



**UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS

**Revisión de tema: Manejo actual de la Subluxación rotatoria C1-C2 en el
paciente pediátrico.**

Trabajo Final de Graduación sometido a la consideración del comité de la Especialidad en Ortopedia y Traumatología Infantil para optar por el grado y título de Especialista en Ortopedia y Traumatología Infantil.

Dra. Ana Victoria Alpízar Jiménez,

2025

Agradecimiento

Deseo agradecer al Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica por la oportunidad de una mayor especialización y a la Caja Costarricense del Seguro Social por brindarnos centros médicos donde aplicar nuestros conocimientos y, al mismo tiempo, aprender de los demás profesionales y pacientes con el fin de ser una mejor profesional y así poder ayudar a la población costarricense.

Le agradezco a mis docentes y, en especial, a mi tutor el Dr. Carlos Argumedo Carvajal por su ayuda, colaboración, e interés y dedicación, también deseo agradecer a mis lectores —los doctores Luis Trejos Sosa, Dr. Carlos Luis Abarca Campos, Dr. Jairo García Gutiérrez, Dr. Javier Pozo Urbina— por su colaboración y enseñanzas durante este proceso de formación como especialista en Ortopedia y Traumatología Infantil.

Le agradezco a los médicos asistentes de Ortopedia y Traumatología Infantil del Hospital Nacional de Niños.

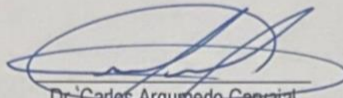
Le agradezco a mi familia por ser un pilar en mi vida, por siempre apoyarme durante estos 2 años de formación.

Dedicatoria

Le dedico este proyecto a mi familia, especialmente a mi padre que siempre fue una guía durante mi formación como Ortopedista y traumatóloga. Ahora, en este nuevo proceso de formación en el ámbito de la Ortopedia Infantil, fue quien me mostro que en la vida todo es posible con mucho esfuerzo, trabajo duro, y que uno, como futuro cirujano, no debe ponerse barreras, sino que siempre sentirse capaz de realizar las cosas con preparación, estudio, determinación, y humildad.

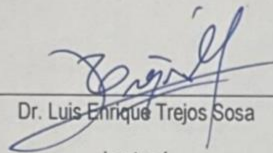
Hoja de aprobación

Este trabajo final de graduación fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en la Especialidad en Ortopedia y Traumatología Infantil de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia y Traumatología Infantil.



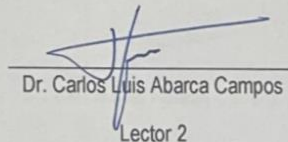
Dr. Carlos Argumedo Carvajal

Tutor/Profesor Guía.



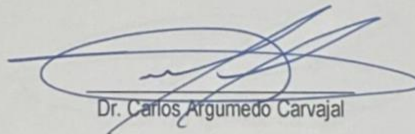
Dr. Luis Enrique Trejos Sosa

Lector 1



Dr. Carlos Luis Abarca Campos

Lector 2



Dr. Carlos Argumedo Carvajal

Coordinador de la Especialidad en Ortopedia y Traumatología.

Ana Victoria AS

Dra. Ana Victoria Alpizar Jiménez

Sustentante



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Ana Victoria Alpizar Jimenez, con cédula de identidad 114850591, en mi condición de autor del TFG titulado _____

Revisión de tema: Manejo actual de la Subluxación rotatoria C1-C2 en el paciente Pediátrico

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kervá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Ana Victoria Alpizar Jimenez

Número de Carné: B79234 Número de cédula: 114850591

Correo Electrónico: anaava@gmail.com

Fecha: 18 junio 2025 Número de teléfono: 8915-5510

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Carlos Argumedo Carvajal

Ana Victoria A.J.
FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kervá.

Carta del Filólogo

16 de junio de 2025

Señores
Especialidad en Ortopedia y traumatología
Sistema de estudios de posgrado
Universidad de Costa Rica

Estimados señores:

Por medio del presente documento informo que he revisado el trabajo final de graduación titulado *Revisión de tema: Manejo actual de la Subluxación rotatoria C1-C2 en el paciente pediátrico* para optar de la estudiante Dra. Ana Victoria Alpizar Jiménez, código de Colegio de Médicos 14140 y cédula 114850591.

La revisión de la redacción abarcó elementos de gramática, semántica, pragmática, ortotipografía (puntuación, uso de mayúsculas, símbolos, etc.), referencias, entre otros. Se revisó todo el texto exceptuando la portada, dedicatoria, cartas protocolarias y anexos. En general, con base en la normativa vigente de la Real Academia Española (RAE) y otros criterios pertinentes, durante la revisión se sugirió lo siguiente:

- Cambios de estructura de ciertas oraciones y párrafos para más precisión y claridad al reducir ambigüedades (adelantar el sujeto, división de oraciones largas, eliminación de subordinaciones, especificación de referentes ambiguos, eliminación de mismismo).
- Se dieron indicaciones de estilo y referenciación de acuerdo al manual de la American Psychology Association (APA, sétima edición). La versión final puede presentar algunas variaciones respecto del manual según el estilo preferido por la universidad e indicaciones específicas del tutor o lectores.
- Cambios gramaticales como corrección y mejoras de concordancia, *consecutio tempore*, referentes.
- Cambios de puntuación, sobre todo eliminación o adición de comas para mejorar la claridad de la jerarquía de incisos en oraciones de orden envolvente.

La estudiante debe revisar las sugerencias y hacer los cambios pertinentes de acuerdo al criterio técnico y la guía de sus asesores.

Quedo a disposición para cualquier consulta en el correo mj.chabar@gmail.com



Marijosé Chaverri Abarca
Bachiller en Filología. Universidad de Costa Rica
Asociación de filólogos. Carnet 201

Tabla de contenido

<i>Índice de tablas</i>	X
<i>Índice de Imágenes</i>	XI
<i>Lista de Abreviaturas</i>	XV
<i>Justificación</i>	XVII
<i>Resumen</i>	XVIII
<i>Abstract</i>	XIX
<i>Introducción</i>	1
<i>Objetivos</i>	2
Objetivos Generales	2
Objetivos Específicos	2
<i>Marco teórico</i>	3
Anatomía	3
Fisiopatología de la subluxación rotatoria atlantoaxial.....	6
Generalidades sobre tortícolis	7
<i>Tipos de tortícolis</i>	11
Tortícolis muscular congénita	11
Tratamiento no quirúrgico.....	12
Tratamiento quirúrgico.....	13
Síndrome Klippel-Feil	14
Tortícolis neurogénica	16

Tortícolis por causas sépticas e inflamatorias	17
Absceso linfático o faríngeo	17
Osteomielitis vertebral o discitis	18
Condición de apariencia tumoral	21
Calcificación del disco intervertebral	21
Artritis juvenil	22
Síndrome de Sandifer	22
Tortícolis ocular o parálisis lateral de la mirada	23
Subluxación Rotatoria Atlantoaxial	24
Generalidades	24
Incidencia	25
Etiología	25
Síndrome de Grisel.....	26
Clasificación	27
Presentación	29
Pruebas diagnósticas	31
Tratamiento	35
Tratamiento en presentación aguda.....	35
Tratamiento de presentación crónica o falla del tratamiento agudo	36
Halo cervical	39
Consideraciones anatómicas	39
Anillos	39

Chaleco	40
Zonas seguras para colocar los pernos	40
Recomendaciones al momento de colocar un halo-chaleco:	42
Mantenimiento de la tracción.....	43
Radiografías	43
Examen neurológico.....	43
Complicaciones	43
Halo-chaleco sin pernos	46
Tratamiento quirúrgico	47
Técnicas de Artrodesis y fijación cervical	48
Fusión tipo Gallie	48
Técnicas alternativas a la técnica de Gallie	52
Fijación transoral de C1-C2	59
Guías de Manejo	61
Complicaciones	63
<i>Discusión</i>.....	64
<i>Conclusiones</i>	66
<i>Referencias</i>	68

Índice de tablas

Tabla 1. Tortícolis Congénita sin dolor. (Herring, J, 2022).....	8
Tabla 2. Tortícolis adquirida con o sin dolor. (Herring,J, 2022).	8
Tabla 3. Tortícolis adquirida con dolor. (Herring, J,2022).....	9

Índice de Imágenes

Figura 1. Ilustraciones de la anatomía ósea vertebral, se aprecian las sincondrosis, cuerpos vertebrales, arcos neurales. A- Atlas (C1). B- Axis (C2). C- Vertebra cervical C3-C7. (Jones et al. 2011).	4
Figura 2. Tomografía corte Transversal del atlas. A- 17 meses edad. B- 3 años edad. C- 7 años edad con una fractura del Atlas unilateral e involucra la región de sincondrosis neurocentral, la cual ya estaría fusionada para la edad. (Herring, 2022).	4
Figura 3. Tomografía del axis. A- 17 meses de edad. B- 3 años de edad. C- 7 años de edad. Todas las sincondrosis están cerradas a los 6 años de edad. (Herring, J, 2022).	5
Figura 4. Vista Posterior de complejo atlantoaxial con la membrana tectoria reflejada revelando el ligamento transversal. (Neal et al. 2015).	6
Figura 5. Contractura EMC. A- Tortícolis 2ª a contractura del ECM izquierdo. B- Masa en el ECM derecho (flecha), además, asocia una deformidad en la oreja. C- Área occipital izquierda aplanada y la oreja izquierda deformada (Herring, 2022).	12
Figura 6. Ejercicios de estiramiento pasivo para el músculo ECM derecho (Herring, 2022). Ejercicios de estiramiento pasivo para el músculo esternocleidomastoideo derecho. A- Deformidad. B- Se inclina la cabeza hacia lateral hasta que la oreja izquierda toque el hombro izquierdo. Presenta una masa en el músculo ECM. C- Se rota la cabeza hacia la derecha hasta que la barbilla se aproxime al hombro derecho. D- Anatomía del MM esternocleidomastoideo (Herring, 2022).	13
Figura 7. Muestra la clasificación de Samartzis el tipo I, II y III (Litrenta et al. , 2021).	15
Figura 8. Enfermedad maligna en el tallo cerebral (Herring, 2022).	17
Figura 9. Niño de 2 años con un absceso perilinfático con incapacidad de rotar la cabeza hacia la derecha (Herring, 2022).	18
Figura 10. Radiografía lateral de la columna cervical se observa una angulación cifótica entre C3-C4, espacio discal estrecho, irregularidad de los platos vertebrales (Van Berkel, 2021).	20

Figura 11. Tomografía computarizada con destrucción parcial del hueso de C3-C4 y un espacio discal estrecho (Van Berkel, 2021).	20
Figura 12. Resonancia magnética donde se observa pérdida de la altura de los cuerpos vertebrales de C3 y C4, espacio discal estrecho, además, hay hiperintensidad de los cuerpos vertebrales y del tejido blando adyacente (Van Berkel, 2021).	20
Figura 13. Radiografía columna cervical se observa una calcificación discal C5-C6 (Cuevas et al., 2015).	22
Figura 14. Síndrome de Sandifer (López-Monzón et al., 2022).	23
Figura 15. Síndrome de Duane es una parálisis mirada congénita lateral (Herring, 2022).	24
Figura 16. Clasificación de Fielding y Hawkins de subluxación rotatoria atlantoaxial (Neal et al. 2015).	27
Figura 17. Mide el ángulo formado entre dos líneas que pasan por las puntas de los procesos transversos bilaterales de C1 y C2 (Ishii et al., 2006).	29
Figura 18. Clasificación de Ishii, consta de 3 grados. (Ishii et al., 2006). Muestra el presunto proceso durante el cual ocurre la transición de una fase aguda a la crónica en subluxaciones no reducidas. A- Grado I sin deformidad facetaria. B- Grado II Persiste la subluxación, se desarrolla la deformidad facetaria de C2. C- Grado III, la carga vertical anormal induce a estrés sobre la faceta superior, y la inclinación hacia lateral del atlas aumenta gradualmente, resultando en una inclinación $\geq 20^\circ$ (Ishii et al., 2006).....	29
Figura 19. Presentación clínica típica de subluxación rotatoria atlantoaxial, apariencia de "Cock Robin" (Neal et al. 2015).	30
Figura 20. Tortícolis rígida 2ª a subluxación (Herring, 2022). Tortícolis rígida 2ª a subluxación. A y B- Apariencia clínica de un Pte. 8 años con tortícolis rígida. C-Máxima extensión de la cabeza, el músculo esternocleidomastoideo es prominente (flecha) y con un movimiento rotacional mínimo.	31
Figura 21. Líneas radiográficas. Líneas de Mc Rae, Chamberlain y McGrefor, espacio disponible para la médula (SAC) y el intervalo atlanto-diente (ADI) (Herring, 2022).	32

Figura 22. Radiografía transoral, se visualiza el odontoides desplazado y el traslape de las masas laterales (flechas) típico de una subluxación rotatoria (Neal et al. 2015).	33
Figura 23. Tomografía con reconstrucción 3D donde se muestra la luxación rotatoria atlantoaxial, hay un desplazamiento anterior del atlas <3mm y luxación de ambas facetas. Las apófisis transversas del atlas siguen las apófisis de la mastoides, y el odontoides sigue a la columna subaxial (Erman y Gezercan, 2013).	34
Figura 24. Reconstrucción 3D de una tomografía computarizada donde se muestra la luxación facetaria unilateral C1-C2 (Caird et al. , 2013).	34
Figura 25. A- Paciente con tortícolis es tratada con tracción con pinzas tipo Gardner-Wells en cama. B- Paciente con tracción craneal mientras utiliza una andadera con ruedas para desplazarse. C- Pinzas craneales mientras utiliza la silla de ruedas (Neal et al. 2015).	38
Figura 26. Diseño de los anillos del halo cervical (Bono, 2007).	40
Figura 27. Zonas seguras para insertar los pernos del halo cervical (Bono, 2007).	42
Figura 28. Ángulo ideal del perno es a 90° (Bono,C, 2007).	43
Figura 29. Halo y chaleco personalizado con una superestructura liviana (Mubarak et al., 1989).	45
Figura 30. A-Halo chaleco en un niño pequeño con un anillo con múltiples pernos. B- Chaleco modificado para que se ajuste el pequeño torso (Caird et al., 2006).	46
Figura 31. Paciente con un halo sin pernos, colocado en posición neutral (Bakhshi, H, 2015).	47
Figura 32. Úlcera por presión, la cual resolvió con curaciones (Bakhshi, H, 2015).	47
Figura 33. Dermatitis en la cara, la cual resolvió al cambiar el halo sin pernos por un collar cervical (Bakhshi, H, 2015).	47
Figura 34. Parte de la técnica de Gallie, el alambre se dobla sobre sí mismo para formar un lazo y se pasa de distal hacia proximal anterior al arco de C1 (Weinstein y Flynn, 2014).	50

Figura 35. Técnica de Gallie ya terminada, se puede apreciar como el lazo del alambre paso alrededor del injerto, la apófisis espinosa de C2, los extremos distales del alambre se llevan alrededor del injerto y se tensa (Weinstein y Flynn, 2014).....	51
Figura 36. Técnica del perno de Kirschner en la apófisis espinosa de C2. El lazo del alambre se pasa alrededor del injerto, el proceso espinoso de C2 y el perno de Kirschner ya cortado (Weinstein y Flynn, 2014).	52
Figura 37. Se observa el punto de entrada a 3 mm superior y lateral al borde inferomedial de la faceta C2-C3, la dirección 15° medial y 45° hacia craneal. Siempre identificar y proteger la raíz de C2 (Weinstein & Flynn, 2014).	54
Figura 38. Punto de entrada y trayectoria de los tornillos en las masas laterales C1 y C2 (Weinstein y Flynn, 2014).....	56
Figura 39. Tornillos en las masas laterales de C1 y C2, ya con las barras contorneadas (Weinstein y Flynn, 2014).....	57
Figura 40. Se observas las dos técnicas para colocar tornillos en las masas laterales de las vértebras subaxiales, la técnica de Roy-Camile y la técnica de Magerl el punto rojo marca el punto de entrada más medial (Weinstein y Flynn, 2014).....	58
Figura 41. Fijación se puede extenderse al occipucio (Weinstein y Flynn, 2014).....	58
Figura 42. Técnica de reducción de la subluxación C1-C2, más injerto óseo y fijación con placa (Wang, J, 2023).....	60
Figura 43.A- se implantaron dos bloques de injerto óseos, extraídos de la cresta ilíaca, en ambos espacios articulares de las masas laterales C1-C2 (flecha). B- Complejo C1-C2 fue fijado con una placa delgada anterior de reducción transoral (Wang et al., 2023).	60
Figura 44. Algoritmo propuesto para el manejo conservador para la subluxación atlantoaxial negligente o resistente. (Chechik et al., 2013).	61
Figura 45. Algoritmo de manejo de la Subluxación rotatoria atlantoaxial (Neal et al. 2015).	62

Lista de Abreviaturas

- Rx. Radiografías
- RNM Resonancia magnética
- TAC Tomografía computarizada
- Fx. Fractura
- AP Anteroposterior
- Lat. Lateral
- Ex. Físico Examen Físico
- R/. Resultados
- Tx. Tratamiento
- Qx. Quirúrgico
- Pte. Paciente o pacientes
- SNC Sistema nervioso central
- ° Grados
- 1^a Primario
- 2^a Secundario
- < Menor
- > Mayor
- ≤ Menor o igual
- ≥ Mayor o igual
- % Por ciento
- AP. Anteroposterior
- Lat. Lateral
- ME. Médula espinal
- C1 1^a Vértebra cervical
- C2 2^a Vértebra cervical
- in/lb Pulgada/libra
- in Pulgada

- " Pulgadas
- lb Libra
- kg Kilogramo
- T1 Relación longitudinal (secuencia T1)
- T2 Relajación transversal (secuencia T2)
- SRAA Subluxación rotatoria Atlantoaxial
- 1/3 Un tercio
- 1/4 Un cuarto
- ECM Músculo Esternocleidomastoideo
- SAC Espacio disponible para la médula espinal
- ADI Intervalo atlanto-diente

Justificación

La subluxación C1-C2 es una causa frecuente de tortícolis en la población pediátrica, representa una tortícolis adquirida y dolorosa, la cual representa un motivo de consulta al servicio de emergencias, por lo cual se debe de tener el conocimiento de la patología, sus diagnósticos diferenciales, y cual son las opciones de tratamiento para que el paciente tenga una evolución favorable y evitar complicaciones. Es indispensable comparar las diferentes formas de manejo según las diferentes publicaciones en los últimos 30 años, lo cual aportará información para mejorar el manejo de dicha patología en nuestro país. Además, con este trabajo se pretende resumir los puntos claves a la hora de abordar un paciente con tortícolis y mejorar su manejo en nuestro medio.

Resumen

La subluxación rotatoria atlantoaxial es una condición poco frecuente de la columna cervical, pero es la más común entre las lesiones de la columna cervical superior. Además, es la causa de tortícolis dolorosa, más habitual en la población pediátrica.

A través de una revisión bibliográfica, este trabajo pretende explorar las diferentes clasificaciones, opciones diagnósticas y terapéuticas descritas en la literatura con el propósito de establecer recomendaciones para el manejo de la subluxación rotatoria C1-C2.

Se hizo una revisión bibliográfica incluyendo artículos y libros publicados desde 1976 hasta el 2024. También se revisaron reportes de casos y revisiones narrativas. La mayoría de las publicaciones coincide que la subluxación atlantoaxial es una entidad subdiagnosticada, especialmente en etapas iniciales, por lo cual hay que resaltar la importancia de un alto índice de sospecha clínica.

El paciente pediátrico es particularmente susceptible a la subluxación rotatoria C1-C2. Existen varias etologías que pueden causar la subluxación como malformaciones congénitas, un proceso inflamatorio o secundario a un trauma.

La mayoría de los casos iniciales pueden ser tratados con medida de confort como analgésicos y un collar cervical. No obstante, si las opciones iniciales de tratamiento fallan, se requerirá algún método de tracción cervical seguido de inmovilización con un halo-chaleco. Los casos que son resistentes a este tratamiento o recurrencia de la subluxación se debe valorar una resolución quirúrgica como una fusión C1-C2.

Cuando una subluxación rotatoria atlantoaxial no es tratada de forma pronta o adecuada, puede resultar en una subluxación rotatoria atlantoaxial que resulte en dolor cervical crónico y deformidad a nivel del cuello. Esta fase avanzada requiere un tratamiento más complejo con mayor riesgo de complicaciones.

Abstract

Atlantoaxial rotatory subluxation is an uncommon condition of the cervical spine, but it is the most common among upper cervical spine. Additionally, it is a frequent cause of painful torticollis, particularly in the pediatric population.

Through a bibliographic review, this work aims to explore the different classifications, diagnostic options, and therapeutic approaches described in the literature, with the purpose of establishing recommendations for the management of C1-C2 rotatory subluxation.

A literature review was conducted, including articles and books published from 1976 to 2024. Case reports and narrative reviews were also reviewed. Most publications agree that atlantoaxial subluxation is an underdiagnosed entity, especially in its early stages, highlighting the importance of maintaining a high index of clinical suspicion.

The pediatric patients is particularly susceptible to C1-C2 rotatory subluxation. Several etiologies may lead to this condition such as congenital malformations, inflammatory processes, or secondary trauma.

Most early-stage cases can be managed with conservative measures such as analgesics and a cervical collar. However, if initial treatment options fail, a cervical traction method may be required, followed by immobilization with a halo vest. Cases that are resistant to this treatment or present a recurrent subluxation should be considered for surgical intervention, such as C1-C2 fusion.

When not treated promptly and appropriately, atlantoaxial rotatory subluxation may progress to fixed rotatory subluxation, resulting in chronic cervical pain and deformity at the neck level. This advanced stage requires more complex treatment and carries a higher risk of complications.

Introducción

La subluxación rotatoria es una causa común de tortícolis en los niños, pero la subluxación y la tortícolis rara vez es persistente y, cuando esto sucede, se describe como una subluxación rotatoria atlantoaxial fija (Azar et al., 2021).

La subluxación/fijación rotatoria atlantoaxoidea (AARS/F) es una condición poco común que produce tortícolis dolorosa en niños. Puede deberse a infecciones de vías respiratorias superiores, traumatismos leves o intervenciones quirúrgicas en cabeza y cuello (Spinnato et al., 2021).

Es importante tener conocimiento de las enfermedades más frecuentes de la columna cervical en la población pediátrica, que incluyen deformidades congénitas, lesiones traumáticas y afecciones adquiridas con el fin de obtener un diagnóstico diferencial y mejorar el abordaje de la patología. Además, hay que recordar que el paciente pediátrico tiene particularidades anatómicas a nivel la columna cervical lo que los hace propensos a inestabilidad (Copley et al., 1998).

Es difícil obtener radiografías adecuadas de la columna cervical en la población pediátrica y en especial en paciente con tortícolis (Azar et al., 2021). El tratamiento depende de la duración de los síntomas, la gravedad de la subluxación y la presencia de alteraciones neurológicas (Neal et al., 2015).

Ante la falta de guías estandarizadas, este trabajo realizara una revisión bibliográfica de publicaciones desde el 1976 hasta el 2024 con el objetivo de recopilar y analizar las recomendaciones actuales para el diagnóstico, manejo conservador y quirúrgico. Se busca hacer una síntesis del conocimiento de la patología y que sirva como herramienta para orientar la práctica clínica en la población pediátrica de Costa Rica.

Objetivos

Objetivos Generales

Realizar una revisión bibliográfica sobre los avances en el manejo de la subluxación rotatoria C1-C2 en la población pediátrica.

Objetivos Específicos

- 1- Revisar las diferentes causas de tortícolis en la población pediátrica.
- 2- Investigar las opciones de manejo conservador en los pacientes con subluxación rotatoria C1-C2.
- 3- Investigar las opciones de manejo quirúrgico en los pacientes con subluxación rotatoria C1-C2.
- 4- Definir cuáles son los requisitos para determinar si un paciente es candidato para someterlo a tracción esquelética como parte del manejo.
- 5- Definir cuáles son los requisitos prequirúrgicos de un paciente con subluxación C1-C2 para ser sometido a un procedimiento quirúrgico.
- 6- Revisar las complicaciones más frecuentes del manejo quirúrgico en pacientes con subluxación C1-C2.
- 7- Determinar si el manejo temprano impacta en la evolución de paciente con subluxación C1-C2.
- 8- Establecer cuáles estudios radiográficos son los más útiles para el diagnóstico de subluxación C1-C2.

Marco teórico

Anatomía

Es esencial entender el desarrollo anatómico, la relación normal entre la columna subaxial (C3-C7) y craneocervical (occipito-C2) y las manifestaciones comunes de los procesos patológicos para poder evaluar y tratar estos procesos patológicos (Herring2022).

A diferencia de la columna vertebral del adulto, la columna pediátrica presenta sincondrosis, las cuales pueden confundirse con fracturas. En el atlas existen 3 centros de osificación: 1 en el cuerpo y 2 en las masas laterales. El arco anterior usualmente se osifica alrededor del primer año de vida (Jones et al.2011). El arco posterior se desarrolla a partir de los centros de osificación de las 2 masas laterales y típicamente se fusiona entre los 3 y 4 años de edad. Las sincondrosis neurocentrales que conectan las masas laterales con el cuerpo vertebral se cierra entre los 6 y 8 años de edad. Estas sincondrosis se observan mejor en una radiografía transoral del odontoides y no deben ser confundidas con fracturas (Jones et al.2011).

El axis se origina a partir de los primeros y segundos somitas cervicales y presenta 5 centros de osificación primarios: 1 en el cuerpo, 2 en las masas laterales, y 2 en las dos mitades del diente odontoides. El osículo terminal y el anillo apofisario inferior son centros de osificación secundarios (Jones et al. 2011). El odontoides está separado del cuerpo vertebral por la sincondrosis dentocentral la cual permanece abierta hasta los 3 años de edad y se fusiona en la mayoría de los niños a los 6 años. Esta sincondrosis se puede diferenciar de una fractura porque se ubica inferior a las carillas articulares superiores, la presencia de esclerosis subcondral y con un patrón radiolúcido liso y regular (Jones et al. 2011).

Figura 1. Ilustraciones de la anatomía ósea vertebral, se aprecian las sincondrosis, cuerpos vertebrales, arcos neurales. A- Atlas (C1). B- Axis (C2). C- Vertebra cervical C3-C7. (Jones et al. 2011).

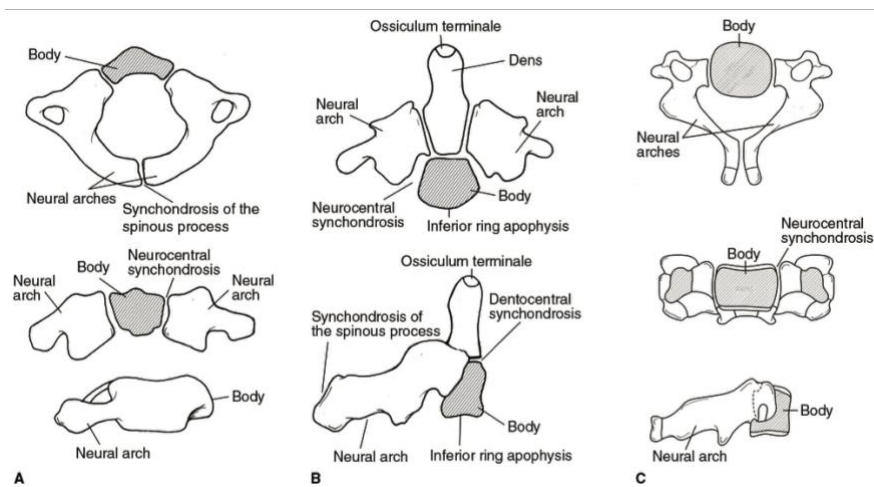


Figura 2. Tomografía corte Transversal del atlas. A- 17 meses edad. B- 3 años edad. C- 7 años edad con una fractura del Atlas unilateral e involucra la región de sincondrosis neurocentral, la cual ya estaría fusionada para la edad. (Herring, 2022).

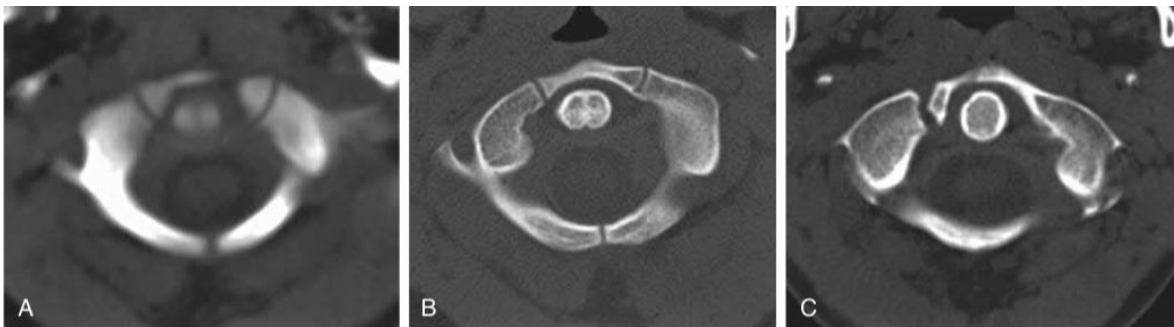
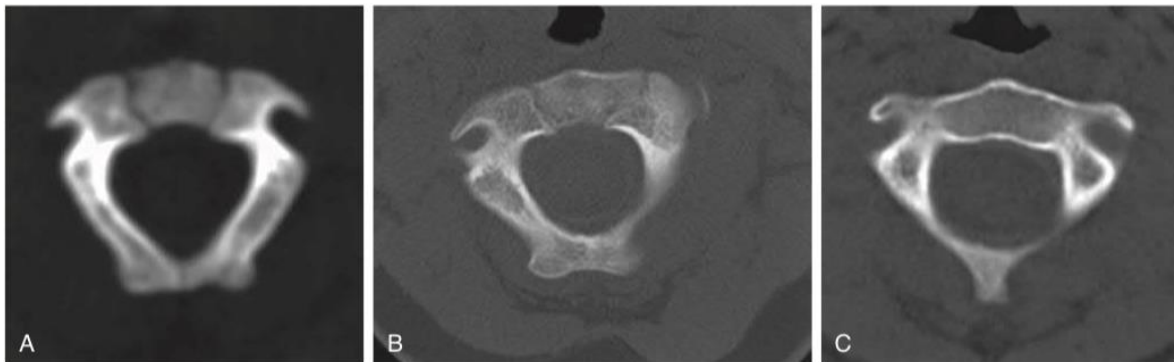


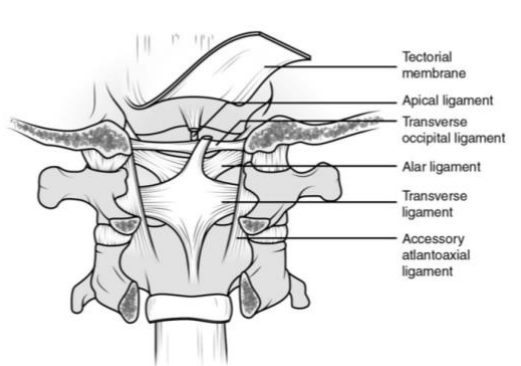
Figura 3. Tomografía del axis. A- 17 meses de edad. B- 3 años de edad. C- 7 años de edad. Todas las sincondrosis están cerradas a los 6 años de edad. (Herring, J, 2022).



La angulación facetaria de la columna cervical superior varía con el crecimiento, la angulación al nacer es de 30° y pasa a ser $60-70^\circ$ angulación en la adolescencia (Jones et al. 2011).

Los ligamentos que estabilizan en complejo C1-C2 son el ligamento transversal que representa la porción gruesa y más fuerte del ligamento cruciforme. El ligamento transversal discurre posterior al proceso odontoide entre los tubérculos laterales de C1, su función es bloquear el odontoides contra el arco anterior de C1. El ligamento tiene una superficie fibrocartilaginosa lisa que facilita que el odontoides se deslice durante la rotación. Una capsula sinovial se localiza anteriormente entre el odontoides y el ligamento transversal, junto la membrana tectoria, la grasa epidural y la dura cubren la medula espinal que se ubica en el lado posterior. (Neal et al. 2015).

Figura 4. Vista Posterior de complejo atlantoaxial con la membrana tectoria reflejada revelando el ligamento transverso. (Neal et al. 2015).



Fisiopatología de la subluxación rotatoria atlantoaxial

Existen pliegues de sinovial en algunas articulaciones atlantoaxiales, las abundancias de tejido blando adyacentes a una articulación C1-C2 móvil, puede propiciar a que el tejido se inflame o quede encarcelado durante el movimiento atlantoaxial y conducir a una subluxación C1-C2 fija. (Neal et al. 2015).

La columna cervical normal tiene la capacidad de rotar 180°. Cuando se inicia la rotación del cuello, C1 se mueve primero y C2 permanece inmóvil hasta que C1 haya rotado 23°, después de los 23° de rotación C2 inicia la rotación, pero C1 continúa movilizándose en mayor grado, a tal punto que la relación angular entre C1 y C2 continúa aumentando. (Neal et al. 2015). Después de que C1 alcanza 65° de rotación respecto a la línea media, el ligamento entre C1 y C2 se tensa produciendo un efecto de yugo, por lo que C1 y C2 rotan juntos hasta el máximo de rotación de la cabeza. (Neal et al. 2015). Esta diferencia en los grados de rotación entre C1 y C2 produce una subluxación natural de las facetas C1-C2 durante la rotación normal. (Neal et al. 2015).

La clave para encontrar la diferencia entre una subluxación rotatoria atlantoaxial del movimiento normal cervical es que en la subluxación el espasmo muscular o el bloqueo mecánico evitan que las facetas de C1-C2 regresen a su posición normal. (Neal et al. 2015).

Generalidades sobre tortícolis

La columna cervical es susceptible a una amplia variedad de trastornos que puede producir deformidad y puede llegar a afectar la funcionabilidad del paciente; en dicho caso, necesitaría tratamiento. (Herring2022).

Tortícolis viene del latín que significa cuello torcido, es un síntoma de la columna cervical y no un diagnóstico. (Etus, 2016). A primera vista puede resultar difícil diferenciar entre las patologías, pero se puede simplificar determinando si la deformidad de cuello estaba presente desde el nacimiento (congénito), o fue adquirida, además si asocia o no dolor. (Copley, L, 1998). La presentación clínica de las anomalías de la columna cervical incluye deformidad, dolor, limitación en movimiento y compromiso neurológico. (Herring, 2022).

Entre las causas de la tortícolis congénita sin dolor tenemos la tortícolis muscular congénita, anomalías vertebrales la cual se dividen en fallos en la segmentación: el síndrome de Klippel-Feil y la occipitalización del atlas. Luego están los fallos en la formación: un hemiatlas congénito y una combinación de las anteriores (segmentación y formación), y por último la tortícolis ocular (estrabismo), ver tabla 1.

Las causas de la tortícolis adquirida con o sin dolor están la tortícolis paroxística de la infancia, tumores del sistema nervioso central (fosa posterior, médula espinal cervical y neuroma del acústico), siringomielia, tortícolis histérica, crisis oculógira por toxicidad con fenotiazina, y asociada a laxitud ligamentosa (síndrome de Down, displasia espondiloepifisiaria, mucopolisacaridosis), ver tabla 2.

Entre las causas de la tortícolis adquirida dolorosa están:

- A- Las tortícolis traumáticas como una subluxación rotatoria atlantoaxial y os odontoideo.
- B- La tortícolis inflamatoria puede ser por artritis reumatoide juvenil o resultado de un proceso inflamatorio en la región de cabeza y cuello que resulta en subluxación atlantoaxial.
- C- Tumores como el granuloma eosinofílico, y un osteoma osteoide u osteoblastoma.
- D- Calcificación del disco cervical.
- E- Síndrome de Sandifer (Ver tabla 3, Herring, 2022).

Tabla 1. Tortícolis Congénita sin dolor (Herring, 2022).

Tortícolis Congénita-Sin dolor				
Tortícolis Muscular Congénita	Anomalías Vertebrales			Tortícolis ocular
	Fallo de segmentación	Fallo en la Formación	Combinación (fallo de segmentación y formación)	
	Síndrome de Klippel-Feil	Hemiatlas congénito		
	Occipitalización del atlas			

Tabla 2. Tortícolis adquirida con o sin dolor (Herring,J, 2022).

Tortícolis Adquirida-con o sin dolor					
Tortícolis paroxismal de la infancia	Tumores del SNC	Siringo-mielia	Tortícolis histérica	Crisis Oculógira	Asociada a laxitud ligamentosa

	Fosa Posterior			Toxicidad fenotiazina	Síndrome de Down
	Médula espinal cervical				Displasia espondilo epifisiaria
	Neuroma del acústico				Mucopolisacaridosis

Tabla 3. Tortícolis adquirida con dolor (Herring,2022).

Tortícolis Adquirida-dolorosa				
Traumática	Tortícolis inflamatoria	Tumores	Calcificación del disco cervical	Síndrome de Sandifer
Subluxación rotatoria atlanto axial	Subluxación rotatoria atlanto axial	Granuloma eosinofílico		
Os Odontoideo	Artritis reumatoide juvenil	Osteoma osteoide u osteoblastoma		

Fractura de C1	Osteomielitis o discitis			
	Otras infecciones en el cuello			

Tipos de tortícolis

Tortícolis muscular congénita

La tortícolis muscular congénita es la forma más común de tortícolis congénita sin dolor, es una deformidad obvia al nacer o al poco tiempo después (Herring, 2022). Este tipo de tortícolis muscular es la causa más común de inclinación de la cabeza y asimetría en la rotación de la cabeza; se estima que ocurre en 0,3-2,0 % de los recién nacidos vivos (Etus, 2016). Esta condición se cree que es resultado de la restricción intrauterina de los movimientos de la cabeza lo que interfiere con el desarrollo y fortalecimiento de los músculos cervicales (Etus, 2016). Todavía se desconoce la causa de la tortícolis muscular congénita, una de las teorías que es resultado de un síndrome compartimental o un proceso isquémico a nivel de músculo esternocleidomastoideo unilateral lo que produce la fibrosis muscular (Herring, 2022). La tortícolis muscular congénita con frecuencia se acompaña con plagiocefalia (contralateral a la contractura muscular) (Etus, 2016). Hay mayor incidencia de luxación congénita de cadera y deformidades en los pies (metatarso aducto) (Herring, 2022).

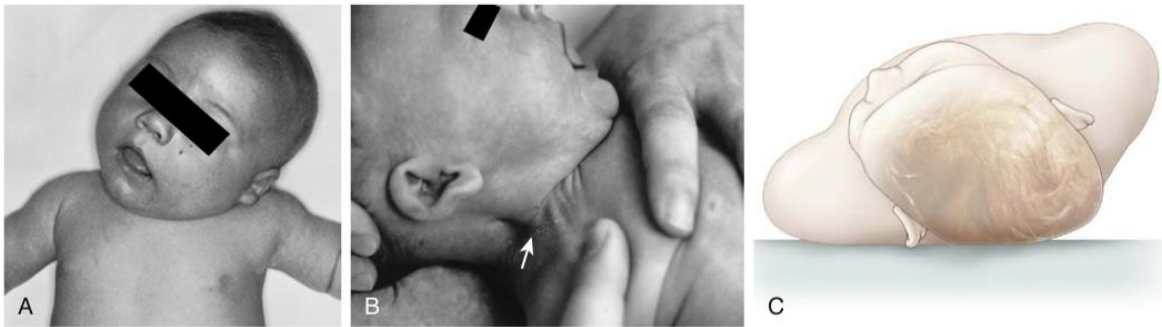
La cabeza esta inclinada hacia el músculo ECM contracturado y la barbilla esta rotada hacia el hombro contralateral, lo que resulta en la aparecía de “Cock robin” o zorzal robin (Herring, 2022).

Se palpa una masa en lado del cuello afectado sobre el cuerpo muscular del ECM afectado, alcanza el tamaño máximo durante las primeras 4 semanas de vida y gradualmente sufre una regresión del tamaño (Weinstein & Flynn, 2014). La masa es reemplazada por una banda fibrosa. El 80 % de los pacientes puede no detectarse la masa pero la contractura muscular está presente casi de forma universal (Herring, 2022).

Se recomienda realizar radiografías de la columna cervical (AP y lateral) para descartar malformaciones óseas, el ultrasonido se indica cuando hay presencia de una masa a nivel del cuello para hacer diagnóstico diferencial de otras patologías en el cuello. La resonancia magnética mostrará una señal anormal dentro del músculo ECM cuando no se observa una masa definida dentro del músculo, (Weinstein y Flynn, 2014). La resonancia magnética también es útil para descartar malformaciones intrarraquídeas, con la desventaja que el estudio no está exento a complicaciones técnica durante el primer año de vida (anestésicas).

En una serie de casos de tortícolis muscular congénita, notaron que el 90 % de los pacientes presentaba asimetría facial (Etus, 2016). En un estudio reporto que el rango de incidencia de tortícolis en paciente con plagiocefalia fue de 5-67 % (Etus, 2016).

Figura 5. Contractura EMC. A- Tortícolis 2ª a contractura del ECM izquierdo. B- Masa en el ECM derecho (flecha), además, asocia una deformidad en la oreja. C- Área occipital izquierda aplanada y la oreja izquierda deformada (Herring, 2022).

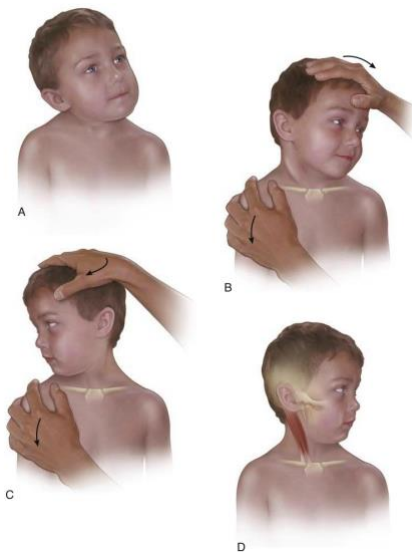


Tratamiento no quirúrgico

Hasta el 90 % de los pacientes tienen buenos resultados con ejercicios de estiramientos y masajes, además, se recomienda posicionar los juguetes y estimulación que promueva la rotación activa hacia el lado afectado (Herring, 2022).

Linpaphayon et al. (2018) presenta un estudio donde 21 de 39 pacientes que fueron tratados con múltiples inyecciones de toxina botulínica tipo A, se observó que hubo mejoría en la inclinación de la cabeza y en la movilidad del cuello.

Figura 6. Ejercicios de estiramiento pasivo para el músculo ECM derecho (Herring, 2022). Ejercicios de estiramiento pasivo para el músculo esternocleidomastoideo derecho. A- Deformidad. B- Se inclina la cabeza hacia lateral hasta que la oreja izquierda toque el hombro izquierdo. Presenta una masa en el músculo ECM. C- Se rota la cabeza hacia la derecha hasta que la barbilla se aproxime al hombro derecho. D- Anatomía del MM esternocleidomastoideo (Herring, 2022).



Tratamiento quirúrgico

Se ha reportado que el 90 % al 95 % de los pacientes tienen una evolución favorable con un adecuado rango de movimiento y apariencia cosmética con fisioterapia, (Weinstein y Flynn, 2014), y <10 % de los pacientes requiere cirugía (Herring, 2022). Cuando persiste la restricción en el movimiento (perdida $\geq 30^\circ$ de la rotación) o asimetría facial persistente después de que el paciente logra deambular, se puede considerar la intervención quirúrgica (Herring, 2022). Se recomienda la liberación quirúrgica alrededor de 1 año de edad (1 año a 4 años). Para aquellos que son tratados antes de los 3 años de edad, se espera resultados excelentes en casi todos los pacientes (Weinstein y Flynn, 2014).

Yu y colaboradores (2004) realizaron un estudio para valorar el grado de deformidad craneofacial 2ª a tortícolis muscular congénita. Utilizando la reconstrucción 3D de la tomografía computarizada, analizaron 14 pacientes con edades entre 1 mes a los 24 años de edad, valoraron el cráneo, la base endocraneana, y las estructuras óseas de la cara. Demostraron que la deformidad a nivel del cráneo y en la base del cráneo iniciaban a etapas tempranas de la infancia y el cambio más prominente ocurrió en la fosa craneana posterior. La simetría de los huesos faciales inicio después de los 5 años de edad,

como anomalías mandibulares y oclusales. Las deformidades de la órbita y maxilares fueron a mayor edad como disminución en la altura del lado afectado. La severidad aumentaba con la edad.

Los procedimientos quirúrgicos incluyen:

- Tenotomía subcutánea
- Tenotomía abierta de la inserción inferior del esternocleidomastoideo
- Tenotomía bipolar (cuidado con el nervio espinal accesorio).
- Excisión muscular (Herring, 2022).

Síndrome Klippel-Feil

El síndrome de Klippel-Feil (SKF) se caracteriza por la fusión congénita de dos o más vértebras cervicales, lo que provoca una movilidad restringida del cuello. (Litrenta et al. , 2021).

Los primeros en describir la condición fueron Klippel y Feil el 21 de marzo del 1912 para el boletín de la sociedad antropológica de París. Reportaron la autopsia de un sastre llamado L. Joseph que presentaba efusión pleural, pero con una apariencia inusual, con ausencia de cuello, cabeza descansando sobre el tronco, el implante del cuero cabelludo alcanzaba la apófisis espinal de C3, solo 12 vértebras bien diferenciadas con una masa ósea de la vértebras cervicales fusionadas. Luego Feil documentó más casos y creó la clasificación original en 1919 (Litrenta et al. , 2021).

Triada clásica: facilita hacer el diagnóstico

- Baja implantación del cuero cabelludo
- Cuello corto y ancho
- Limitación en el movimiento del cuello o tortícolis (Herring, 2022).

Se origina por una alteración en la segmentación y desarrollo de las somitas cervicales entre la 3ª y la 8ª semana de gestación. Puede ser esporádico o genético, asociado con mutaciones en genes como GDF6, GDF3 y MEOX1 en el cromosoma 7. A menudo se asocia con otras malformaciones: cardíacas, renales, esqueléticas y neurológicas (Litrenta et al., 2021).

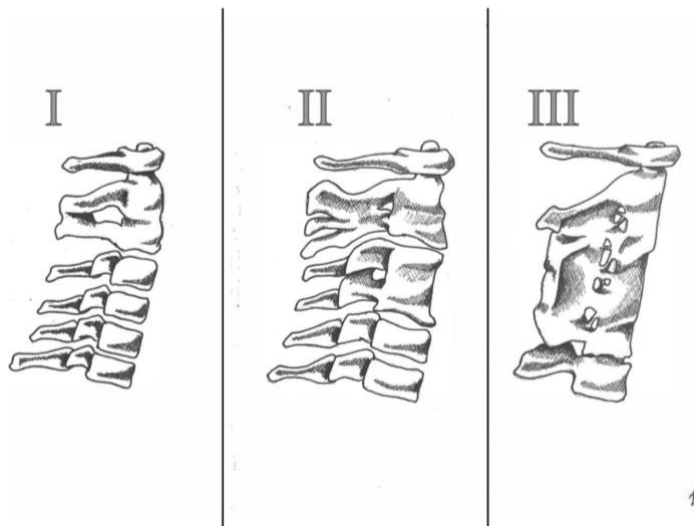
La clasificación de Samarizis del 2006 se basa en el patrón de fusión anatómica y hay 3 tipos: la mayoría de los pacientes son tipo II (50 %), el tipo I y el tipo III representan el 25 %. Las mujeres son más propensas a ser tipo I y los varones tipo III También se vio que los pacientes con tipo I tienen mayor dolor cervical, mientras que los tipos III eran más propensos a desarrollar radiculopatía o mielopatía (Litrenta et al. , 2021).

Tipo I: fusión cervical congénita en un único segmento

Tipo II: múltiples segmentos esta afectados, pero los segmentos fusionados no son continuos.

Tipo III: involucra múltiples segmentos, pero la fusión de los segmentos es continua. (Litrenta et al. , 2021).

Figura 7. Muestra la clasificación de Samartzis el tipo I, II y III (Litrenta et al. , 2021).



El síndrome de Klippel-Feil puede asociar otras anomalías como anomalías genitourinarias 25-35 %, anomalías cardíacas 14-29 %, sordera 15-35 %, sincinesia o movimiento en espejo 15-20 %, deficiencia congénitas extremidades (deficiencia longitudinal del radio distal o deficiencia longitudinal cubital) y escoliosis congénita o idiopática ocurre en el 60 % de los pacientes (Herring, 2022). Estudios de seguimiento a largo plazo han demostrado que entre el 6 % y el 43 % de los pacientes con SKF se someten a cirugía (Litrenta et al. , 2021).

Es fundamental reconocer el compromiso de la columna cervical superior, patrones inestables, como la estenosis del foramen magno, la invaginación basilar o la evidencia radiográfica de inestabilidad progresiva son indicaciones para una fusión quirúrgica. Pueden tratarse con fusión cervical posterior que abarque los segmentos involucrados y se extienda hasta el occipucio si es necesario. La aplicación de pinzas de Gardner-Wells y tracción con halo puede emplearse intraoperatoriamente y dependiendo del tamaño del paciente y de la estabilidad de la fijación, puede ser apropiada la colocación de un halo-chaleco (Litrenta et al., 2021).

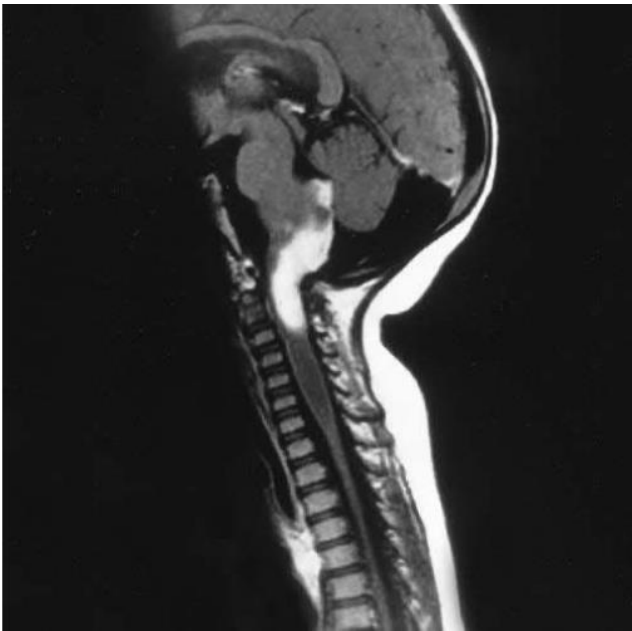
La corrección de la deformidad por escoliosis congénita representa una parte importante del manejo quirúrgico. La deformidad progresiva o cualquier deformidad que produzca desequilibrio clínico constituye una indicación quirúrgica. En la escoliosis cervical congénita, se utilizan parámetros como inclinación cefálica, desplazamiento del tronco, balance de hombros y perfil sagital para valorar la necesidad de corrección, en lugar de basarse únicamente en la magnitud de la curva (Litrenta et al., 2021).

Tortícolis neurogénica

Se debe de considerar formas raras de tortícolis cuando la deformidad que se creía que era una tortícolis muscular congénita no responde al manejo conservador o se vuelve dolorosa (Herring, 2022). Causas neurológicas como tumores del sistema nervioso central (fosa posterior o del tallo cerebral), malformación del Arnold-Chiari,iringomielia y tortícolis paroxística, son parte de los diagnósticos diferenciales (Herring, 2022). El rol de ortopedista es tener criterio para identificar que hay otra causa subyacente que explique la deformidad ortopédica (Herring, 2022).

La tortícolis paroxística de la infancia se cree que es por un malfuncionamiento del sistema vestibular. Frecuentemente afecta a niñas y se puede presentar desde los 2 años de edad con episodios de ataques de tortícolis que duran de minutos a días acompañado de inclinación del tronco hacia lateral, desviación ocular y alterna el lado de la tortícolis (derecha/izquierda). El diagnóstico es de exclusión, se debe preguntar por historia de migraña; la condición es autolimitada y no requiere terapia (Herring, 2022).

Figura 8. Enfermedad maligna en el tallo cerebral (Herring, 2022).



Tortícolis por causas sépticas e inflamatorias

Absceso linfático o faríngeo

Niño con una masa en el cuello o un absceso puede presentar una tortícolis dolorosa con limitación en la movilidad del cuello, particularmente la rotación.

En ocasiones la clínica puede ser imperceptible o sutil y se retrasa el diagnóstico, pero en ocasiones es una condición puede poner en riesgo la vida por obstrucción de la vía aérea o por la sepsis (Herring, 2022).

Figura 9. Niño de 2 años con un absceso perilinfático con incapacidad de rotar la cabeza hacia la derecha (Herring, 2022).



Osteomielitis vertebral o discitis

La osteomielitis vertebral o discitis se van a presentar como una tortícolis aguda dolorosa (Herring, 2022).

En un 1/3 de los pacientes se puede aislar *Staphylococcus aureus* en los hemocultivos o por biopsia del disco o hueso. Sin embargo, con los hallazgos clínicos y radiográficos no es necesario esperar para la toma de un cultivo para iniciar el tratamiento antibiótico contra gran positivos (Herring, 2022).

En la mayoría de los casos la presentación clínica de la espondilitis en el infante no es específica, con síntomas como cervicalgia, la fiebre solo está presente el 50 % de los pacientes y la mayoría del tiempo los exámenes de laboratorio son normales, por lo cual los estudios de imagen son clave para el diagnóstico (Van Berkel, 2021).

El primer estudio de imagen que se debe de realizar en una paciente con tortícolis aguda es una radiografía simple, seguida por una tomografía y una resonancia magnética. En una espondilodiscitis, se puede observar disminución del espacio intervertebral, destrucción de las plataformas vertebrales (Van Berkel, 2021).

La resonancia magnética es el estudio con mayor sensibilidad para evaluar un paciente con discitis. En estadios tempranos, se observa a nivel del disco intervertebral hiperintensidad en T2 y aumento del volumen por el edema, conforme avanza la infección habrá pérdida de la altura del disco intervertebral y cambios en la señal de las plataformas. Al administrar gadolinio, se observa un realce

del anillo fibroso. En estadios más avanzados de la enfermedad, los platos terminales se hacen irregulares e hiperintensos en T2; además, hay un realce con el medio de contraste tanto de la estructura vertebral como del disco y el tejido blando adyacente.

Se debe hacer diagnóstico diferencial de osteomielitis multifocal crónica recurrente e histiocitosis de células de Langerhans (Van Berkel, 2021). Cuando hay una buena respuesta al antibiótico, cae la fiebre y el dolor resuelve rápidamente. Se pueden utilizar AINES para el alivio del dolor y los espasmos musculares. (Herring, 2022). Los cultivos de hueso y de disco están indicados cuando la respuesta clínica al antibiótico es ineficiente (Herring, 2022). El desbridamiento quirúrgico solo es necesario cuando el paciente persiste con evidencia de osteomielitis y el antibiótico inicial fallo en resolver los síntomas como una infección por mycobactecia o fúngica (Herring, 2022).

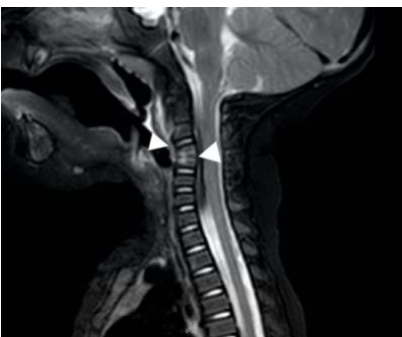
Figura 10. Radiografía lateral de la columna cervical se observa una angulación cifótica entre C3-C4, espacio discal estrecho, irregularidad de los platos vertebrales (Van Berkel, 2021).



Figura 11. Tomografía computarizada con destrucción parcial del hueso de C3-C4 y un espacio discal estrecho (Van Berkel, 2021).



Figura 12. Resonancia magnética donde se observa pérdida de la altura de los cuerpos vertebrales de C3 y C4, espacio discal estrecho, además, hay hiperintensidad de los cuerpos vertebrales y del tejido blando adyacente (Van Berkel, 2021).



Condición de apariencia tumoral

Varias condiciones pueden imitar a un tumor o infección y causar inflamación y dolor como el granuloma eosinofílico, osteoma osteoide, osteoblastoma. (Herring, 2022).

Calcificación del disco intervertebral

El diagnóstico de una calcificación del disco intervertebral se hace por la presencia de depósitos de calcio delimitados al núcleo pulposos en la radiografía lateral. Pueden presentar dolor a la movilización y limitación en el movimiento del cuello, pero rara vez hay síntomas radiculares o mielopatía y ¼ los pacientes tiene fiebre (Herring, 2022).

Fue descrita por Baron hace casi un siglo. Su etiología aún no está dilucidada, no se ha encontrado asociación con trastornos metabólicos y se ha planteado una posible relación con un traumatismo menor; también, hay teoría de proceso inflamatorio o infeccioso incluso vasculitis. La evolución es benigna y autolimitada (Cuevas et al., 2015). No parece acelerar el proceso de deterioro discal, como se observa con los adultos, porque los depósitos de calcio presentan una regresión y desaparecen en el 90 % de los niños (Herring, 2022).

Figura 13. Radiografía columna cervical se observa una calcificación discal C5-C6 (Cuevas et al., 2015).



Artritis juvenil

Los pacientes con artritis poliarticular o artritis reumatoidea juvenil (ARJ) pueden desarrollar afectación cervical, algunas veces de inicio temprano, presenten rigidez y pérdida del movimiento del cuello con o sin dolor (Herring, 2022).

Las causas de la tortícolis pueden ser erosión del odontoides, subluxación C1-C2, anquilosis de las articulaciones apofisarias, subluxación subaxial 2ª afectación de las facetas e invaginación basilar 2ª erosión de la unión occipitocervical (Kim et al., 2005).

Como opciones de manejo conservador se puede utilizar un collar cervical para manejar la tortícolis o la inestabilidad cervical sin compromiso neurológico y, en caso, de inestabilidad o estenosis se realiza descompresión y fusión quirúrgica (Herring, 2022).

Síndrome de Sandifer

Se ha descrito como una manifestación neuroconductual atípica que es 2ª a reflejo gastroesofágico en la población pediátrica (López-Monzón et al., 2022). Produce una postura anormal de la cabeza y el cuello. Se cree que la tortícolis es resultado del intento del niño de aliviar el dolor provocado por la esofagitis por el reflujo (López-Monzón et al., 2022).

Los pacientes usualmente están irritables; se pueden asociar síntomas respiratorios, pero con rango de movilidad de la columna cervical normal, sin contractura del esternocleidomastoideo. El síndrome de Sandifer se caracteriza por esofagitis, anemia por deficiencia de hierro, movimiento de hiperextensión de cabeza, cuello y tronco, rotación de la cabeza y se presenta después de la ingesta, y, además, la postura cesa con el sueño. El tratamiento del reflejo gastroesofágico resuelve la tortícolis (Herring, 2022).

Figura 14. Síndrome de Sandifer (López-Monzón et al., 2022).



Tortícolis ocular o parálisis lateral de la mirada

La mayoría del tiempo se logra hacer el diagnóstico a partir de los 9 meses de edad, después de tener controlado la cabeza y balance al sentarse (Herring, 2022).

La parálisis de los músculos extraoculares, usualmente, el oblicuo externo producen estrabismo y diplopía cuando la cabeza del paciente está nivelada, por lo cual el paciente rota la cabeza hacia el lado no afectado para corregir la diplopía (Herring, 2022).

Figura 15. Síndrome de Duane es una parálisis mirada congénita lateral (Herring, 2022).



Subluxación Rotatoria Atlantoaxial

Generalidades

La subluxación rotatoria atlantoaxial es una tortícolis adquirida y dolorosa, entre ese grupo de las tortícolis dolorosas en las más común (Herring, 2022).

La columna cervical permite cierta cantidad de movimiento, el 60 % del movimiento rotacional ocurre en la articulación C1-C2 (Neal et al. 2015).

Tiene varios nombres como enlistados a continuación (Neal et al. 2015):

- Tortícolis aguda adquirida
- Subluxación rotatoria atlantoaxial
- Fijación rotatoria atlantoaxial
- Luxación rotatoria atlantoaxial.

Para simplificar se prefiere utilizar subluxación rotatoria atlantoaxial. La subluxación es una rotación del complejo atlantoaxial que se mantiene en una posición fija como resultado de un espasmo muscular o un bloqueo mecánico que impide la reducción. (Neal et al. 2015).

Incidencia

La incidencia exacta se desconoce, pero en apariencia es relativamente rara. Debido a su rareza, la nomenclatura, etiología, historia natural y tratamiento se basa predominantemente en reportes de casos y series de casos (Neal et al. 2015).

La luxación rotatoria atlantoaxial es una condición rara, especialmente en adultos, hay una mayor incidencia en la población pediátrica, un 75-80 % de todos los casos ocurren en niños <13 años (Erman y Gezerkan, 2013).

Las lesiones traumáticas son resultado de caídas o accidentes automovilísticos. La subluxación traumática C1-C2 representa el 2,5-10 % de todas las luxaciones de la columna cervical. (Erman y Gezerkan, 2013).

Etiología

La subluxación atlantoaxial se ha atribuido a diferentes patologías que se pueden agrupar en 2 categorías generales: traumatismo o inflamación en la región del cabeza y cuello (Neal et al. 2015).

La sinovial esta plegada como un menisco en la articulación atlatooccipital y atlantoaxial, que se puede desplegar con una rotación súbita (trauma) y puede llegar a evitar que se reduzca la articulación atlantoaxial (Herring, 2022).

Las etiologías traumáticas abarcan una amplia gama de condiciones desde traumas leves a severos. Un trauma severo que resulte en una fractura de C1, fracturas del odontoides, fracturas de la columna cervical baja, fracturas de húmero y fracturas de clavícula. Sin embargo, la subluxación también puede ocurrir por un trauma menor como una caída de poca altura o golpes leves de la cabeza, procedimientos quirúrgicos donde se manipula de la columna cervical durante la anestesia o durante la misma cirugía y posterior a cirugías en cabeza o cuello (Neal et al. 2015).

Las causas inflamatorias son comunes; presuntamente, cualquier condición que resulte en inflamación a nivel de la cabeza o del cuello como infecciones bacterianas o virales (infección del trato respiratorio superior, retrofaringea, abscesos, faringitis, adenitis cervical, sinusitis, amigdalitis, mastoiditis y otitis media) (Neal et al. 2015).

Se ha descrito en el síndrome de Sandifer y en paciente con enfermedades autoinmunes como la artritis juvenil idiopática, colitis ulcerativa, espondiloartropatía seronegativa HLA-B27 positiva (Neal et al. 2015).

Probablemente se debe a inflamación del tejido blando cervical adyacente resultado de la conexión directa entre el plexo venoso periodontoidal y las venas faríngeo-vertebrales de la faringe posterosuperior (Herring, 2022). Esta conexión provee una ruta para el transporte hematógeno del exudado inflamatorio hacia la columna cervical superior, lo que conduce a hiperemia y laxitud ligamentosa de la articulación atlantoaxial. (Spinnato, P, 2021).

Síndrome de Grisel

En 1930 Grisel describió la subluxación rotatoria atlantoaxial relacionada con inflamación, lo que resultó en el término de síndrome de Grisel. (Neal et al. 2015). En 1930, Jones sugirió que la inflamación podía descalcificar las inserciones ósea del ligamento transversario lo que resultaría en una mayor elongación o ruptura. (Jones, 1932). Lin et al.(1995) reportaron 1 caso en donde la hipoplasia del odontoides predispuso a una subluxación rotatoria C1-C2, aunque la inflamación fue la causa real que incito la subluxación.

La inflamación en la región de la cabeza o el cuello conduce a la subluxación debido que el proceso inflamatorio se extiende a las articulación o ligamento del complejo atlantoaxial a través de las conexiones entre los sistemas venosos y linfáticos. La inflamación alrededor del complejo atlantoaxial, incluyendo la sinovial, puede causar un espasmo muscular involuntario resultando en la tortícolis característica. También, es posible que la inflamación induce laxitud ligamentosa (Neal et al. 2015).

Spinnato et al., en el 2021, presentaron un estudio retrospectivo con una población de 55 niños menores de 18 años con subluxación rotatoria atlantoaxial y subluxaciones fijas diagnosticadas por tomografía axial computarizada entre 2004–2019. Documentaron que el síndrome de Grisel estaba presente en el 14.5 % de los casos. El síndrome de Grisel mostró ser el factor pronóstico más relevante, ya que prolonga el tiempo de recuperación. La inflamación ligamentosa puede impedir una reducción espontánea. La mayoría de los casos tratados de forma conservadora tuvieron éxito. Solo un número reducido requirió cirugía, destacando la importancia del diagnóstico precoz (Spinnato, P, 2021).

Clasificación

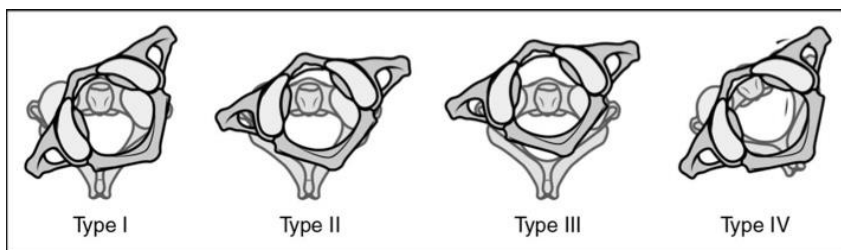
Las clasificaciones de la subluxación rotatoria atlantoaxial se basan en la duración de los síntomas y en parámetros de imagen (Neal et al. 2015).

No existe alguna definición para determinar cuando la subluxación cambia de una condición aguda a una crónica. Ishii et al. clasificaron a los pacientes como agudas cuando los síntomas estaban presentes por <8 semanas y como crónico cuando los síntomas estaban presente por >3 meses. Pang y Li clasificaron los pacientes como agudos cuando los síntomas estaba presentes por <1 mes, subagudos cuando los síntomas estaban presentes entre 1-3 meses y crónicos cuando los síntomas estaban presentes por >3 meses (Pang y Li, 2005).

Debido a que la presencia de tortícolis se basa en la examinación física y no se recomienda ninguna modalidad de imagenológica para hacer el diagnóstico o clasificarla la subluxación. Aunque la clasificación por imagen se basa en la tomografía, esta no es obligatoria para establecer el diagnóstico (Neal et al. 2015). La clasificación de Fielding y Hawkins se basa en los cortes axiales tomográficos de C1-C2, hay 4 tipos (Neal et al. 2015).

- Tipo I. Es la subluxación facetaria unilateral con un ligamento transversal intacto, no ocurre un desplazamiento entre el arco anterior de C1 y el diente. La odontoides actúa como pivote, con una de las facetas de C1-C2 con subluxación anterior y la otra, con subluxación posterior (Neal et al. 2015).
- Tipo II. Es una subluxación unilateral de la facetaria con desplazamiento anterior 3-5mm entre el arco anterior de C1 y el diente; una faceta esta subluxada y la otra faceta permanece en su sitio, actuando como pivote. Se ha notado mayor potencia de compromiso del canal medular debido a deficiencia del ligamento transversal (Neal et al. 2015).
- Tipo III. Es un desplazamiento anterior de las 2 facetas, el intervalo entre arco de C1 y la odontoides es >5mm (Neal et al. 2015).
- Tipo IV. Es la presentación más inusual, consiste en una deformidad con desplazamiento posterior del atlas; además, debe de asociarse a deficiencia del diente. Se ha reportado en pacientes con artritis reumatoide con ausencia del diente de C2. También, se ha reportado que las fracturas del odontoides pueden tener una apariencia similar (Neal et al. 2015).

Figura 16. Clasificación de Fielding y Hawkins de subluxación rotatoria atlantoaxial (Neal et al. 2015).



Erman y Gezercan (2013) hacen una propuesta de modificación del tipo I:

- IA: Sin desplazamiento ni luxación facetaria.
- IB: Desplazamiento <3 mm con luxación unilateral y ligamento intacto.
- IC: Desplazamiento <3 mm con luxación bilateral y ligamento intacto.

La clasificación de Fielding es insuficiente por sí sola para guiar el tratamiento de AARD en la era moderna. Consideraban que debe ser modificada e integrada con estudios de imagen (TC y RMN) para reflejar con precisión la anatomía lesional para valorar la integridad del ligamento trasverso y evitar tratamientos inadecuados (Erman y Gezercan, 2013).

McGuire et al. (2002) recomendó una clasificación basada en la tomografía dinámica y notó que la severidad de la subluxación aumentaba según el tiempo que transcurría entre el inicio de los síntomas y la valoración médica: un promedio de 6,7 días para el estadio 0, 8,6 días para el estadio 1, y 20 días para el estadio 2.

Ishii et al. (2006) utilizaron la reconstrucción 3D de la tomografía para clasificar la subluxación basándose en la inclinación lateral del atlas respecto al axis y la presencia de deformidad en las facetas. Se clasifica en 3 grados y documentó que los cambios displásicos eran reversibles con el tratamiento apropiado.

- Grado I: eran los pacientes que se presentaron dentro de las 8 semanas desde el inicio de la tortícolis no se hallaron deformidades en las facetas.
- Grado II: eran pacientes se presentaron >3 meses después desde el inicio de la tortícolis, tenía una deformidad moderada de las facetas <20° de inclinación de C1.
- Grado III: deformidad facetaria severa con una inclinación de C1 >20° (Ishii et al., 2006).

Figura 17. Mide el ángulo formado entre dos líneas que pasan por las puntas de los procesos transversos bilaterales de C1 y C2 (Ishii et al., 2006).

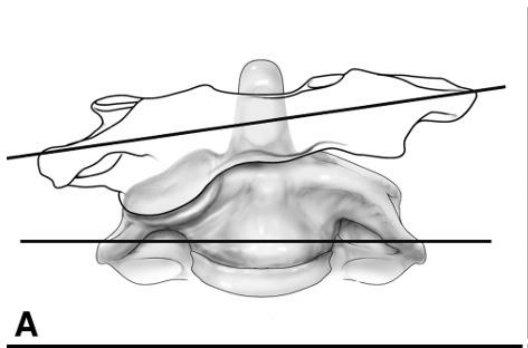
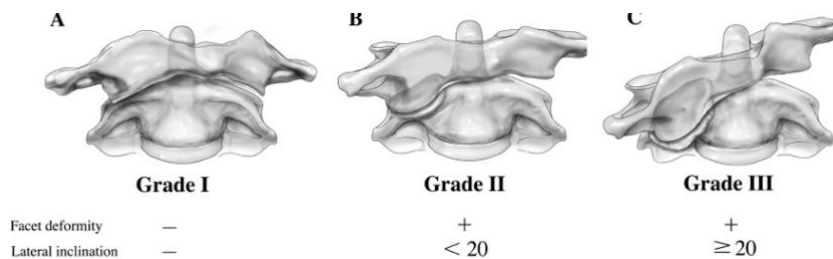


Figura 18. Clasificación de Ishii, consta de 3 grados. (Ishii et al., 2006). Muestra el presunto proceso durante el cual ocurre la transición de una fase aguda a la crónica en subluxaciones no reducidas. A- Grado I sin deformidad facetaria. B- Grado II Persiste la subluxación, se desarrolla la deformidad facetaria de C2. C- Grado III, la carga vertical anormal induce a estrés sobre la faceta superior, y la inclinación hacia lateral del atlas aumenta gradualmente, resultando en una inclinación $\geq 20^\circ$ (Ishii et al., 2006).



Presentación

En la subluxación posterior a trauma, el incidente puede ser sutil (menospreciado), desconocido para los padres; por lo cual, muchos traumas no son determinados. (Herring, 2022). La cabeza se mantiene en la posición clásica de "Cock Robin" inclinada hacia un lado y el mentón rotado hacia el lado opuesto de la faceta subluxada (Neal et al. 2015).

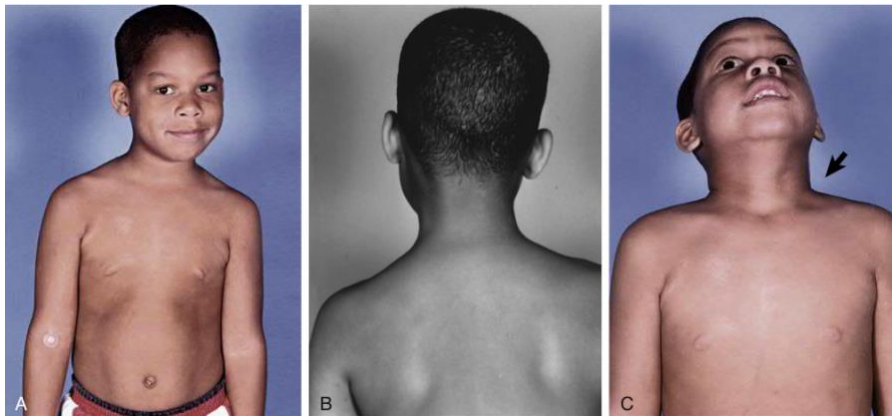
Figura 19. Presentación clínica típica de subluxación rotatoria atlantoaxial, apariencia de "Cock Robin" (Neal et al. 2015).



Cuando la subluxación está fija o rígida, hay espasmo del músculo esternocleidomastoideo y es más prominente al mismo lado de la barbilla, es decir contralateral a la inclinación de la cabeza, el músculo trata de corregir la deformidad (Herring, 2022).

Phillips y Hensinger (1989) atribuyeron este hallazgo como una media para reducir la subluxación facetaria. Este signo a diferencia de la tortícolis muscular congénita en donde el espasmo del músculo esternocleidomastoideo es opuesto a la desviación de la barbilla.

Figura 20. Tortícolis rígida 2ª a subluxación (Herring, 2022). Tortícolis rígida 2ª a subluxación. A y B- Apariencia clínica de un Pte. 8 años con tortícolis rígida. C-Máxima extensión de la cabeza, el músculo esternocleidomastoideo es prominente (flecha) y con un movimiento rotacional mínimo.



Disminución marcada del movimiento y el paciente experimenta dolor en reposo y aumento del dolor cuando se manipula la cabeza. No presenta plagiocefalia excepto que la deformidad sea de larga duración (Herring, 2022).

Pruebas diagnósticas

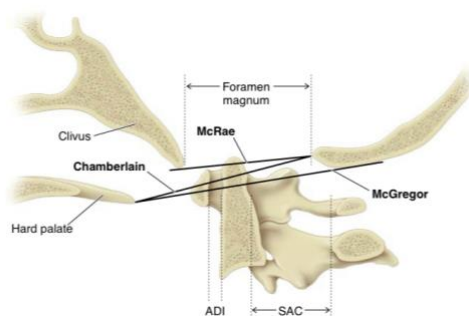
Debido que una de las posibles causas de subluxación es un proceso inflamatorio de la cabeza o el cuello se recomienda realizar estudios de laboratorio para descartar un proceso infeccioso, como un hemograma completo, velocidad de eritrosedimentación y proteína C reactiva (Neal et al. 2015).

El diagnóstico es, principalmente, clínico. Sin embargo, puede ser útil hacer un estudio de imagen para clasificar, descartar trauma o condiciones inflamatorias y para ayudar a guiar el tratamiento (Neal et al. 2015). Las radiografías simples es la modalidad de imagen inicial para descartar fracturas obvias o anomalías congénitas (Neal et al. 2015). Es difícil interpretar las radiografías de la columna cervical y de la unión occipitocervical. Debido a la inclinación de la cabeza y la incapacidad de posicionar al paciente satisfactoriamente para obtener la radiografía, lo que puede dificultar el diagnóstico (Herring, 2022).

La inclinación de la cabeza distorsiona la articulación normal C1-C2 en la radiografía lateral y por lo que se recomienda una verdadera radiografía lateral del cráneo, debido que el anillo de C1 se mueve con el occipucio. En consecuencia, la cabeza va a inclinar a C1 y una verdadera vista lateral de C1 se

observa en la vista lateral del cráneo. Dicha radiografía demuestra un aumento del intervalo atlanto-diente (conocido como ADI por sus siglas en inglés) como resultado del desplazamiento rotatorio. En otras palabras, la radiografía lateral del cráneo son la que evidencian mejor el desplazamiento (Herring, 2022).

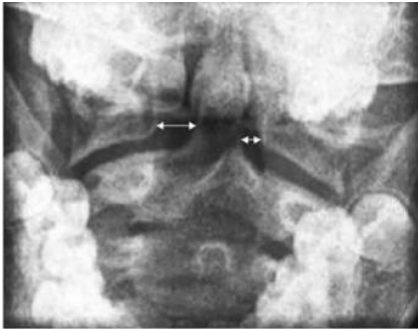
Figura 21. Líneas radiográficas. Líneas de Mc Rae, Chamberlain y McGregor, espacio disponible para la médula (SAC) y el intervalo atlanto-diente (ADI) (Herring, 2022).



Las líneas de Mc Rae, Chamberlain y McGregor definen la impresión o invaginación basilar en las radiografías laterales del cráneo. La inestabilidad C1-C2 se determina con el SAC y el ADI (Herring, 2022). La radiografía transoral del odontoides puede mostrar el desplazamiento del proceso odontoides o el traslape de las masas lateral. Sin embargo, la posición de la cabeza y la movilidad limitada asociada a la tortícolis puede dificultar realizar radiografías adecuadas y su interpretación (Neal et al. 2015).

La vista anteroposterior o transoral no es útil porque no se puede diferenciar de una subluxación aparente de las facetas en un niño normal que roto la cabeza versus una subluxación fija 2ª a un desplazamiento rotatorio atlatoaxial (Herring, 2022).

Figura 22. Radiografía transoral, se visualiza el odontoides desplazado y el traslape de las masas laterales (flechas) típico de una subluxación rotatoria (Neal et al. 2015).



En el pasado, la tomografía computarizada era la modalidad imagenológica más utilizada, con la desventaja de que cada clasificación usa un método diferente de tomografía (Fielding y Hawkins utilizaban una tomografía axial computarizada; McGuire et al., Pang y Li et al. utilizaban la tomografía dinámica y Ishii et al. utilizaron la reconstrucción 3D de la tomografía) y un diferente algoritmo de tratamiento (Neal et al. 2015).

El valor diagnóstico de la tomografía axial computarizada es cuestionable debido a evidencia reciente. En un estudio del 2002 notaron que la tomografía dinámica era poco fiable y reproducible y recomendaban no utilizarla de forma rutinaria (Alanay, A, 2002).

Hicazi et al. (2002) estudiaron un grupo de paciente con tortícolis que consultaron durante los primeros 4 días del inicio de los síntomas y hallaron que, en el caso de una presentación aguda, no había anomalías significativas en la movilidad en la tomografía dinámica.

Figura 23. Tomografía con reconstrucción 3D donde se muestra la luxación rotatoria atlantoaxial, hay un desplazamiento anterior del atlas <math><3\text{mm}</math> y luxación de ambas facetas. Las apófisis transversas del atlas siguen las apófisis de la mastoides, y el odontoides sigue a la columna subaxial (Erman y Gezercan, 2013).

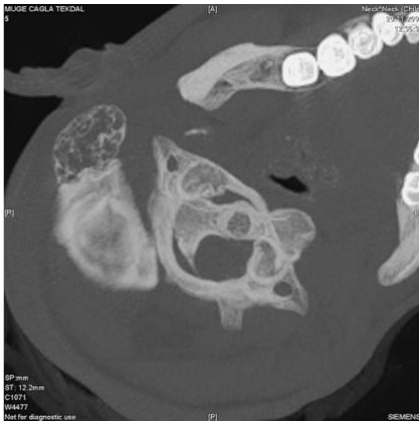


Figura 24. Reconstrucción 3D de una tomografía computarizada donde se muestra la luxación facetaria unilateral C1-C2 (Caird et al. , 2013).



La resonancia magnética tiene la ventaja que no se expone a radiación ionizante y es una modalidad que permite detectar el edema en el complejo C1-C2. Las secuencias con supresión grasa T2 y STIR (siglas en inglés de recuperación de inversión de tiempo corto) son capaces de detectar edema en las cápsulas articulares, el sistema ligamentoso posterior y el ligamento transverso. También es útil para identificar condiciones subyacentes como un tumor o infección. La resonancia ha sido incluida en algoritmos de tratamiento de subluxaciones de presentación aguda pero no se ha demostrado qué utilidad tienen en presentaciones crónicas o casos recalcitrantes. Desde el punto de vista práctico,

excepto en sospecha de tumores de fosa posterior y columna cervical no hay diferencia respecto a toma de decisiones del manejo inicial (Neal et al. 2015).

Tratamiento

El tratamiento del desplazamiento rotatorio atlantoaxial está dictado por la duración de los síntomas y la deformidad (Herring, 2022). Las opciones de realineamiento del cuello a una posición reducida incluyen collares cervicales, tracción con arnés o esquelética, inmovilización con halo-chaleco y cirugía (Neal et al. 2015).

En ausencia de fractura o compromiso neurológico, el manejo no quirúrgico es una opción viable antes de optar por cirugía. No hay una definición formal para determinar cuándo se considera una subluxación aguda pero muchas series han notado diferencia en el tipo de tratamiento requerido cuando los pacientes se presentan dentro del 1º mes desde el inicio de los síntomas (Neal et al. 2015).

Tratamiento en presentación aguda

Los pacientes con presentación aguda sin compromiso neurológico pueden tratarse con un collar cervical y AINES, los pacientes donde no se logra la reducción o con déficit neurológico se debe de tratar con tracción esquelética o fijación quirúrgica (Beier et ., 2012).

Been et al. (1976) reportaron una serie de 4 pacientes que se presentaron dentro de las primeras 3 semanas desde el inicio de la tortícolis, les realizaron una tomografía computarizada bajo anestesia para eliminar el espasmo muscular y no se encontró alteración rotatoria C1-C2. Los síntomas resolvieron en un plazo de 4 semanas solo con tratamiento analgésico.

Pang y Li (2005) indican que ningún paciente con síntomas por <1 mes requirió tracción con halo o cirugía. Todos los pacientes diagnosticados dentro de la zona gris (promedio de 13.5 días) fueron tratados solamente con analgésicos. Debido que la mayoría de los casos agudos son formas menos severas, permite que la mayoría resuelvan con manejo no quirúrgico y es aceptable iniciar el tratamiento sin realizar la tomografía (Pang y Li, 2005).

Los pacientes con deformidad rotatoria de <1 semana de duración pueden ser tratados con inmovilización con un collar cervical combinado con calor local, reposo y analgésicos (Herring, 2022).

Tratamiento de presentación crónica o falla del tratamiento agudo

Los casos agudos y crónicos que no responden al manejo no quirúrgico requieren una intervención más agresiva. Los pacientes con una subluxación severa presentaran una mayor duración de los síntomas. Los pacientes con que se presentan ≥ 1 mes después del inicio de los síntomas muestran mayor resistencia a la reducción; esta resistencia aumenta conforme pasa más tiempo desde el inicio de los síntomas (Neal et al. 2015).

El objetivo del tratamiento se la subluxación crónica es lograr una resolución estable de la tortícolis (Neal et al. 2015). En caso de que no ocurra una resolución espontánea, deformidad de > 1 mes evolución y se descarten otras causas, se debe de internar al paciente para colocar un arnés de tracción, relajantes musculares y analgésico más fuertes (Herring, 2022).

La tracción puede aplicarse con el paciente en supino en cama o sentado usando una silla de tracción (Herring, 2022).

En caso de que falle el arnés de tracción o sea poco tolerada (correa de la barbilla) son descartados a los pocos días) se recomienda la tracción con halo craneano. El halo permite que se aplique una fuerza longitudinal y rotacional en la cabeza y eso aumenta la probabilidad de una reducción espontánea (Herring, 2022).

La tracción esquelética con halo o con pinzas es recomendada por algunos como la forma de tratamiento primaria para lograr la reducción de la subluxación. Los protocolos de tracción cervical con halo varían según el autor, pero en general se aplica un peso de 3-5 libras; más analgésicos y relajantes musculares. Se incrementa de 2-3 libras de peso cada día hasta lograr el 33-55 % del peso corporal. Además, es importante siempre realizar un examen neurológico de rutina que incluya valoración de los nervios craneales (Neal et al. 2015).

La reducción se confirma con una tomografía computarizada y se mantiene el halo-chaleco por 3 meses. La suspensión del halo-chaleco a las 6 semanas conduce a recurrencia debido a que el periodo

necesario para que se cure los ligamentos atlantoaxiales excede las 6 semanas. Otras series también han notado recurrencia de la subluxación con periodos de inmovilización desde 2-8 semanas (Herring, 2022).

Considerando que la tracción es el primer paso, el halo puede usarse para maximizar la eficacia de la tracción. Aunque la tracción se ha recomendado hasta por 3 semanas el fallo en lograr la reducción después de 1 semana nos indica que se necesita una reducción cerrada/reposicionamiento y colocar e inmovilizar con halo-chaleco (Herring, 2022).

Phillips y Hensinger (1989) sugieren que el plan de tratamiento debe basarse en la duración de la lesión:

- Pacientes con síntomas de <1 semana pueden tratarse con collar blando e inmovilización en cama durante 1 semana. Si no hay reducción espontánea, el paciente debe hospitalizarse y colocarse en tracción cervical.
- Para pacientes con una lesión de >1 semana, pero <1 mes no se recomienda el collar blando y se requiere tracción cervical. Tras la reducción, se recomienda inmovilización durante 4 a 6 semanas y seguimiento.
- En pacientes con síntomas de >1 mes, puede intentarse la tracción cervical; sin embargo, si no se logra la reducción dentro de tres semanas, debe realizarse una artrodesis (Abdul et al., 2023).

Abdul et al. reportaron, en el 2023, dos casos con subluxaciones crónicas de 6 semanas y 12 semanas de evolución que se lograron resolver sin recurrencia con reducción cerrada (técnica de Jeszenszky) y posterior inmovilización con halo-chaleco por periodo de 3-4 meses (Abdul et al., 2023).

La técnica de Jeszenszky consiste en fijar el proceso espinoso de C2 con una mano desde posterior y presionar sobre la masa lateral de C1 con el índice de la otra mano por vía transoral (Abdul et al., 2023). Otra opción de reducción cerrada, mediante desbloqueo rotatorio y maniobra de contrarrotación, desplazando transoralmente la masa lateral de C1 con presión digital sobre la pared faríngea posterior (Abdul et al., 2023).

Hay dispositivos como sillas de ruedas o andaderas que permiten libertad de moverse junto la tracción. No se ha establecido en qué momento exacto se suspende la tracción en caso de no lograr

la reducción, pero la mayoría de los autores recomiendan utilizar otra forma de tratamiento después de 2 semanas de tracción sin éxito (Neal et al. 2015).

Figura 25.A- Paciente con tortícolis es tratada con tracción con pinzas tipo Gardner-Wells en cama. B- Paciente con tracción craneal mientras utiliza una andadera con ruedas para desplazarse. C- Pinzas craneales mientras utiliza la silla de ruedas (Neal et al. 2015).



Ishii et al. (2006) lograron manejar exitosamente pacientes con subluxaciones crónicas con manipulación cerrada más halo- chalecos. Los autores determinaron el curso del tiempo para el tratamiento basados en la remodelación de las facetas de C2 con la reconstrucción 3D de la tomografía computarizada. Demostraron que la displasia facetaria es reversible después de inmovilizar al paciente en promedio por 2.8 meses.

Los resultados de una serie pequeña de 4 casos son subluxación crónica de >6 semanas de evolución (rango de 6-16 semanas) indican que la tracción gradual aplicada por largos periodos de tiempo (≥ 2 semanas) puede ser exitosa en lograr la reducción, incluso en casos resistentes. Todos los pacientes tuvieron una buena evolución a mediano y largo plazo del seguimiento. No hubo complicaciones, a diferencia de los riesgos de complicaciones asociados a la cirugía (Chechik et al., 2013). Chechik et al. (2013) concluyeron que el tratamiento conservador utilizando tracción gradual y prolongada puede ser un método exitoso de tratamiento de la subluxación negligente. La reducción se logra dentro de un plazo de 2 semanas de tratamiento.

Halo cervical

El halo cervical es un importante avance en el tratamiento de patologías cervicales. Inicialmente fue diseñado para estabilizar la columna cervical mientras se lograba la fusión en paciente con poliomielitis (Bono, 2007). Puede ser utilizado como tratamiento definitivo de un traumatismo cervical, corrección gradual preoperatoria de deformidad espinal y estabilizador postoperatorio tras una cirugía cervical compleja (Bono, 2007).

La fijación con halo funciona porque limita el movimiento de la columna cervical (flexión, extensión y rotación axial). El halo también es capaz de controlar y corregir lesiones traslacionales de la columna cervical. En el caso de deformidad de la columna, el halo se utiliza para vencer el efecto de la gravedad y para alargar la columna (Shaw et al., 2021).

Consideraciones anatómicas

La aplicación de un halo en un lactante es un desafío, debido al pequeño tamaño del cráneo del paciente, la delgadez del hueso y que todavía tienen las suturas abiertas, pero en ocasiones es necesario colocar el halo para brindar estabilidad a la columna cervical (Mubarak et al., 1989). El cráneo del lactante presenta suturas no fusionadas, las corticales de los huesos del cráneo son delgadas, lo cual aumenta el riesgo de penetración intracraneal. Hay que evitar las fontanelas, seno frontal y las áreas de hueso con menor grosor (Mubarak et al., 1989).

Es importante saber la cronología del desarrollo del cráneo, en especial en pacientes <2 años. Debido que la interdigitación de las suturas craneales está incompleta y las fontanelas están abiertas (la anterior en <18 meses y la posterior en < 6 meses) (Mubarak et al., 1989).

Anillos

Se pueden utilizar anillos completos y parciales. La ventaja de los anillos parciales es que están abiertos posteriormente, lo que facilita el posicionamiento del anillo cuando está en supino. Los anillos completos requieren que la cabeza esté elevada de la cama para que el anillo no empuje la cabeza hacia anterior. Para lograr el posicionamiento óptimo para el anillo completo se necesitan colocar toallas dobladas detrás del cuello y el tronco. Es importante no flexionar el cuello porque puede desplazar la fractura o luxación (Bono, 2007).

Se debe de medir el tamaño del anillo, el cual no debe de estar >1 cm lejos de la piel del cráneo y en ningún punto debe de contactar la piel o las orejas. Un anillo muy grande puede sufrir el fenómeno de flexión en voladizo lo que predispone al aflojamiento. Además, puede impedir que los pernos alcancen el cráneo (Bono, 2007).

Figura 26. Diseño de los anillos del halo cervical (Bono, 2007).



Nota. A- Diseño de un anillo estándar cerrado de acero inoxidable. B- Diseño de un anillo parcial de aluminio ligero. Presenta una barra de estabilización transversal para aumentar la rigidez. C- Diseño de un anillo incompleto o abierto de fibra de carbono (grafito), que es compatibles con un resonador magnético (Bono, 2007).

Chaleco

El chaleco se coloca antes del ubicar el anillo. El chaleco tiene una porción anterior y posterior. El borde inferior de la porción posterior debe de ubicarse en la vertebral T11 o T12. La mitad anterior del chaleco se coloca y la porción inferior debe de estar a nivel del proceso xifoides. Debe de haber el espacio necesario para permitir la expansión torácica (Bono, 2007).

Zonas seguras para colocar los pernos

Las zonas seguras de los pernos anteriores son 1 cm sobre las cejas, justo encima de los pabellones auriculares, y a nivel o debajo del ecuador de cráneo. El límite de la zona segura está a 1 cm sobre el borde lateral de las cejas, si se colocan más laterales hay riesgo de penetrar el hueso temporal. Cuando se colocan más mediales, hay riesgo de lesionar el nervio supraorbitario y supratroclear (Bono, 2007). Al colocar el anillo debajo del ecuador del cráneo se asegura que los pernos van a

anclarse en el hueso cerca de los 90° que es los que desea biomecánicamente (Ver Figura 28) (Bono, 2007). Las zonas seguras de los pernos posteriores son más amplias y con menos restricciones (Bono, 2007).

En el paciente pediátrico, se deben de usar un mayor número de pernos a menor toque, se pueden usar de 10-12 pernos en diferentes locaciones, pero hay que evitar hueso adelgazado de la región temporal y los senos frontales (Bono, 2007).

El torque de los pernos es de 2 in-lb. Los dispositivos deben ser de menor tamaño y a la medida. En paciente ≥ 11 años se pueden utilizar 4 pernos (Bono, 2007).

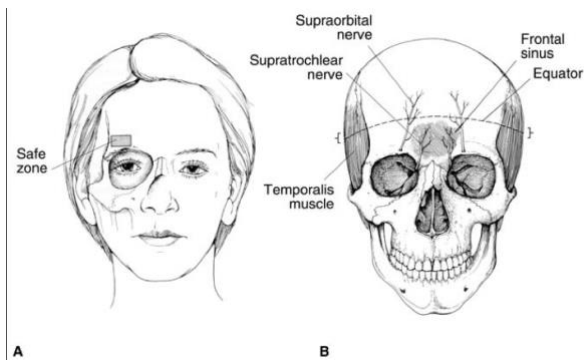
Roye et al. (2020) recomiendan usar un mínimo de 6-8 pernos con un torque de 4-8 lb. Se inicia con poco peso, que sea tolerable para el paciente y refleje su peso corporal. Se aumenta de peso diariamente durante la fase de aumento de peso hasta alcanzar el 50 % del peso corporal en 2 semanas (Benjamin, R, 2020).

Shaw et al. (2021) coinciden en que es importante lograr la fijación con un mínimo de 6-8 pernos. Ellos recomiendan que los pernos se deben de ajustar con una llave dinamométrica, no más de 1 in/lb (55.9mm/kg) por cada año de edad hasta un máximo de unas 8 in/lb (447.9 mm/kg). La tracción aplicada debe ser como máximo del 50 % del peso corporal del paciente. Se debe realizar una valoración neurovascular posterior a la aplicación de peso en la tracción (Shaw et al., 2021).

Se recomienda realizar una tomografía computarizada del cráneo en lactantes antes de aplicar el halo craneal con el objetivo de identificar las zonas seguras; también, utilizar un número mayor de pernos (6-10), aplicando un menor torque (1-2 in-lb). (Mubarak et al., 1989). Estos pacientes necesitan anillos de menor tamaño, idealmente personalizados para que se ajusten al tamaño del cráneo (Mubarak et al., 1989).

Utilizar 8 pernos proporciona mayor rigidez inicial a la fijación con el halo en comparación con los 4 pernos, lo que apoya su uso en paciente pequeños para minimizar los riesgos de penetración, aflojamiento o complicaciones (Letts et al., 1997).

Figura 27. Zonas seguras para insertar los pernos del halo cervical (Bono, 2007).



Nota. A- las zonas seguras para la inserción de los pernos anteriores, aproximadamente 1 cm superior el 1/3 lateral de la órbita (ceja). B- Tener conciencia de las zonas seguras va a evitar la colocación de los pernos muy lateral dentro del delgado hueso temporal (profundo al músculo temporal). Además, evitar lesionar las estructuras mediales que incluye el nervio supraorbitario, nervios supra troclear, y los senos frontales (Bono, 2007).

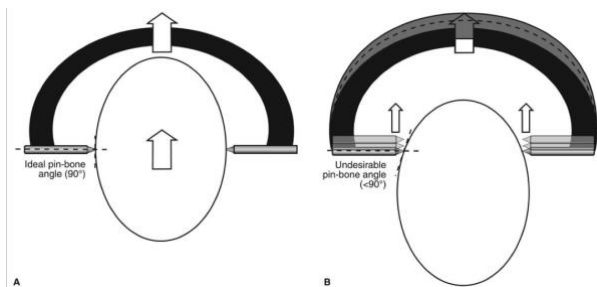
Recomendaciones al momento de colocar un halo- chaleco:

Bono (2007) sugiere las siguientes consideraciones para la colocación del halo- chaleco:

- Lo ideal es que el anillo este paralelo al plano transversal al cráneo, ninguna porción del anillo debe de contactar el pabellón auricular para prevenir necrosis de este. El sitio donde se van a colocar los pernos se limpia con clorhexidina o yodo, se aplica anestesia local en los sitios, incluye la piel y el periostio.
- Se coloca el anillo en la posición ideal, se atornillan los pernos en los orificios del anillo hasta que la punta del perno contacta la piel. Antes de introducir los pernos, se debe de cerrar los párpados del paciente para evitar atrapar el músculo orbicular del ojo.
- No es necesario realizar una incisión a la piel para insertar los pernos.
- Los pernos hay que tensarlos de forma alternada entre frontal derecho/occipital izquierdo y viceversa, lo cual ayuda a mantener la posición del anillo en relación con la cabeza.
- Los pernos necesitan volverse a tensar a las 24-48 horas después de la colocación.

Como aporte personal se debe de tensar los pernos de forma semanal en la consulta por el efecto de la osteólisis alrededor del perno que conlleva al aflojamiento.

Figura 28. Ángulo ideal del perno es a 90° (Bono,C, 2007).



Nota. A- Ángulo ideal del perno es a 90° , para asegurar esto se debe de colocar el perno cerca del ecuador de la cabeza, las flechas indican que la fuerza del anillo se transfiere al cráneo. B- Colocar los pernos y el anillo más arriba va a resultar en que la fijación al hueso en un ángulo no deseado, los que conducirá a que se desplace más fácilmente, no se transfiera completamente la fuerza del anillo al cráneo (Bono, 2007).

Mantenimiento de la tracción

Se debe indicar terapia física, cuidado de la piel y terapia respiratoria o por lo menos a los pacientes con condiciones respiratorias preexistentes (Benjamin, 2020).

Radiografías

Realizar radiografías semanales durante la fase el aumento de peso de la tracción y radiografías quincenales durante el periodo de mantenimiento (Benjamin, 2020).

Examen neurológico

Examinar pares craneales con énfasis en el nervio oculomotor externo, función motora y sensitiva durante el tratamiento con tracción. Al menos, una vez por día (Benjamin, 2020).

Complicaciones

Las complicaciones que puede presentar son aflojamiento de los pernos, infección del sitio de entrada, penetración intracraneana, úlceras cutáneas por presión debido a una inadecuada colocación del anillo (Mubarak et al., 1989).

Con respecto al aflojamiento de los pernos, se reporta un 37 % en adultos y un 36 % niños, los clavos anteriores se aflojan con mayor frecuencia (87 %) y en caso de aflojarse, sin datos de infección solo vuelven a ajustar rotando nuevamente 1 o 2 vueltas. En el caso de que esto falle, se debe colocar nuevos pernos en una ubicación diferente.

La infección del sitio de entrada los pernos (20 % en los adultos y un 39-57 % en niños), la infección puede ser superficial o profunda. Una infección superficial puede tratarse con antibióticos orales como cefalosporina con o sin retiro del perno y una infección profunda puede asociarse osteomielitis y hasta un absceso intracraneal. El tratamiento es remover el perno y colocar uno nuevo en otro sitio, desbridamientos más antibióticos sistémicos (Bono, 2007).

Las lesiones en la piel como necrosis por presión o úlceras son más comunes en adultos mayores en un 2 % a un 11 % de los casos. Sitios más comunes de úlceras son la giba en caso de escoliosis, escapular y esternón (Bono, 2007).

Se ha reportado lesión del nervio supraorbitario en un 2-3 %, dificultad para tragar (disfagia) en el 2 % de los pacientes. En ocasiones, es porque el dispositivo esta con hiperextensión o hiperflexión. Se ha documentado que la penetración intracraneana con punción de la dura se presenta en 1 % a un 4 % de los casos (Bono, 2007).

Las complicaciones a largo plazo incluyen cicatrices poco agradables anterior 9-13 % y dolor en el sitio donde estaban los pernos 13-18 % (Bono, 2007).

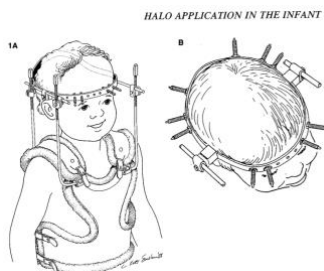
Caird et al., (2006) cita en su texto que la fijación con halo fue descrita por Perry y Nickel para la estabilización de la columna cervical. Hoy en día, la fijación con halo en niños en edad escolar se considera segura y popular con tasas de complicaciones similares a la población adulta. Mubarak et al.(1989) fue el que describió la técnica para la colocación del halo en infantes (≤ 3 años), pero no había estudios en este grupo etario (Caird et al., 2006). Caird et al., en el 2006, colocaron halos en 13 niños entre los 16 meses y 43 meses (promedio de 26 meses), 6 niños pequeños fueron tratados por trauma. A 6 de los pacientes, se colocó el halo para estabilizar la columna después de la artrodesis; 1 paciente fue tratado por tracción con halo por escoliosis congénita.

La mayoría de los niños requirieron chalecos hechos a la medida o modificaciones a los prefabricados y 2 de los primeros pacientes utilizaros yeso corporal. Las infecciones de los pernos fueron las

complicaciones más frecuentes (6 de 13 pacientes, lo cual es similar a lo observado en niños mayores y adultos. Además, se documentó que responden bien al tratamiento con antibiótico oral similar a los niños mayores (Caird et al., 2006). La fijación con halo es segura en niños de 3 años o menos y presenta una tasa de complicación similar a los niños mayores. Sin embargo, los niños pequeños tienen una mayor incidencia de caídas significativas (Caird et al., 2006).

Se observó una alta tasa de fusión con halo. Es una excelente opción para tratar lesiones graves y problemas de inestabilidad cervical en este grupo etario, la utilización del halo permite realizar cirugías más extensas, descompresión y amplia las opciones terapéuticas en la población joven (Caird et al., 2006).

Figura 29. Halo y chaleco personalizado con una superestructura liviana (Mubarak et al., 1989).



Nota. Halo y chaleco personalizado con una superestructura liviana. B-10 sitios donde se colocaron los pernos en el halo para infante. La ubicación usual de los pernos: son 4 pernos anteriores evitando el área temporal, los otros 6 se colocan en el área occipital (Mubarak et al., 1989).

Figura 30. A-Halo chaleco en un niño pequeño con un anillo con múltiples pernos. B- Chaleco modificado para que se ajuste el pequeño torso (Caird et al., 2006).



Halo-chaleco sin pernos

El halo sin pernos evita complicaciones comunes del halo con pernos como la penetración del cráneo, alojamiento de los pernos, infección del sitio de entrada y lesión nerviosa. Está compuesto por una sección torácica y otra craneal ajustable, conectadas al chaleco mediante barras.

Según Bakshi (2015), es una opción segura y eficaz para inmovilización cervical en niños con indicaciones bien seleccionadas (tortícolis muscular congénita, subluxación rotatoria atlantoaxial, fusiones estables y fracturas occipitales estables). Las complicaciones son poco frecuentes y de poca severidad. Requiere vigilancia constante y educación del cuidador. Resume sus ventajas y limitaciones de la siguiente manera:

- Ventajas: aplicación sin sedación ni moldeado, mayor comodidad, menor riesgo en niños con hueso craneal delgado.
- Limitaciones: menor rigidez biomecánica, no recomendado para fracturas o fusiones inestables, requiere alta colaboración del paciente/familia (Bakhshi, 2015).

En el estudio, de 61 pacientes solo 13 pacientes (21 %) tuvieron complicaciones, 11 menores (dermatitis, irritación cutánea, abrasiones) y 2 mayores (1 úlcera por presión y 1 con alopecia permanente) (Bakhshi, H, 2015).

Figura 31. Paciente con un halo sin pernos, colocado en posición neutral (Bakhshi, H, 2015).



Figura 32. Úlcera por presión, la cual resolvió con curaciones (Bakhshi, H, 2015).



Figura 33. Dermatitis en la cara, la cual resolvió al cambiar el halo sin pernos por un collar cervical (Bakhshi, H, 2015).



Tratamiento quirúrgico

La artrodesis C1-C2 es necesaria en casos no responden al manejo conservador. La tasa de fusión eventual en casos crónicos varía desde un 30 a un 80 % (Neal et al. 2015).

Neal et al. (2015) recopilaron diferentes métodos de artrodesis C1-C2, señalaron que Gallie, McGraw y Rusch describieron métodos de alambrado posterior, Brooks y Jenkins describieron fijación con alambre más autoinjerto de cresta iliaca entre C1-C2 y Harms y Melcher describieron la fijación con tornillos en las masas laterales de C1 y pediculares en C2 (Neal et al. 2015).

Ishii et al.(2006) no reportaron recurrencia después de tratar a 7 pacientes con tracción esquelética e inmovilización con halo-chaleco. Sin embargo, en los pacientes con síntomas por >8 semanas que no se logró la reducción con la tracción o que, si se lograba la reducción, pero recurría la subluxación; eventualmente requirieron artrodesis (Ishii et al., 2006).

Pang y Li (2005) utilizaron tracción cervical con halo para casos severos y crónicos o recurrencias. Ellos recomendaban la inmovilización con halo-chaleco posterior a una reducción exitosa y cuando no se lograba la reducción después de 2.5 semanas se indicaba la artrodesis (Pang y Li, 2005).

Técnicas de Artrodesis y fijación cervical

Fusión tipo Gallie

Aunque se han propuesto varias técnicas para lograr la artrodesis C1-C2, la técnica de Gallie es la más confiable y fácil de aplicar en niños.

El alambre tiene dos funciones:

- A- Reposicionar C1 y mantenerlo en su lugar.
- B- Fijar firmemente el injerto óseo en posición.

Ocasionalmente, el arco posterior de C1 no está completamente formado, en estos casos se deben emplear otras técnicas, como el uso exclusivo de injerto óseo asociado a inmovilización mediante halo-chaleco (Weinstein y Flynn, 2014).

En casos con gran inestabilidad y riesgo de lesión neurológica, se prefiere colocar primero al paciente en un halo chaleco o yeso. Puede realizarse bajo anestesia local o general, se procede a reducir y confirmar con radiografías. Posteriormente, se coloca al paciente en posición prono y se procede a realiza la fusión posterior (Weinstein y Flynn, 2014).

Se debe rasurar la región occipital del cráneo y se prepara la cresta ilíaca posterior. La incisión es a nivel de la línea media desde la base del cráneo hasta la apófisis espinosa de C4; se disecciona por planos hasta las apófisis espinosas, se recomienda marcar la apófisis espinosa C2 con una aguja y se confirma con fluoroscopia (Weinstein y Flynn, 2014). En el niño pequeño, la exposición de la base del cráneo o de vértebras adicionales puede resultar en fusión (Weinstein y Flynn, 2014).

Se identifican los niveles involucrados, el arco posterior de C1 y la lámina de C2 y se exponen de forma subperióstica. Es importante recordar que las arterias vertebrales no están protegidas por el foramen óseo a nivel de C1 justo lateral a las carillas articulares. En niños pequeños, esto se encuentra aproximadamente a 1 cm de la línea media; en niños más grandes, aproximadamente a 1.5 cm de la línea media (Weinstein y Flynn, 2014).

En un paciente con subluxación rotatoria C1-C2 no reducida, la lámina de C1 no estará paralela al piso, sino que una de las hemiláminas está dirigida hacia arriba y la otra hacia abajo (Weinstein y Flynn, 2014).

Para preparar el arco de C1 para el paso del alambre por debajo de él, se debe separar el periostio de su superficie anterior del arco posterior de C1. Esto puede lograrse con un elevador neural pequeño y angulado. No es necesario abrir el canal espinal. Después de esto, se puede utilizar una fresa dental para decorticar las láminas expuestas de C1 y C2 (Weinstein y Flynn, 2014).

Se pasa un alambre doblado sobre sí mismo formando un lazo lizo por debajo del arco de C1 de inferior a superior. Se debe tener cuidado de no introducir un alambre con dobleces bruscos. El tamaño del alambre depende tanto del tamaño del niño como de la preferencia del cirujano. Puede utilizarse cualquier calibre entre 18" y 22" (Weinstein y Flynn, 2014).

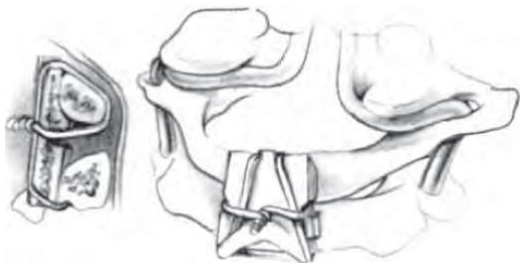
Figura 34. Parte de la técnica de Gallie, el alambre se dobla sobre sí mismo para formar un lazo y se pasa de distal hacia proximal anterior al arco de C1 (Weinstein y Flynn, 2014).



Se obtiene injerto corticoesponjoso, el cual es modelado para ajustarse sobre las lamineas de C1-C2 y se coloca en su lugar. Se pueden agregar pequeños fragmentos de hueso esponjoso debajo del injerto corticoesponjoso. El lazo del alambre debajo del arco de C1 se pasa sobre el injerto y se coloca alrededor de la apófisis espinosa de C2. Se puede realizar un pequeño surco en la base de la apófisis espinosa de C2 para mantener el alambre en su lugar. (Weinstein y Flynn, 2014).

Los dos extremos del alambre que salen por debajo del arco de C1 se tensan y se llevan alrededor de los lados y la parte superior del injerto. Este es el momento cuando el cirujano tensa el alambre; es importante utilizar un alambre flexible y no demasiado grueso. Se recomienda mantener la tensión ya que esto minimiza la posibilidad de que el alambre comprima la médula espinal y facilita su ajuste. Posteriormente, se asegura con un torcedor de alambre. (Weinstein y Flynn, 2014).

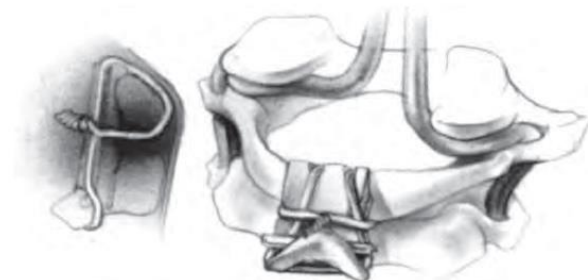
Figura 35. Técnica de Gallie ya terminada, se puede apreciar como el lazo del alambre paso alrededor del injerto, la apófisis espinosa de C2, los extremos distales del alambre se llevan alrededor del injerto y se tensa (Weinstein y Flynn, 2014).



En los niños, la apófisis espinosa de C2 suele ser pequeña y no ofrece mucha resistencia para la fijación del alambre. La técnica del perno de Kirschner en la apófisis espinosa es una alternativa en estos casos. Se introduce un clavo de Kirschner roscado de tamaño apropiado a través de una pequeña incisión lateral en el cuello, atravesando los músculos paravertebrales, y se perfora la apófisis espinosa de C2. Se corta de manera que sobresalga aproximadamente 1 cm a cada lado de la apófisis espinosa de C2 (Weinstein y Flynn, 2014).

A continuación, se coloca el injerto corticoesponjoso que debe encajar por debajo del alambre de Kirschner. El lazo del alambre que viene desde debajo del arco de C1 se tira sobre el injerto y se enrolla alrededor de la apófisis espinosa de C2. Sin embargo, el lazo del alambre quedará por debajo del alambre de Kirschner transversal, lo cual impide que se deslice fuera de la apófisis espinosa (Weinstein y Flynn, 2014).

Figura 36. Técnica del perno de Kirschner en la apófisis espinosa de C2. El lazo del alambre se pasa alrededor del injerto, el proceso espinoso de C2 y el perno de Kirschner ya cortado (Weinstein y Flynn, 2014).



Técnicas alternativas a la técnica de Gallie

Las técnicas alternativas son tornillos transarticulares C1-C2 o tornillos en las masas laterales de C1 y C2 con una conexión mediante placa o barra (Weinstein y Flynn, 2014).

Tornillos transarticulares C1-C2

Consecuentemente, la fijación con tornillo transarticulares C1-C2 han sido una alternativa efectiva porque producen una fijación superior y se puede utilizar la técnica de tornillo de compresión para traccionar el lado desplazado hacia anterior de anillo posterior de C1, particularmente, en la subluxación tipo 2 de Fielding y Hawkins con reducción del desplazamiento rotatorio (Herring, J, 2022).

Esta técnica puede emplearse si existe una reducción anatómica de las carillas articulares C1-C2, pero no es posible si hay una subluxación/fijación rotatoria atlantoaxial o una subluxación anterior del anillo de C1 con respecto al odontoides (Weinstein y Flynn, 2014).

Se expone las carillas articulares de C1-C2. Es necesario visualizar claramente la cápsula de la carilla C2-C3 y la porción superior de la lámina de C3; luego, se expone cuidadosamente el aspecto superior y medial de la masa lateral/pedículo de C2 con un disector tipo Penfield (Weinstein y Flynn, 2014).

La raíz nerviosa de C2 emerge lateralmente desde el canal espinal y pasa por encima de la articulación C1-C2; se disecciona la raíz por debajo y se moviliza utilizando el disector tipo Penfield. Luego, se sigue el techo del pedículo de C2 hasta la articulación facetaria C1-C2. Además, con el disector Penfield se palpa la pared medial del pedículo de C2 (Weinstein y Flynn, 2014).

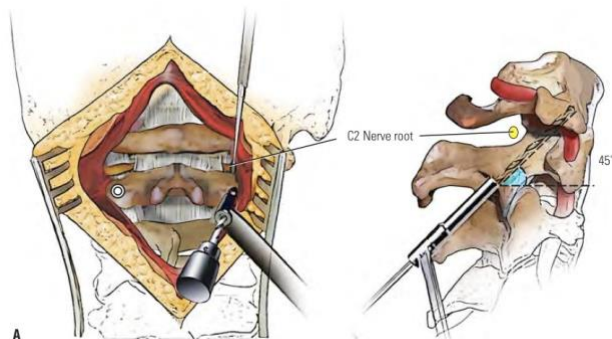
Bajo guía fluoroscópica, se confirma la trayectoria de la guía del tornillo. La trayectoria típica es de 15° en dirección medial (para evitar la arteria vertebral cuando el tornillo ingresa al macizo lateral de C1) y 45° en dirección craneal, cruzando la articulación C1-C2 y terminando en el arco anterior del atlas (Weinstein y Flynn, 2014).

El sitio de entrada en C2 se identifica localizando primero el borde inferomedial de la articulación facetaria C2-C3 sin violar la articulación ni su cápsula. En adultos, el sitio de entrada se encuentra aproximadamente 3 mm superior y lateral al borde inferomedial de la articulación facetaria C2-C3. En niños, esta ubicación debe reducirse proporcionalmente. Las tomografías computarizadas preoperatorias con reconstrucciones sagitales y coronales son necesarias para determinar la trayectoria adecuada, así como el diámetro y la longitud apropiados del tornillo (Weinstein y Flynn, 2014).

Se utiliza una fresa de alta velocidad o iniciador para perforar la cortical externa de la masa lateral de C2 en el punto de entrada. Luego, se dirige una guía del sistema de tornillos canulados o una broca del tamaño adecuado a través del pedículo de C2, cruzando la articulación facetaria C1-C2 y entrando en la masa lateral de C1, apuntando hacia el tubérculo anterior de C1. Se corrobora la posición con fluoroscopia, se mide la profundidad, se tarraja y se coloca los tornillos (Weinstein y Flynn, 2014).

Por último, se decortica las láminas posteriores de C1-C2 y se coloca el injerto óseo. Se puede utilizar el alambrado tipo Gallie como complemento de esta fijación, asegurando el injerto sobre las láminas de C1 y C2 (Weinstein y Flynn, 2014).

Figura 37. Se observa el punto de entrada a 3 mm superior y lateral al borde inferomedial de la faceta C2-C3, la dirección 15° medial y 45° hacia craneal. Siempre identificar y proteger la raíz de C2 (Weinstein & Flynn, 2014).



Tornillos en las masas laterales de C1 y C2 unidos mediante una barra.

El punto de entrada para el tornillo en la masa lateral de C1 se encuentra en la línea media de dicha masa (inmediatamente inferior al arco posterior de C1). Siempre hay que recordar que la raíz nerviosa de C2 emerge lateralmente desde el canal espinal, pasando por encima de la articulación C1-C2 y debe protegerse durante la colocación del tornillo (Weinstein y Flynn, 2014).

Se utiliza una fresa de alta velocidad o iniciador para crear el punto de entrada en C1, la trayectoria de la lezna o la broca debe ser de 0 a 10 grados hacia medial, guiada por fluoroscopia lateral intraoperatoria, orientando la broca hacia la masa lateral de C1 hasta comprometer la cortical anterior. Se mide la profundidad, se tarraja y se coloca el tornillo poliaxial, manteniendo la cabeza del tornillo por encima del arco posterior de C1 (Weinstein y Flynn, 2014).

El punto de inicio del tornillo en C2 es el mismo que para la fijación transarticular C1-C2, pero la trayectoria es más caudal y medial para evitar el foramen transverso (Weinstein y Flynn, 2014). Una vez colocados todos los tornillos, se insertan barras longitudinales contorneadas en las cabezas de los tornillos y se fijan en posición, se decorticar las láminas de C1 y C2 y se coloca el injerto óseo, generalmente antes de colocar el conector transversal (crosslink) (Weinstein y Flynn, 2014).

Esta técnica puede extenderse hacia la columna subaxial utilizando tornillos poliaxiales en las masas laterales o ganchos laminares (Weinstein y Flynn, 2014).

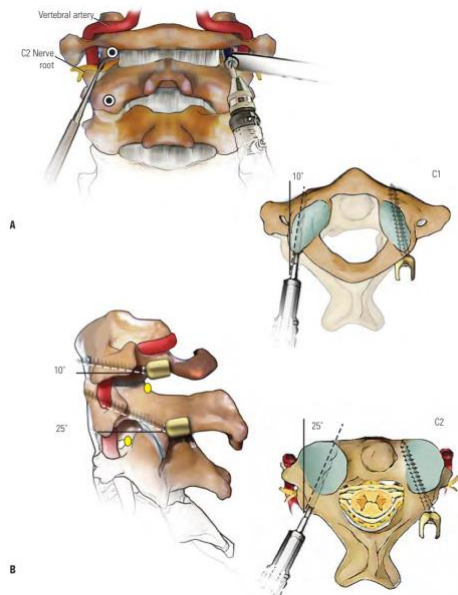
Geck y colaboradores valoraron la viabilidad de colocar un tornillo en C1 en niños pequeños, hallaron que a partir de los 2 años de edad es viable colocar tornillos de diámetro 7-9 mm y 16-18 mm de largo en las masas laterales de C1.

Hay que recordar que la arteria vertebral está el riesgo de ser lesionada durante la disección. Goldstein y colaboradores realizaron un angiograma con tomografía a 549 niños y documentaron que el 97 % de los mismos la arteria vertebral está a 13,9 mm de la línea media de C1, estaba más cercana en paciente <8años (Hedequist et al., 2016).

Chen et al., en el 2020, reportaron un estudio para valorar los resultados iniciales y a largo plazo de la fijación con tornillos pediculares en C1-C2 en subluxación atlantoaxial. Se trataron un total de 21 pacientes con tornillos pediculares y posterior retiro del material al año postquirúrgico. (Chen et al., 2020). Documentaron que todos los pacientes lograron la fusión ósea en promedio a los 4.2 meses (rango de 3 a 6 meses), solo 2 pacientes tuvieron complicaciones menores, una infección superficial del sitio quirúrgico que resolvió con desbridamiento y uno de los tornillos penetra 3 mm más allá de borde anterior del cuerpo vertebral. No hubo complicaciones neurológicas, lesiones de la arteria vertebral ni fuga de líquido cefalorraquídeo; además, se vio que la lordosis cervical aumento posterior al retiro del implante de 15° a 19° pero no era una diferencia significativa y no presentaron inestabilidad subaxial (Chen et al., 2020).

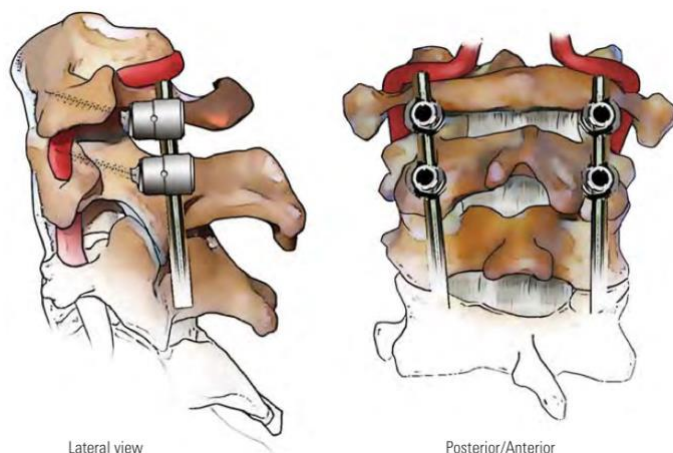
Chen et al., en el 2020 concluyeron que la fijación con tornillos pediculares es una técnica segura y eficaz en pacientes pediátricos y que el retiro de los implantes no represento un riesgo mayor de deformidad ni de inestabilidad. No obstante, señalan que aún no está claro si el retiro temprano de la instrumentación tiene algún efecto sobre la alineación sagital de la columna cervical, aunque podría ser una estrategia para prevenir el aumento de la lordosis. (Chen et al., 2020).

Figura 38. Punto de entrada y trayectoria de los tornillos en las masas laterales C1 y C2 (Weinstein y Flynn, 2014).



Nota. A- Punto de entrada de C1 es a nivel de la línea media de las masas laterales y la trayectoria en el plano sagital se inclina 10° hacia cefálico y en el plano transversal se inclina 10° hacia medial. B- Punto de entrada de C2 es 3 mm superior y lateral al borde inferomedial de la faceta C2-C3 y la trayectoria de los tornillos en el plano sagital se inclina 25° hacia cefálico y en el plano transversal se inclina 25° hacia medial, se debe evitar el foramen transverso y siempre proteger la raíz de C2 (Weinstein y Flynn, 2014).

Figura 39. Tornillos en las masas laterales de C1 y C2, ya con las barras contorneadas (Weinstein y Flynn, 2014).



Técnicas para colocar tornillos en la masa lateral vertebras subaxiales: las técnicas de Roy-Camille y de Magerl.

En la técnica de Roy-Camille, el punto de inicio es en el centro de la masa lateral, la trayectoria en el plano sagital es perpendicular y en el plano transversal se inclina 10° hacia lateral (Weinstein y Flynn, 2014).

La técnica de Magerl utiliza un punto de inicio ligeramente medial y superior al centro de la masa lateral. En el plano sagital, el tornillo se orienta paralelo a la superficie de la carilla articular superior (típicamente con una inclinación de 15° a 30° craneal) y en el plano transversal se inclina de 25° a 35° lateral, de manera que la punta del tornillo se ancle en la porción superior y lateral de la cortical ventral de la faceta superior. Se utiliza guía fluoroscópica para determinar la trayectoria exacta en el plano sagital (Weinstein y Flynn, 2014).

Después de la colocación bilateral de los tornillos poliaxiales, se contornea las barras, se insertan dentro de los tornillos y se colocan los tapones de estos. Por último, se realiza la decorticación de los elementos posteriores y se coloca el injerto óseo para lograr la artrodesis, seguido de la colocación de los conectores transversos (crosslinks) (Weinstein y Flynn, 2014).

Figura 40. Se observan las dos técnicas para colocar tornillos en las masas laterales de las vértebras subaxiales, la técnica de Roy-Camille y la técnica de Magerl el punto rojo marca el punto de entrada más medial (Weinstein y Flynn, 2014).

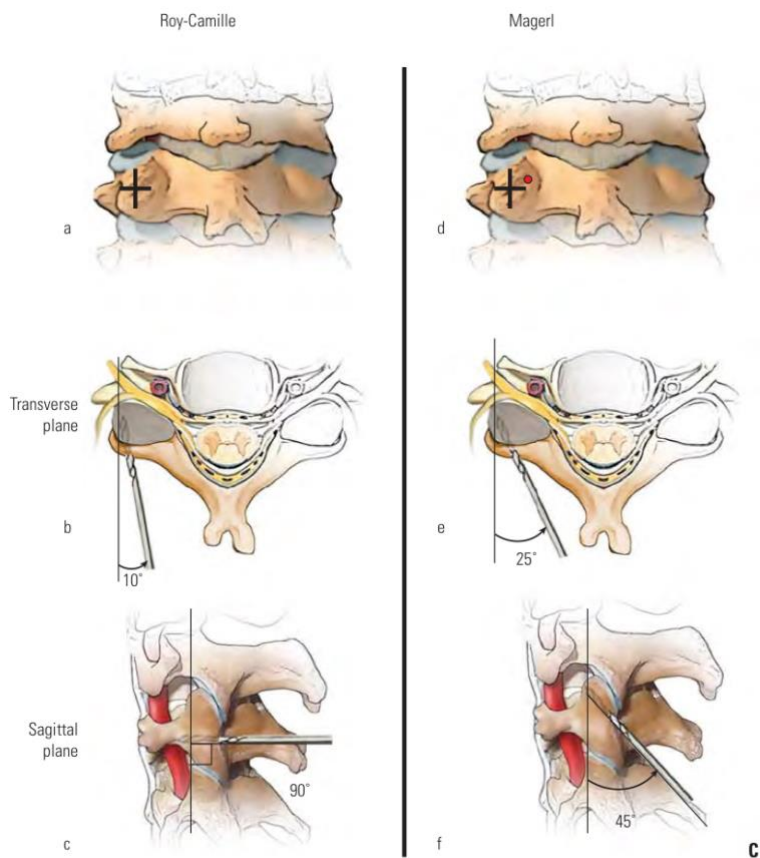
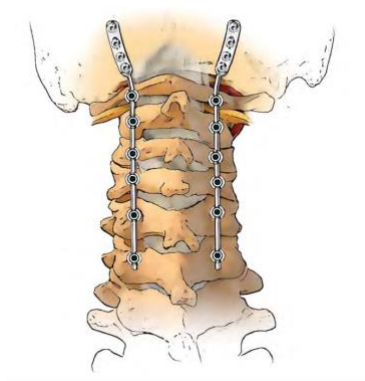


Figura 41. Fijación se puede extenderse al occipucio (Weinstein y Flynn, 2014).



Muchos fabricantes ofrecen placas occipitales que se convierten en barras para la fijación de la columna cervical. Cuando se utiliza esta técnica, típicamente es mejor colocar primero el tornillo en la masa lateral de C2, seguido de los tornillos en las masas laterales subaxiales. Luego, se selecciona y se contornea el sistema placa-barra adecuado. El sistema placa-barra se conecta a los tornillos mediante conectores. Cuando la placa se posiciona contra el occipucio, se perforan orificios en la cortical externa del mismo y se colocan los tornillos occipitales del tamaño apropiado (Weinstein y Flynn, 2014).

Fijación transoral de C1-C2

Fue un estudio retrospectivo de 15 casos pediátricos, la edad promedio fue de 9 años (rango 6–13 años), con subluxación rotatoria atlantoaxial fija. Se dividieron según la clasificación Fielding y, de los 15 pacientes, 3 pacientes eran tipo II y 12 pacientes eran tipo III, los cuales fueron tratados mediante liberación de las articulaciones facetaria C1-C2 por un abordaje transoral, se colocó injerto óseo y se fijaron con placa transoral delgada de reducción y fijación (Slim-TARP). (Wang et al., 2023).

Los resultados del estudio fueron que se logró una reducción completa en los 15 casos. De igual manera, se obtuvo la fusión ósea en todos los casos. En un promedio de 3.6 meses, la torticolis corrigió en una 100 %, el tiempo quirúrgico en promedio fue de 129 minutos y con una pérdida sanguínea de 83 ml. (Wang et al., 2023). Las complicaciones fueron fiebre postquirúrgica en 3 pacientes que resolvieron con antibiótico y antipiréticos e irritación a nivel de faringe que fue autolimitada. No hubo infecciones profundas ni lesiones vasculares o déficit neurológico ni fallas de los implantes. (Wang et al., 2023).

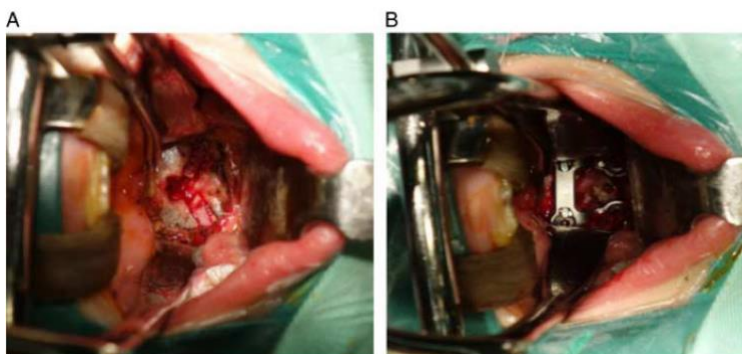
El abordaje transoral para la placa transoral delgada de reducción y fijación (slim-TARP) es una opción quirúrgica segura y eficaz para el tratamiento de la subluxación rotatoria atlantoaxial fija en la población pediátrica. Permite reducir y estabilizar directamente el complejo C1–C2 sin necesidad de un abordaje posterior. Requiere planificación cuidadosa preoperatoria, especialmente, evaluación vascular. (Wang et al., 2023).

Figura 42. Técnica de reducción de la subluxación C1-C2, más injerto óseo y fijación con placa (Wang, J, 2023).



Nota. A- Se inserta un osteótomo en el espacio de la articulación facetaria para distraer y desbloquear la articulación mediante efecto de palanca y rotación vertical. B- Se fijó C1 con la placa transoral delgada de reducción y fijación (slim-TARP) con dos tornillos en las masas laterales. Luego, se acopla el retractor de la placa y se colocan tornillos temporales en el axis. Al girar la tuerca del retractor, se empujó la masa lateral del atlas para completar la reducción. C- Finalmente, el complejo atlantoaxoideo es fijado con la placa anterior de reducción transoral delgada y los tornillos definitivos de C2. (Wang et al., 2023).

Figura 43. A- se implantaron dos bloques de injerto óseos, extraídos de la cresta ilíaca, en ambos espacios articulares de las masas laterales C1-C2 (flecha). B- Complejo C1-C2 fue fijado con una placa delgada anterior de reducción transoral (Wang et al., 2023).



Guías de Manejo

Figura 44. Algoritmo propuesto para el manejo conservador para la subluxación atlantoaxial negligente o resistente. (Chechik et al., 2013).

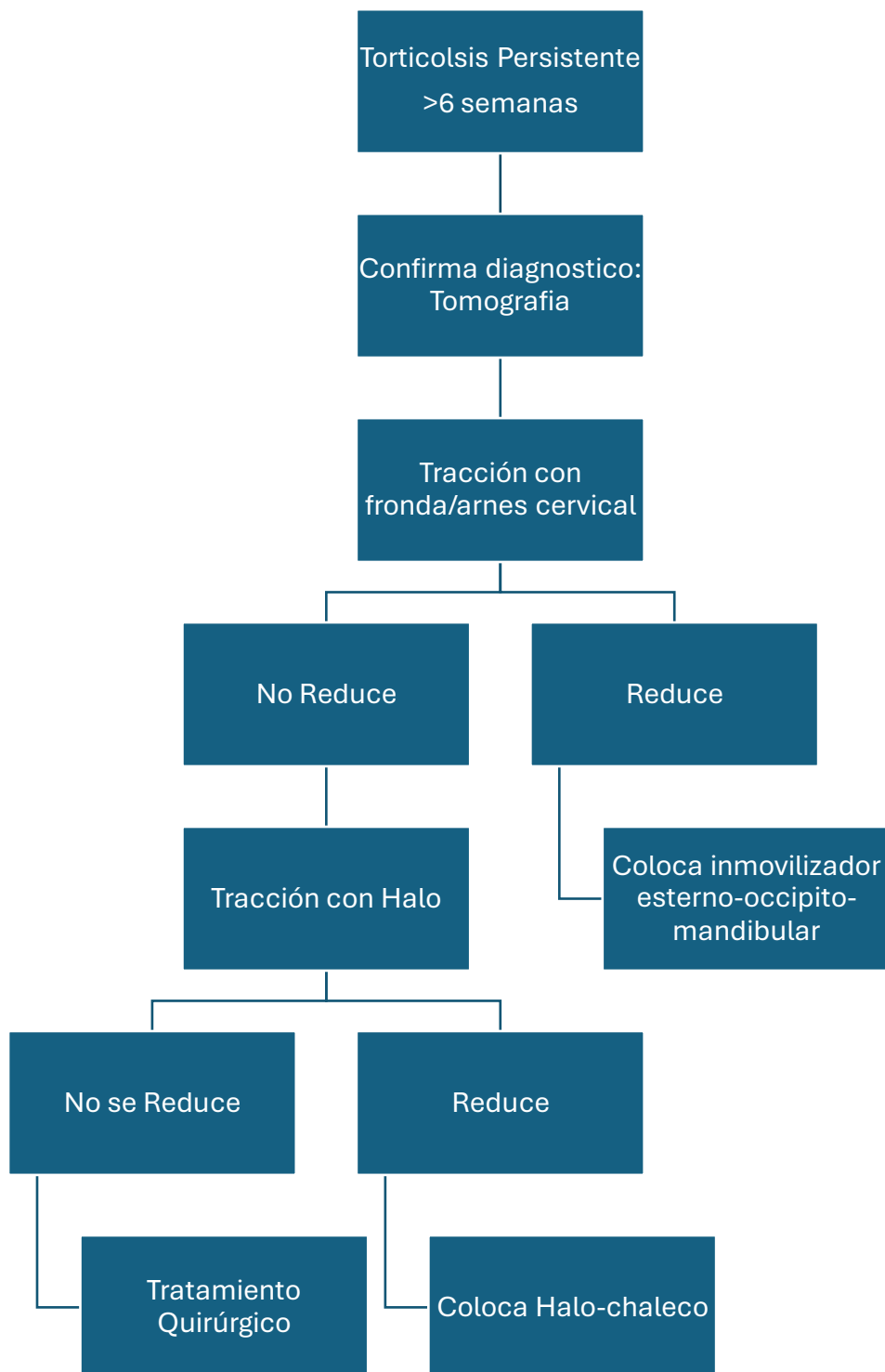
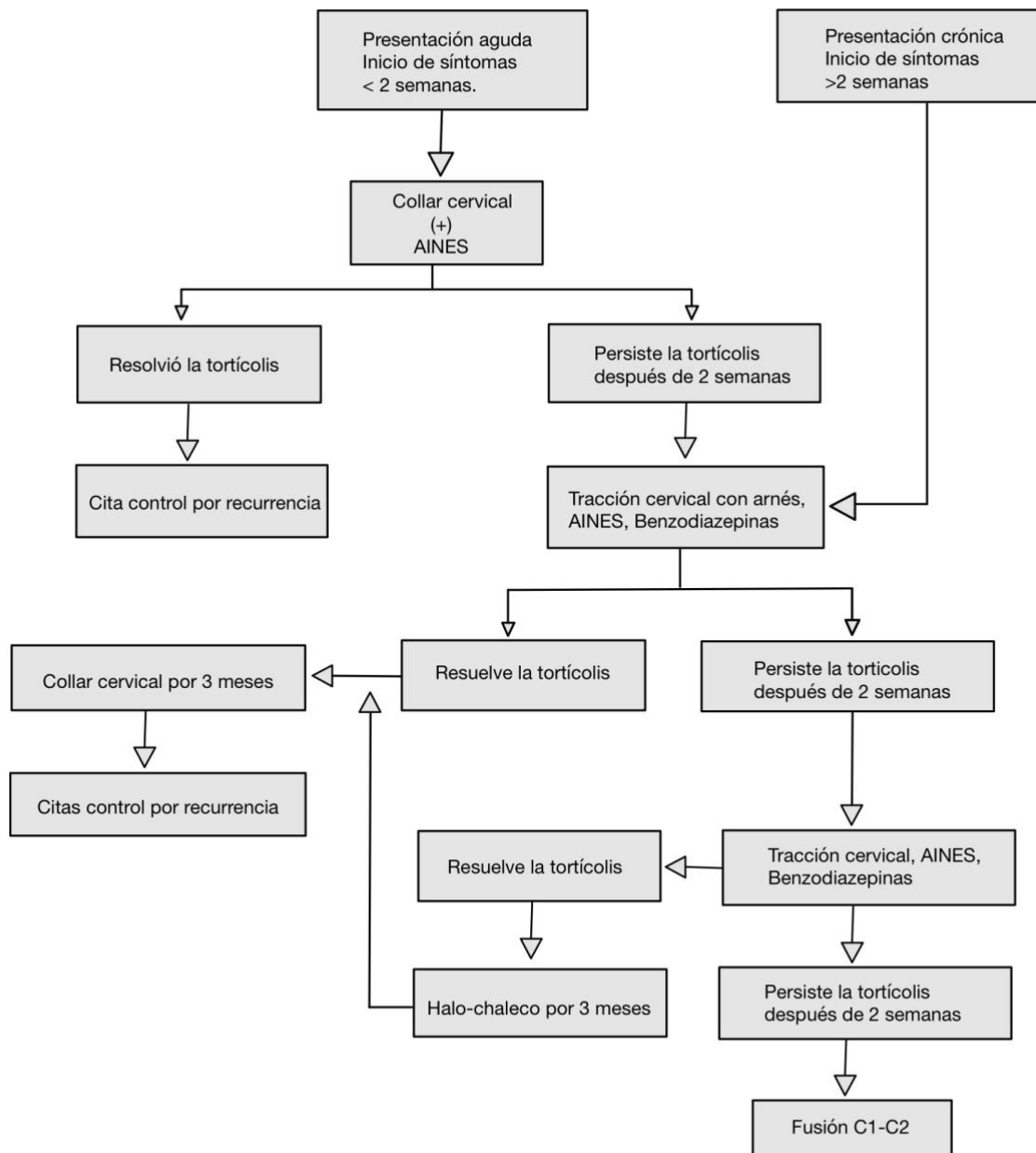


Figura 45. Algoritmo de manejo de la Subluxación rotatoria atlantoaxial (Neal et al. 2015).



Complicaciones

Aunque el tratamiento conservador es exitoso en la mayoría de los casos, pueden surgir complicaciones, especialmente, si el diagnóstico o el tratamiento se retrasan. Estas incluyen subluxación fija al no lograrse la reducción, dolor cervical crónico o rango de movimiento limitado (Neal et al., 2015).

En casos severos de subluxación, puede presentar compresión medular, lo que puede resultar en lesiones neurológicas permanentes (Neal et al., 2015).

La recurrencia de la subluxación se da especialmente, en pacientes que iniciaron el tratamiento tardíamente, pacientes con hiperlaxitud ligamentosa y paciente con mala adherencia al tratamiento (Neal et al., 2015).

Otras complicaciones quirúrgicas son infecciones, pérdida de la fijación, pseudoartrosis (fusión incompleta) y lesiones neurológicas intraoperatorias (Neal et al., 2015).

El retraso en el diagnóstico disminuye las posibilidades de lograr la reducción con tracción, y aumentar la tasa de recurrencia de la subluxación atlantoaxial después de la reducción y puede conducir a la necesidad de una fusión cervical (Chechik et al., O, 2013).

Las enfermedades del tejido conectivo como síndrome de Marfán, Ehler-Danlos, y trisomía 21 son condiciones genéticas que se caracterizan por piel hiperextensible o hiperelástica, hipermovilidad articular o fragilidad del tejido. El tejido blando es friable lo que representa un alto riesgo de complicaciones de la herida quirúrgica como dehiscencias o infecciones. (Porter et al., 2017).

También hay que recordar que los pacientes pediátricos que ameritan resolución quirúrgica por tumores, postradiación o cifosis posterior algún procedimiento, neurofibromatosis, o displasia esqueléticas tienen mayor riesgo de infecciones profundas que la población normal. (Porter et al., 2017).

Discusión

La mayoría de las subluxaciones atlantoaxiales son 2ª a un proceso inflamatorio o traumático a nivel de cabeza y cuello, (Neal et al., 2015). Se presentan con inclinación de la cabeza más contractura del músculo esternocleidomastoideo al mismo lado de la barbilla y cervicalgia. (Phillips y Hensinger, 1989). Se debe hacer diagnóstico diferencial de otras causas de tortícolis dolorosas como fracturas, lesiones tumorales, abscesos retrofaríngeos o linfáticos, espondilodiscitis. (Herring, 2022).

Neal et al., Herring y Stephan et al. coinciden en que la anatomía cervical del paciente pediátrico es diferente; tienen mayor laxitud ligamentosa, la configuración facetaria y la proporción cabeza-cuello, por lo cual los niños son más susceptibles a la subluxación rotatoria atlantoaxial. Además, hay una conexión directa entre el plexo venoso periodontoidal y las venas faríngeo-vertebrales de la faringe posterosuperior, por donde pueden viajar los agentes inflamatorios entre faringe y el complejo C1-C2. (Neal et al., 2015, Stephan et al., 2021 y Herring, 2022).

La clasificación de Fielding y Hawkins es la clasificación más utilizada, se ha visto que el tipo I es la más frecuente, (Spinnato et al., 2021). Hay autores como Erman (2013) que la consideran insuficiente para guiar el tratamiento de subluxación rotatoria atlantoaxial y sugieren modificarla e integrar otros estudios de imagen como la tomografía computarizada tridimensional y la resonancia magnética, con el fin de valorar la anatomía y mejorar el tratamiento.

Pero hay que recordar que el diagnóstico, principalmente clínico, Alanay et al. reportaron, en el 2002, que la utilización de la tomografía computarizada o la resonancia magnética no refleja algún cambio en el manejo inicial de la subluxación rotatoria atlantoaxial y debido que la mayoría de los pacientes resuelven con analgesia y collar cervical. (Alanay et al., 2002; Hicazi et al., 2002).

La importancia de un diagnóstico temprano es evitar complicaciones como cervicalgia, limitación en los arcos de movilidad del cuello, compresión medular en subluxaciones graves que resulten en secuelas permanentes para el paciente. Además, disminuye el riesgo de recurrencias y evitar someter al paciente a una intervención quirúrgica. (Neal et al., 2015).

La presencia del síndrome de Grisel y una rotación cervical significativa son los principales predictores de mala evolución o tratamiento prolongado. (Spinnato et al., 2021).

El manejo de la subluxación rotatoria atlantoaxial varía según el autor, no hay un protocolo establecido, debido que la mayoría de los estudios son reportes de casos o series con poblaciones pequeñas. (Neal et al., 2015).

En caso de que falle el tratamiento con collar cervical y AINES, se debe de utilizar tracción cervical e inmovilización con halo-chaleco, la tracción con fronda/arnés es controversial debido que se puede lesionar la articulación temporomandibular. (Chechik et al., 2013).

Phillips y Hensinger (1989) sugirieron que el tratamiento se debía basar en la duración de los síntomas, los pacientes con síntomas por <1 semana se inmovilizan con collar cervical más analgesia; los pacientes con síntomas por >1 semana, pero <1 mes se utiliza tracción cervical y se inmoviliza por 6 semanas; y en los pacientes con síntomas por >1 mes se recomendaban realizar artrodesis. No obstante, Abdul et al. (2023) recomendó realizar reducción cerrada más inmovilización con halo-chaleco en pacientes con síntomas de 6-12 semanas de evolución.

Existen varias opciones de manejo quirúrgico como fusión con alambre de Gallie que es la opción clásica, pero con el paso del tiempo se fueron desarrollando otras técnicas como artrodesis con tornillos transarticulares C1-C2, artrodesis con tornillos en las masas laterales de C1-C2. (Neal et al., 2015). La artrodesis a través de un abordaje transoral más fijación con placa, todas con buena tasa de fusión, pero técnicamente difíciles y con riesgo de lesionar estructuras adyacentes. (Wang, J, 2023). El manejo quirúrgico de igual manera tiene sus complicaciones como infección del sitio quirúrgico, lesión de la arteria vertebral, no unión, lesiones neurológicas tanto medular como de las raíces de C1-C2 y sangrado. (Neal et al., 2015)..

Conclusiones

1. La subluxación rotatoria atlanto-axial representa un espectro de enfermedad que va desde un espasmo muscular hasta un bloqueo mecánico fijo que impide la reducción del complejo atlantoaxial.
2. La presentación clásica de los niños con subluxación rotatoria C1-C2 es cervicalgia y tortícolis.
3. La subluxación rotatoria C1-C2 es secundaria a un proceso inflamatorio o traumatismo en la región de cabeza y cuello.
4. El pronóstico de la subluxación rotatoria atlantoaxial en niños suele ser buena, especialmente si el diagnóstico se realiza en fases tempranas y se inicia tratamiento conservador adecuado.
5. La anatomía cervical del paciente pediátrico es diferente, lo que los hace más susceptibles a subluxación.
6. El diagnóstico se basa en la sospecha clínica, puede confirmarse con tomografía computarizada tridimensional y, cuando se requiera, resonancia magnética.
7. En la actualidad, la radiografía transoral de columna cervical es poco útil.
8. El tratamiento incluye observación, uso de collar cervical, analgésicos, tracción cervical con halo-chaleco y fusión posterior C1-C2.
9. El factor más importante para el éxito del manejo conservador es tiempo que transcurre desde el inicio de los síntomas al inicio de tratamiento.
10. La subluxación rotatoria evolucionada es infrecuente tanto en la literatura como en nuestro medio.
11. La mayoría de los pacientes resuelven la subluxación aguda de forma espontánea o con manejo conservador.
12. Un diagnóstico tardío puede resultar en dolor cervical crónico, limitación en la movilidad C1-C2, deformidad fija, recurrencia de la subluxación y síntomas neurológicos.
13. Los factores que pueden influir negativamente en el pronóstico son un diagnóstico tardío, subluxación irreducible, inestabilidad ligamentosa, síndrome de Grisel, que asocie un déficit neurológico.
14. La intervención quirúrgica debe considerarse en subluxaciones crónicas, irreductibles o que cursen con compromiso neurológico.
15. El objetivo es estabilizar complejo C1-C2 con una artrodesis, la cual puede ser con alambres, tornillos transarticulares y tornillos en las masas laterales.

16. La fusión a través de un abordaje transoral con placa, recientemente, ha tenido buenos resultados y con pocas complicaciones.

Referencias

- Abdul Latiff, A., Muhamad Ariffin, M.H., Kumar, N. (2023). Successful Cases of Closed Reduction of Chronic Traumatic Atlantoaxial Rotatory Dislocation: A Report of Two Cases. *Cureus*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37090403/>
- Azar, F. M., Canale, S. T., y Beaty, J. H (Eds.). (2021), Campbell's operative orthopaedics (14 ed., pp. 1987-1991). Elsevier.
- Bakhshi, H., Kushare, I., Banskota, B., Nelson, C., Dormans, J.P. (2015). Pinless halo in the pediatric population: indications and complications. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 35(4), 374–378. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25075888/>
- Been, H.D., Kerkhoffs, G.M., Maas, M. (2007). Suspected atlantoaxial rotatory fixation-subluxation: the value of multidetector computed tomography scanning under general anesthesia. *Spine*, 32(5), E163–E167 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17334278/>
- Beier, A. D., Vachhrajani, S., Bayerl, S. H., Aguilar, C. Y. D., Lamberti-Pasculli, M., & Drake, J. M. (2012). Rotatory subluxation: experience from the Hospital for Sick Children. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 9(2), 144-148. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22295918/>
- Bono, C. M. (2007). The Halo Fixator. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 15(12), 728-737. https://journals.lww.com/jaaos/fulltext/2007/12000/the_halo_fixator.6.aspx
- Caird, M. S.; Hensinger, R.N.; Weiss, N. C. O.; Farley, F. A. . Complications and Problems in Halo Treatment of Toddlers: Limited Ambulation is Recommended. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 26(6),750-752. https://journals.lww.com/pedorthopaedics/abstract/2006/11000/complications_and_problems_in_halo_treatment_of.11.aspx
- Chechik, O., Wientroub, S., Danino, B., Lebel, D. E., y Ovadia, D (2013). Successful conservative treatment for neglected rotatory atlantoaxial dislocation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 33(4), 389–392. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23653027/>

- Copley, L. A.; Dormans, J. P.. (1988). Cervical Spine Disorders in Infants and Children. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 6(4), 204-214. https://journals.lww.com/jaaos/abstract/1998/07000/cervical_spine_disorders_in_infants_and_children.2.aspx
- Cuevas, Y, Schonhaut, L, Espinoza, A., Schonstedt, V., Aird, A., y Castoldi, F. (2015). Discopatía calcificante de la infancia: una infrecuente causa de torticollis adquirida. Caso clínico. *Revista chilena de pediatría*, 86(3), 200-205. <https://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.03.002>.
- Erman, T., y Gezerkan, Y. (2013). Is the Fielding Classification System Enough for Managing Atlantoaxial Rotatory Dislocation?. *Neurosurgery Quarterly*, 23(3), 145-147. https://journals.lww.com/neurosurgery-quarterly/abstract/2013/08000/is_the_fielding_classification_system_enough_for.1.aspx
- Etus V. (2016). Torticollis in children: an alert symptom not to be turned away. *Child's Nervous System*, 32(2):231-232. . <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26635023/>
- Hedequist, D. J.; Emans, J. B.. Cervical Spine Instrumentation in Children. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 24(6), 370-378. https://journals.lww.com/jaaos/abstract/2016/06000/cervical_spine_instrumentation_in_childr_en.6.aspx
- Herring, J. A. (2022), *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics* (6ª ed. Pp. 89-116) Elsevier.
- Hicazi A., Acaroglu E., Alanay A., Yazici M., Surat A. (2002). Atlantoaxial rotatory fixation-subluxation revisited: a computed tomographic analysis of acute torticollis in pediatric patients. *Spine*, 27(24), 2771-2775. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12486345/>
- Ishii, K., Chiba, K., Maruiwa, H., Nakamura, M., Matsumoto, M., Toyama, Y.. (2006). Pathognomonic radiological signs for predicting prognosis in patients with chronic atlantoaxial rotatory fixation. *Journal of Neurosurgery: Spine*;5(5), 385-391. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17120886/>
- Jones, R. W. Spontaneous Hyperæmic Dislocation of the Atlas. (1932). *Proceedings of the Royal Society of Medicine*,25(4):586-590. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19988598/>

- Jones, T. M.; Anderson, P. A.; Noonan, K. J. . (2011). Pediatric Cervical Spine Trauma. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 19(10), 600-611. https://journals.lww.com/jaaos/abstract/2011/10000/pediatric_cervical_spine_trauma.4.aspx
- Kim, D. H.; Hilibrand, A. S. . (2005). Rheumatoid Arthritis in the Cervical Spine. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13(7), 463-474. https://journals.lww.com/jaaos/abstract/2005/11000/rheumatoid_arthritis_in_the_cervical_spine.6.aspx
- Letts, M., Girouard, L., Yeadon, A. (1997). Mechanical Evaluation of Four- Versus Eight-Pin Halo Fixation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 17(1), 121-124. https://journals.lww.com/pedorthopaedics/abstract/1997/01000/mechanical_evaluation_of_four_versus_eight_pin.25.aspx
- Limpaphayom, N., Kohan, E., Huser, A., Michalska-Flynn, M., Stewart, S., Dobbs, M.. (2019). Use of Combined Botulinum Toxin and Physical Therapy for Treatment Resistant Congenital Muscular Torticollis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 39(5),. https://journals.lww.com/pedorthopaedics/abstract/2019/05000/use_of_combined_botulinum_toxin_and_physical.7.aspx
- Lin, C. J., Lin R. M., Wu M. H. (1995) Atlantoaxial rotatory instability secondary to odontoid hypoplasia as a cause of acute torticollis in children: report of one case. *Zhonghua Min Guo Xiao Er Ke Yi Xue Hui Za Zhi*;36(6),448-451. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8592935/>
- Litrenta, J., Bi, A. S., Dryer, J. W. Klippel-Feil Syndrome: Pathogenesis, Diagnosis, and Management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 29(22), 951-960. https://journals.lww.com/jaaos/abstract/2021/11150/klippel_feil_syndrome_pathogenesis_diagnosis.2.aspx.
- López-Monzón, M., Vivar, A., Gallo, D., Aguilar, A. (2022). Síndrome de Sandifer. *Revista Médica del Colegio de Médicos y Cirujanos de Guatemala*, 161(3):282-284. <https://revistamedicagt.org/index.php/RevMedGuatemala/article/view/495>

- McGuire, K. J., Silber, J., Flynn J. M., Levine, M., Dormans, J.P. (2002). Torticollis in children: Can dynamic computed tomography help determine severity and treatment *Journal of Pediatric Orthopaedics*,22(6),766-770. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12409905>
- Mubarak, S. J., Camp, J. F. ; Vuletich, W., Wenger, D. R. ; Garfin, S. R. . (1989). Halo Application in the Infant. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 9(5), 612-614, .
https://journals.lww.com/pedorthopaedics/abstract/1989/09010/halo_application_in_the_infant.21.aspx
- Neal, K. M.; Mohamed, A. S.. (2015). Atlantoaxial Rotatory Subluxation in Children. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23(6), 382-392.
https://journals.lww.com/jaaos/abstract/2015/06000/atlantoaxial_rotatory_subluxation_in_children.8.aspx
- Pang, D., Li, V. (2005). Atlantoaxial rotatory fixation: part 2--new diagnostic paradigm and a new classification based on motion analysis using computed tomographic imaging. *Neurosurgery*,,57(5), 941-953.. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16284564/>
- Phillips, W. A, Hensinger R. N. (1989). The management of rotatory atlanto-axial subluxation in children. *The Journal of Bone and Joint Surgery—American Volume*;71(5),664-8.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2732254/>
- Porter, D. A.,; Glotzbecker, M. P., Hresko, T. M. ; Hedequist, D. J. . (2017). Deep Surgical Site Infections Following Pediatric Cervical Spine Surgery. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 37(8),553-556.
https://journals.lww.com/pedorthopaedics/abstract/2017/12000/deep_surgical_site_infections_following_pediatric.8.aspx
- Roye, B. D., Campbell, M. L., Matsumoto, H., Pahys, J. M., Welborn, M. C., Sawyer, J., Fletcher, N. D., McIntosh, A. L., Sturm, P. F., Gomez, J. A., Roye, D. P., Lenke, L. G., Vitale, M. G. . (2020). Establishing Consensus on the Best Practice Guidelines for Use of Halo Gravity Traction for Pediatric Spinal Deformity. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 40(1), e42-e48.
https://journals.lww.com/pedorthopaedics/abstract/2020/01000/establishing_consensus_on_the_best_practice.15.aspx

- Shaw, K. A., Griffith, M., Schmitz, M. L., Brahma, B., Fletcher, N. D., Murphy, J. S. (2021). Application of a Halo Fixator for the Treatment of Pediatric Spinal Deformity. *JBJS Essential Surgical Techniques*, 11(1). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34123553/>
- Spinnato, P., Zarantonello, P., Guerri, S., Barakat, M., Carpenzano, M., Vara, G., Bartoloni, A., Gasbarrini, A., Molinari, M., y Tedesco, G. (2021). Atlantoaxial rotatory subluxation/fixation and Grisel's syndrome in children: clinical and radiological prognostic factors. *European Journal of Pediatrics*, 180(2),441-447. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33064218/>
- Stephan, S., Andras, L., Skaggs, D., y Illingworth, K. (2021). C1-C2 Distraction Ligamentous Injury Treated with Halo-Vest Application. *JBJS Case Connector*, 11 (1), <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33729184/>
- Van Berkel, B., Suetens, K., Breyssem, L. (2021). Cervical Spondylodiscitis in an Infant with Torticollis. *Journal of the Belgian Society of Radiology*, 105(1), 35., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34164600/>
- Wang, J., Xia, H., Ma, X. Y., Fu, S., Tu, Q., Xu, J., Yi, H., Zhu, C. (2023). Treating Pediatric Irreducible Atlantoaxial Rotatory Fixation (IAARF) by Unlocking Facet Joint Through Transoral Approach and Fixing With Slim-TARP Plate (15 Cases Series). *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 43(2),83-90. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36607918/>
- Weinstein, S. L., y Flynn, J. M. (Eds.). (2014). *Lovell and Winter's pediatric orthopaedics* (7ma ed., Vol. 1. pp. 839-853). Lippincott Williams y Wilkins.