios para estabilizar por vía posterior a la articulación C1-C2.

Cada individuo es producto de sus genes³ y de sus muy particulares circunstancias en el transcurso de la vida, por lo que los elementos *intrínsecos* difícilmente son explicables y manipulables.

Los elementos *extrínsecos* son aquellos que se adquieren durante el transcurso de la vida, de una manera usualmente fortuita e involuntaria, y que impactan en el equilibrio salud-enfermedad; dentro de los más comunes, y que afectan a la articulación C1-C2 tenemos por ejemplo a las enfermedades y/o lesiones:

- A) *Degenerativas*
- B) *Tumorales*
- C) *Infecciosas*
- D) *Traumáticas*
- E) *Congénitas*

De las enfermedades *degenerativas* que afectan a las articulaciones atlanto-axoideas y como blanco predilecto al segmento atlanto-odontoideo, la más representativa es la artritis reumatoide.⁴ Esta es una enfermedad crónica y degenerativa, vinculada en sus orígenes con factores inmunológicos y ambientales, que compromete la estabilidad de la articulación atlanto-odontoidea e incrementa consecuentemente la probabilidad de daño al cordón medular afectando la función y/o la vida de los sujetos.

El diagnóstico de inestabilidad en C1-C2 por artritis reumatoide es de vital importancia, pues esta enfermedad puede permear silenciosamente a través de la cápsula sinovial afectada y la producción de panus, a la articulación atlanto-odontoidea y a su ligamento transversal.

Esta silente evolución de la enfermedad reumática en la columna cervical, evita en algunas ocasiones el diagnóstico temprano, es decir antes de que se desarrolle el compromiso neurológico.⁵

Es por esta razón, que se han tratado de desarrollar factores predictivos: *clínicos, imagenológicos y neurofisiológicos*; factores que tienen como objetivo la identificación del compromiso estructural antes de la presencia del compromiso neurológico.

El factor *clínico* más importante es la identificación del dolor incontrolable de la parte superior y posterior de la columna cervical que no cede a tratamientos médicos conservadores, como son la rehabilitación física y/o el uso de antiinflamatorios convencionales no esteroideos.⁶ El punto a revisar es la integridad de la articulación atlanto-odontoidea.

Por esto, uno de los factores sobre los que se han enfocado esfuerzos importantes con carácter predictivo es la imagenología.

El factor *imagenológico* pretende mediante la simplicidad, un acceso universal a la posibilidad de diagnosticar inestabilidad. Un grupo importante de especialistas han propuesto el estudio de las radiografías laterales simples y dinámicas de la columna cervical, como un instrumento confiable, por la capacidad de identificar el compromiso

estructural atlanto-odontoideo, antes de comprometer la viabilidad del cordón medular.

Estos estudios radiológicos simples y dinámicos nos demuestran el grado de compromiso existente en el espacio anterior atlanto-odontoideo. Éste en condiciones normales no debe de ser mayor a 3 mm; un espacio mayor de 3 mm nos habla de diferentes grados de incontinencia ligamentaria transversa.

Un espacio de entre 3 mm a 6 mm nos explica un grado mínimo-medio de insuficiencia transversa, un espacio de 6 a 10 mm, nos expresa que con mucha seguridad ya existe un ligamento transversal inservible.

Durante mucho tiempo se le consideró a esta medición como el estándar de oro para decidir si un determinado paciente era candidato o no a cirugía.

Sin embargo, la disponibilidad de espacio para el libre desplazamiento del cordón medular varía de un individuo a otro.

Existen estrechamientos congénitos y/o adquiridos del canal medular, y esto nos explica el porqué algunos pacientes con 10 mm de espacio anterior no tienen compromiso clínico neurológico.

Este aspecto tiene una enorme trascendencia, porque aun, en algunas ocasiones se decide en función de todo lo anterior, mantener en observación a estos sujetos, con el riesgo implícito de desarrollar un peligroso fenómeno de "pseudo-estabilización" que puede dar la sensación de una solución natural.

La realidad es que este fenómeno forma parte de la secuencia propia y progresiva de la historia natural de la enfermedad y que no es otra cosa que el anuncio de una esperada y no deseada impresión basilar.⁷

Esto es ya un asunto con consideraciones y resultados diferentes al tema que tratamos en esta ocasión, pero que sin duda implica ya no sólo un compromiso de función neurológica, sino de sobrevivencia.

Es por todo lo anterior que ahora, la medición y análisis del espacio odonto-atloideo posterior, es decir el espacio propiamente que corresponde al conducto medular, es considerado el más importante factor predictivo de compromiso neurológico en los pacientes con artritis reumatoide que lesiona a las articulaciones atlanto-axoideas.⁸

Esta es una medición que ha demostrado una correlación positiva con la presencia o ausencia de daño neurológico, en función de los milímetros disponibles para que el cordón medular permanezca funcional.

La tomografía axial computarizada (TAC) es un recurso que no se puede considerar universal, ya que existen muchas comunidades alejadas que prescinden en primera instancia de auxiliares diagnósticos de esta naturaleza, sin embargo, es importante señalar que este estudio permite confirmar con certeza las mediciones hechas en radiografías laterales simples y dinámicas.

Además, podemos observar de una manera clara y puntual a la erosión del odontoides, producto de la osteoporosis asociada a la historia natural de la enfermedad y/o al uso de medicamentos antirreumáticos. También este estu-

dio nos ofrece la posibilidad de confirmar y/o dimensionar el grado de fractura por osteoporosis, en la base del odontoides.⁹

Así esta información topográfica, también nos describe con claridad en un corte coronal, el nivel de artrosis atlanto-axoidea; todo esto nos permite diseñar un programa de tratamiento específico.

Dentro de la imagenología, la resonancia magnética (RM), representa un recurso verdaderamente invaluable y lamentablemente también poco accesible. Sus imágenes nos permiten identificar a nivel del cordón medular, si el grado de compromiso es tan avanzado que ya se presentan zonas de infarto medular, sin que necesariamente existan aún, datos clínicos de afección neurológica (Figuras 2 a 2E).

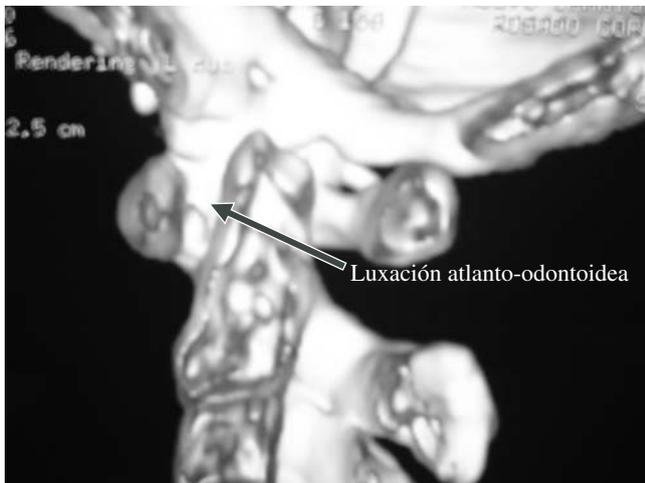


Figura 2. Tomografía axial computarizada en reconstrucción tridimensional que muestra inestabilidad atlanto-axoidea en un paciente con AR.

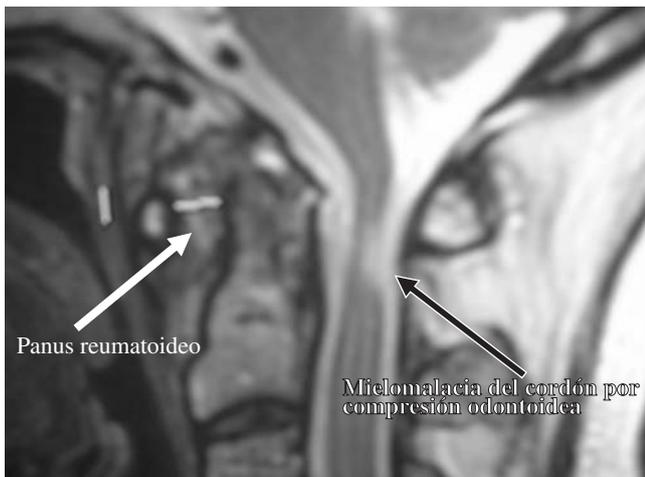


Figura 2. A. Resonancia magnética de la unión bulbo-medular del mismo paciente, en donde se observa una zona de infarto medular producto de la inestabilidad en C1-C2. Este paciente no mostraba datos clínicos de mielopatía.

Por otra parte, las imágenes de resonancia nos pueden mostrar con claridad, en sus cortes sagitales y axiales, si existe o no presencia de panus reumatoide.

La presencia de panus nos orienta y clarifica acerca del tratamiento descompresivo y la forma en que se va a estabilizar C1-C2.

El factor *neurofisiológico* es también una manera no invasiva, de predecir si existe o no un daño al cordón medular, mediante el análisis de la conducción eléctrica en los cordones posteriores.

Este es un marcador confiable que nos ayuda a entender el grado de compromiso compresivo del cordón medular, aun antes de presentar el cuadro clínico conocido.

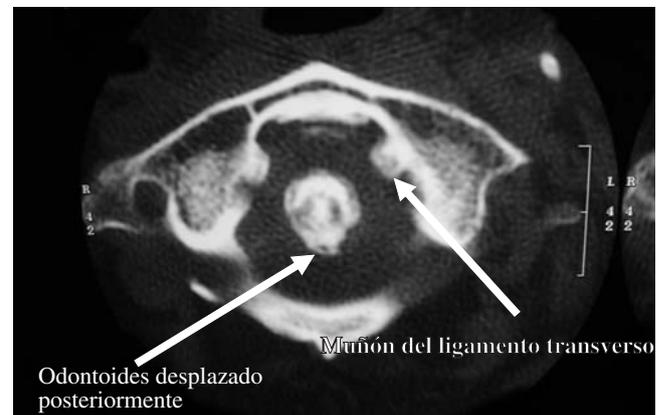


Figura 2. B. Tomografía axial computarizada del mismo paciente, en un corte axial a nivel de la articulación atlanto-odontoidea. Nótese la ruptura del ligamento transverso y el proceso odontoideo en contacto con el cordón medular.

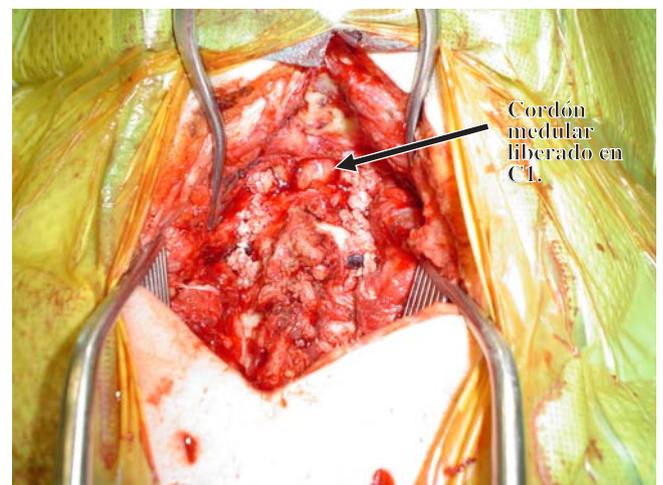


Figura 2. C. Imagen transoperatoria del mismo paciente, en donde se puede observar: El cordón medular expuesto por laminectomía del arco posterior en C1, además también se identifican las cabezas de los tornillos transfacetarios derecho e izquierdo reposados en las masas laterales de C2 e igualmente se observa la siembra del injerto óseo autólogo regional a la derecha e izquierda de la exposición.



Figura 2. D. Rayos X lateral del mismo paciente a los 10 días del postoperatorio, en donde apreciamos un par de tornillos transfacetarios y la siembra lateral del injerto óseo entre C1-C2.



Figura 2. E. Reconstrucción topográfica parasagital postoperatoria del mismo paciente, en donde se analiza la posición del tornillo transfacetario; aquí observamos al tornillo tomando la cortical anterior externa de C1 y su relación con el foramen de la arteria y vena vertebral en C2.

Por lo tanto, un paciente con dolor cervical posterior alto que no se controle con medidas clásicas iniciales no invasivas, y que marque neurofisiológicamente un compromiso en la conducción de los cordones posteriores, un paciente con trastornos en la señal en un corte sagital de la resonancia magnética a nivel del cordón medular y que nos haga sospechar una zona de infarto, que presente evidencias artrósicas en las superficies facetarias atlanto-axoideas en un corte coronal de una TAC y con espacios anteriores y posteriores comprometidos y medidos en radiografías laterales simples y dinámicas, debe ser candidato a un tratamiento quirúrgico, aun sin presentar manifestaciones clínicas de carácter neurológico.

Esto significa que se va a tomar el valor predictivo positivo de todas las variables anteriores, para decidir el tipo de tratamiento o tratamientos quirúrgicos para cada caso en lo particular.¹⁰

En otros tiempos todas estas consideraciones eran debatibles, en la actualidad se consideran irrefutables, ya que existen suficientes evidencias que soportan estas conductas. Se conoce con suficiente detalle a la historia natural de esta enfermedad.

De las afecciones *tumorales* que impactan a la articulación atlanto-axoidea encontramos que se presentan algunas de manera primaria, es decir neoplasias que se originan en C1-C2 y las denominadas secundarias o metastásicas.¹¹

Osteomas osteoides, osteosarcomas y quistes óseos aneurismáticos, son tumores óseos primarios que requieren de acciones quirúrgicas, cuando son causal de inestabilidad en C1-C2.

Por otra parte, también existen tumoraciones que se originan en estructuras vecinas blandas y/o duras y que invaden a la articulación, como es el caso relativamente común de los neurofibromas, meningiomas y cordomas del clivus.

El elemento constante en este tipo de lesiones se encuentra en las alteraciones a estructuras óseas, cartilaginosas ligamentarias y capsulares, lesiones que afectan al equilibrio biológico-mecánico que en condiciones de normalidad mantienen protegidas y aseguradas a las estructuras neurológicas.

Evidentemente que nuestro propósito en estos casos tumorales, es la búsqueda de soluciones que nos permitan de ser posible: reducir las luxaciones en C1-C2, descomprimir, estabilizar y fusionar; todo esto por la vía posterior.

De las enfermedades *infecciosas*, tenemos que usualmente los niños y algunos pacientes adultos inmunocomprometidos son el estrato de población más susceptible a padecerlas.

El mecanismo, en ambos casos, es decir en el de los niños y adultos, es un mecanismo directo o sistémico, esto es que los pacientes sufren de enfermedades respiratorias altas y el proceso infeccioso invade a los tejidos vecinos blandos y duros, o que la infección se siembra por selección natural a través de vías sistémicas.¹²

La articulación C1-C2 es un blanco que por fortuna aunque raro, al presentarse, puede comprometer inminentemente al cordón medular, producto de una inestabilidad.

En ambos casos la controversia se centra en el hecho de que para la instalación de un implante metálico en cualquier parte de la columna vertebral, un requisito es el no ser portador de un proceso infeccioso, ya que el fenómeno de rechazo por parte del cuerpo se incrementa en estos casos, pues la alerta inmunológica se encuentra activada y potencializada.

Las lesiones *traumáticas* que afectan a la primera y segunda vértebra cervical son consideradas por muchos, potencialmente mortales.

Prácticamente son lesiones ocasionadas por mecanismos de alta velocidad y se acompañan en muchos casos también de lesiones localizadas en la base del cráneo.

De las afecciones traumáticas que más se han estudiado sus mecanismos y formas de manejo, se encuentran a las fracturas que comprenden a la apófisis odontoides.

De todas éstas, a la que se le considera tributaria de tratamiento quirúrgico y estabilización, es a la que se le conoce como fractura de la base del odontoides o fractura de Alonso tipo II.

Mucho se ha escrito acerca de las características de estas lesiones y sus implicaciones en la biología-mecánica.

Lo que es un hecho es que a las fracturas que ocupan la base del odontoides, se les debe ofrecer una estabilización quirúrgica rígida.¹³

En estudios mecánicos se encuentra al procedimiento conocido como odontoidectomía, como el método ideal para inestabilizar al segmento superior de la columna cervical.

Es ya un modelo validado de inestabilidad utilizado de manera universal. Aquí uno de los puntos más importantes, es asegurarse que la fractura cuenta con la competencia del ligamento transversal, esta competencia permite que de manera natural el segmento suelto del odontoides, pueda regresar a su posición original y de esa manera ofrecerse un tratamiento limitado a la estabilización en C1-C2.

Por otra parte, a las lesiones fracturarias del atlas se les considera inestables cuando comprometen a sus superficies articulares, en el caso de que sean las superiores, o sea a aquellas que articulan con el occipital, requieren de una estabilización que incluya al cráneo y cuando afectan parcialmente a las superficies articulares que forman bisagra con C2, en este momento lo indicado es una estabilización limitada a la primera y segunda vértebra cervical.

Las lesiones *congénitas* que ameritan una estabilización de C1-C2, son las conocidas alteraciones ligamentarias en los enfermos que padecen el síndrome de Down, y la controversial y debatible patología conocida con Os odontoides.¹⁴

Quienes defienden la existencia de esta última enfermedad, asumen que se trata de una deficiencia en el cierre del disco de crecimiento, por lo que se genera una especie de lesión que mimetiza a la fractura tipo II de Alonso y que por lo tanto cuando se detecta: que puede ser en la infancia o adolescencia e inclusive en la vida adulta; debe de manejarse quirúrgicamente con un sistema de estabilización en C1-C2.

Existen voces que no creen en la hipótesis anterior y que se inclinan a pensar que es una lesión producto de una infección o trauma infantil, no detectados; el hecho no debatible es la necesidad de un tratamiento quirúrgico estabilizador.

Las estrategias de estabilización en C1-C2 por una vía anterior, no se han popularizado, debido al alto índice de morbilidad asociada.¹⁵

En la actualidad la articulación atlanto-axoidea es recíproca de diversas opciones de tratamiento con el propósito de estabilizar con rigidez y funcionalidad este pequeño pero complejo segmento de la columna cervical.¹⁶

No siempre fue así de popular, aunque el uso de los alambres para estabilizar la columna vertebral se inició en la columna cervical para tratar lesiones de tipo traumático, su utilidad propiamente estandarizada en C1-C2 tomó algunas décadas más. Ya entrando en los mediados del siglo pasado se desarrollaron técnicas quirúrgicas que ahora son clásicas, ampliamente conocidas y que continúan utilizándose.

Más allá de hacer un relato cronológico, lo que pretendo y espero lograr, es un análisis de conceptos, que nos permita explicarnos el *porqué* de las técnicas clásicas, contemporáneas y vanguardistas que se han propuesto para estabilizar a la articulación más controvertida de toda la columna vertebral.

Esta controversia se basa en sus orígenes, diseño y funciones, ya que no tenemos otro modelo de referencia, pues todas sus características son únicas, lo que en automático les brinda originalidad, de manera que las opciones que pretendan estabilizarla funcionalmente también deben de ser originales.

Sí, originales y con un sentido de correlación anatómica y funcional, ya que hasta ahora el mecanismo de extrapolar conocimientos y experiencias de otras partes de la columna vertebral, ha sido una constante en esta articulación.

Los alambres, primero ínter-espinosos, que con una suerte de timidez y respeto intentaron acompañarlos de injertos óseos, la estabilización de segmentos en la columna vertebral.

La dinámica natural en la búsqueda de nuevos conocimientos nos invitó a utilizar las láminas vertebrales, con el objetivo de hacer una estabilización más rígida, pues ya se entendía la necesidad de ello para poder alcanzar una masa de fusión ósea suficientemente estable para que a largo plazo solucionara la inestabilidad.

¿Por qué?; los alambres sublaminares acompañados de injertos óseos artesanalmente preparados, son todavía vigentes quirúrgicamente. La respuesta mecánica-biológica, es porque sujetan en un plano anteroposterior a las grandes fuerzas de flexión-extensión que se ven aplicadas en C1-C2, además, técnicamente es un procedimiento sencillo que aparenta tener eficiencia y finalmente, lo que buscamos los médicos en nuestros tratamientos es eficiencia y seguridad.

Eficiencia mecánica porque ofrece una aparente suficiente sujeción y eficiencia biológica porque se le asocia a injertos óseos osteoinductivos y/o osteoconductivos.

Sin embargo, la realidad ha demostrado cosas diferentes a la teoría pregonada por tanto tiempo, a los pacientes que se les fija C1-C2 con alambres o cables de titanio sublaminares por sufrir una lesión traumática, se les impide el beneficio de una descompresión; recordemos que los principios universales aún vigentes, en la cirugía de columna vertebral son: reducción, descompresión, estabilización y fusión ósea.

En el caso de las enfermedades degenerativas como es la artritis reumatoide, con el uso de los alambres sublami-

nares se limita también el beneficio de la descompresión y existe lo que ahora se conoce como el choque térmico por la fricción del metal en un hueso laminar de una calidad significativamente disminuida, que generalmente termina con la ruptura del binomio hueso-metal y con una falla de la fusión ósea.

Por todos estos antecedentes documentados al paso de muchos años y bajo el fenómeno de extrapolación, se propuso el ya popularizado uso en la columna vertebral media y baja, de barras lisas o fenestradas para conformar un marco, al que popularmente se le conoció como marco de Luque.

Así y bajo los mismos principios, como si lo fueran, se aplicaron estos implantes en C1-C2 por vía posterior.

El punto es que esta singular articulación tiene un diseño y una fisiología, que hace ver y entender al uso de alambres sublaminares con injerto y/o marcos, como la antítesis de una solución basada en la correlación de conceptos naturales y de tratamiento.

¿Por qué?; las grandes fuerzas rotacionales no han sido controladas con elementos de sujeción anteroposteriores, por eso, nuevamente extrapolando los conocimientos y la experiencia obtenida con el uso de tornillos lumbares y torácicos, es que se plantea sin timidez, la sujeción de las facetas articulares atlanto-axoideas con tornillos.

Ahora los análisis mecánicos han demostrado la fiereza con que se controlan los movimientos rotacionales, utilizando tornillos transfacetarios para estabilizar C1-C2, además con la ventaja de que si no se ha logrado una reducción cerrada preoperatoria o transoperatoria de la luxación atlanto-odontoidea, se puede ofrecer de una manera sistemática, la descompresión del arco posterior de C1, y hasta si el caso lo amerita, también de las láminas de C2.¹⁷

Como si esto no fuera suficiente, los análisis mecánicos también han demostrado el punto débil de la sujeción transfacetaria con tornillo; siendo éstos insuficientes para estabilizar a la articulación en un plano anterior, y basándose en la lógica, han aparecido autores que realizan una “mezcla de técnicas”.

Es decir, utilizan tornillos transfacetarios más alambreados sublaminares en C1-C2, con el consabido entendimiento de no poder ofrecer el beneficio de una eventual descompresión posterior.

Por fortuna, la natural inquietud humana que busca lo más cercano a la perfección, encontró que la anatomía ofrece elementos, como las masas laterales de C1, no sólo con propósitos estrictamente lógicos, sino también utilizables para soportar tornillos de sujeción y armar con los tornillos transpediculares de C2, una estructura suficientemente rígida en todos los planos de movimiento, tal como lo han demostrado las pruebas biomecánicas.

Sí, con pruebas biomecánicas utilizando modelos humanos cadavéricos, ha sido hasta ahora, lo más parecido a un ser humano vivo, pues las condiciones son ciertamente naturales.

Esta novedosa técnica quirúrgica, necesita el paso del tiempo para verdaderamente validar sus beneficios.

Algo que llama poderosamente la atención de propios y extraños es el hecho de que los tornillos aplicados a las masas laterales de C1, tengan hasta el 50% de su tamaño “flotando”.

Esto en el espacio que comprende el borde posterior de la masa lateral de C1 y la conexión al sistema que conecta a los tornillos pediculares de C2.

Es un gran brazo de palanca innecesario que seguramente lleva implícitos fenómenos asociados.

Continuando con la extrapolación de conocimientos y experiencias procedentes de otras partes de la columna vertebral, ahora estamos comenzando a ver en la articulación facetaria atlanto-axoidea, a los espaciadores intercorpóreos, tan utilizados a nivel lumbar y cervical; tornillos espaciadores¹⁸ que en estos últimos casos, tienen como propósito fundamental, aumentar el espacio foraminal a un diámetro apegado a lo más natural y original posible.

Este novedoso espaciador interfacetario C1-C2 podría también representar a la “antítesis” de los conceptos estructurales y funcionales de esta articulación.

¿Por qué?; para esto basta sólo con recordar que estos espaciadores son cilindros homogéneos y que las facetas del atlas y del axis, son estructuras convexas, con una fisiología del desplazamiento similar a la observada en las articulaciones de los cóndilos femorales y las cavidades tibiales.

Seguramente a corto o mediano plazo, vamos a observar nuevas ofertas tecnológicas con el objetivo de ayudarnos a solucionar los problemas de inestabilidad de esta sección tan compleja.

Lo que sí es claro, es que hasta este momento no se tiene una solución a la inestabilidad atlanto-axial, que ofrezca: sencillez, eficacia y seguridad.

Bibliografía

- Pilitsis JG, Lucas DR, Rengachary SR: Bone healing and spinal fusion. *Neurosurgical Focus* 2002; 13(6): 1-6.
- Kalfas IH: Principles of bone healing. *Neurosurgical Focus* 2001; 10(4): 1-4.
- Ducy P, Schinke T, Karsenty G: The osteoblast: A sophisticated fibroblast under central surveillance. *Science* 2000; 289: 1501-04.
- Kauppi MJ, Barcelos A, da Silva JAP: Cervical complications of rheumatoid arthritis. *Annals of Rheumatoid Disease* 2005; 64: 355-58.
- Graner JN, Tingstad EM, Rand N, et al: Predictor of paralysis in rheumatoid arthritis. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2004; 86-A(7): 1420-24.
- Nannapanemi R, Beharis L, Todd NV, et al: Surgical outcome in rheumatoid ranawat class III B myelopathy. *Neurosurgery* 2005; 56: 706-15.
- Matsunaga S, Sakou T, Onishi T, et al: Prognosis of patients with upper cervical lesions caused by rheumatoid arthritis. *Spine* 2003; 28(14): 1581-87.
- Boden S, Dreyer S: Natural history of rheumatoid arthritis of the cervical spine. *Clinic Orthopedic and Related Research* 1999; 1(366): 98-106.
- Boden SD, Dodge LD, Bohlman HH, et al: Rheumatoid arthritis of the cervical spine. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1993; 75-A(9): 1282-97.
- Smucker JD, Sasso RC: The evolution of spinal instrumentation for the management of occipital cervical and cervicothoracic junctional injuries. *Spine* 2006; 31(11): 44-52.

11. Bilsky MH, Shanon FJ, Shepard S, et al: Diagnosis and management of a metastatic tumor in the atlantoaxial spine. *Spine* 2002; 27(10): 1062-69.
12. Busche M, Bastian L, Riedemann NC: Complete osteolysis of the dens with atlantoaxial luxation caused by infection with *Staphylococcus aureus*. *Spine* 2005; 30(13): 369-74.
13. Hadley MN: Management of combination fractures of the atlas and axis in adults. *Neurosurgery* 2002; 50(3): 140-47.
14. Reilly ChW, Choit RL: Transarticular screw in the management of C1-C2 instability in Children. *Pediatric Orthopedic* 2006; 26(5): 582-88.
15. Yin QS, Ai F, Zhang K, et al: Irreducible anterior atlantoaxial dislocation. *Spine* 2005; 30(13): 375-81.
16. Harms J, Melcher R: Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. *Spine* 2001; 26(22): 2467-471.
17. Lapsiwala SB, Anderson PA, Oza A, et al: Biomechanical comparison of four C1-C2 rigid fixative techniques: Anterior transarticular, posterior transarticular, C2 pedicle and C1-C2 intralaminar screws. *Neurosurgery* 2006; 58(3): 16-21.
18. Tokuhashi Y, Matsuzaki H, Shirasaki Y, et al: C1-C2 intra-articular screw fixation for atlantoaxial posterior stabilization. *Spine* 2000; 25(3): 337-41.

