

Análisis con resonancia magnética de la posición de la amígdala cerebelosa antes de la corrección instrumentada por vía posterior y después de ella en pacientes con escoliosis idiopática del adolescente

SANTIAGO T. BOSIO, MIGUEL PUIGDEVALL, JORGE HOKAMA, RUBÉN MAENZA

Sector Ortopedia Infantil y Columna Pediátrica, Hospital Italiano de Buenos Aires

Recibido el 24-3-2015. Aceptado luego de la evaluación el 28-8-2015 • Dr. SANTIAGO T. BOSIO • santiago.bosio@hospitalitaliano.org.ar

Resumen

Objetivo: Analizar, con resonancia magnética, las variaciones de posición de la amígdala cerebelosa, antes de corregir la deformidad espinal mediante una artrodesis vertebral posterior instrumentada y después, en pacientes con escoliosis idiopática del adolescente sin sintomatología neurológica.

Materiales y Métodos: Se evaluaron retrospectivamente 40 pacientes con escoliosis idiopática del adolescente, sin síntomas neurológicos y sometidos a una artrodesis vertebral posterior instrumentada para corregir la deformidad espinal. A todos se les realizó una resonancia magnética de la fosa cerebral posterior y de la columna cervical, antes de la cirugía espinal y después de ella.

Resultados: La magnitud preoperatoria promedio de la curva escoliótica fue de 53,15° y la de la cifosis torácica fue de 35,42°. En el posoperatorio inmediato, la magnitud promedio fue de 7,45° y de 27,87°, respectivamente. El valor promedio de la longitud de la columna en el plano coronal fue de 44,5 cm en el preoperatorio y de 48,27 cm en el posoperatorio. El valor promedio de la longitud de la columna vertebral en el plano sagital fue de 50,87 cm en el preoperatorio y de 55,13 cm en el posoperatorio. No se observó una diferencia significativa respecto de la posición de la amígdala cerebelosa en las mediciones antes de corregir la deformidad espinal y después ($p = 0,6042$).

Conclusión: No se observó una variación significativa en la ubicación de la amígdala cerebelosa respecto del agujero occipital en pacientes con escoliosis idiopática del adolescente que fueron sometidos artrodesis vertebral posterior instrumentada para corregir la deformidad espinal.

Palabras clave: Escoliosis idiopática del adolescente; amígdala cerebelosa; malformación de Arnold-Chiari; artrodesis vertebral posterior.

Nivel de Evidencia: III

MAGNETIC RESONANCE IMAGING EVALUATION OF THE POSITION OF THE CEREBELLAR TONSIL BEFORE AND AFTER POSTERIOR SPINAL FUSION IN ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS

Abstract

Objective: To evaluate variations in cerebellar tonsil position after posterior spinal fusion in neurologically intact patients with adolescent idiopathic scoliosis.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflicto de intereses.

Methods: We retrospectively evaluated 40 patients with adolescent idiopathic scoliosis and no neurological symptoms that underwent posterior spinal fusion. Anteroposterior and sagittal standing radiographs, and sagittal hindbrain MRI were performed in all patients before and after spinal surgery. We evaluated variations in cerebellar tonsil position in relation to spinal correction and spinal elongation after posterior spinal fusion.

Results: Mean preoperative magnitude of the curve was 53.15° and thoracic kyphosis was 35.42°. Mean postoperative values were 7.45° and 27.87°, respectively. The average length of the spine in the coronal plane was 44.5 cm in preoperative x-rays and 48.27 cm in postoperative x-rays. The average length in the sagittal plane was 50.87 cm in preoperative x-rays and 55.13 cm in postoperative x-rays. There was no significant difference in the position of the cerebellar tonsil before and after spinal correction ($p = 0.6042$).

Conclusion: Position of the cerebellar tonsil did not change with posterior spinal fusion in patients with adolescent idiopathic scoliosis.

Key words: Adolescent idiopathic scoliosis; cerebellar tonsil; Arnold-Chiari malformation; posterior spinal fusion.
Level of Evidence: III

Introducción

Determinar la posición de la amígdala cerebelosa respecto del agujero occipital es importante para el diagnóstico de una malformación de Arnold-Chiari (MAC).¹ La MAC es una de las anomalías congénitas neurológicas más frecuentes en pacientes con escoliosis idiopática del adolescente (EIA). Se define MAC de tipo I a un descenso de la amígdala cerebelosa >5 mm a través del agujero occipital.^{1,2} Los criterios diagnósticos que actualmente se utilizan para su determinación son los propuestos por Aboulezz y cols.³ y Barkovich y cols.,⁴ quienes compararon, con resonancia magnética (RM), la posición de la amígdala cerebelosa en pacientes sin sintomatología neurológica con aquellos que presentaban síntomas y signos de MAC de tipo I. Según estos criterios, la incidencia de MAC de tipo I en pacientes con EIA varía entre un 15% y un 50%, en la mayoría de los casos son pacientes neurológicamente asintomáticos.

El tratamiento de estos pacientes con EIA y MAC de tipo I, cuando no sufren sintomatología neurológica, continúa siendo controversial.⁵⁻⁷ Los efectos de la descompresión de la fosa posterior en pacientes con MAC de tipo I asociada a EIA sin síntomas neurológicos no están definidos. Inclusive no está claro aún si los pacientes con MAC de tipo I y sin síntomas neurológicos necesitan someterse a una descompresión neuroquirúrgica antes de que se realice la corrección espinal, y evitar así una posible herniación de la amígdala cerebelosa a través del agujero occipital con las consecuentes complicaciones neurológicas.

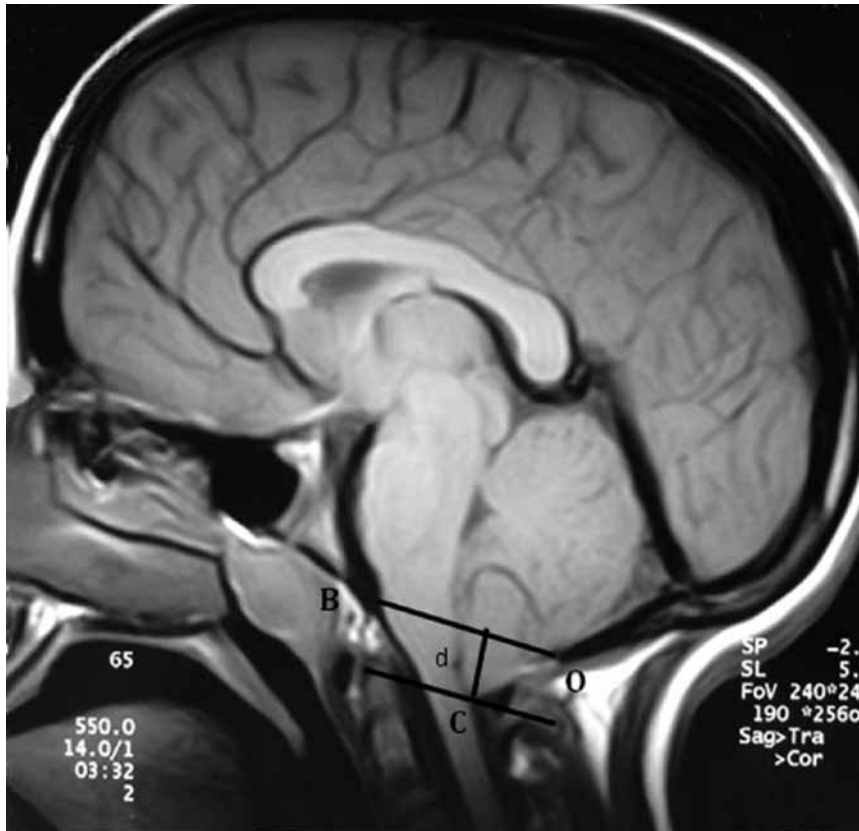
Según nuestro conocimiento, no hay ningún trabajo publicado que compare la posición de la amígdala cerebelosa antes de la artrodesis vertebral posterior instrumentada y después de ella, en pacientes con EIA, para determinar si hay variación en su posición luego de corregir la deformidad espinal.

El objetivo de este estudio fue analizar con RM las variaciones en la posición de la amígdala cerebelosa en pacientes con EIA y sin sintomatología neurológica, antes de corregir la deformidad espinal mediante una artrodesis vertebral posterior y después de ella.

Materiales y Métodos

Entre julio de 2010 y julio de 2011, 100 pacientes pediátricos con diagnóstico de escoliosis fueron sometidos a cirugía. Los criterios de inclusión fueron: 1) pacientes con diagnóstico etiológico de EIA <18 años, 2) pacientes con patrón de curva torácica, toracolumbar o doble curva (Lenke 1, 2, 3, 4 y 6), 3) pacientes con valor angular preoperatorio de la curva en el plano coronal >45°, 4) pacientes con RM de fosa cerebral posterior y de columna vertebral cervical, preoperatoria y posoperatoria, y 5) pacientes con un seguimiento posquirúrgico mínimo de un año. Se excluyeron todos aquellos: 1) con cirugía espinal previa, 2) con un examen neurológico anormal (déficit sensitivo o motor, alteración bilateral de los reflejos superficiales cutáneos abdominales o alteración de los reflejos tendinosos profundos) y 3) con hallazgos neuroanatómicos patológicos en la RM preoperatoria distintos de la MAC de tipo I (tumores, siringomielia, hidromielia, etc.). Para medir la magnitud de la deformidad espinal, se utilizó el método de Cobb. En aquellos pacientes con doble curva escoliótica, se empleó la curva que presentaba mayor magnitud angular para analizar los resultados. Las deformidades fueron clasificadas según la localización de la vértebra o del disco apical de acuerdo con los criterios definidos por Lenke y cols.⁸ Se realizó una RM de la fosa cerebral posterior y de la columna cervical a todos los pacientes, antes de corregir la deformidad espinal y después. Para el análisis de la posición de la amígdala cerebelosa se utilizó el corte sagital más cercano a la línea media. Su nivel respecto del foramen magnum se midió con el método descrito por Aboulezz y cols.³ Se identificó el basión y el opistión, que corresponden a la parte ósea más inferior del clivus y del occipital, respectivamente. Una vez identificados estos dos reparos óseos, se trazó una línea que uniera estos dos puntos, denominada línea BO y que se corresponde con el nivel del agujero occipital (Figura).

Luego se identificó la parte más caudal de la amígdala cerebelosa y se trazó una paralela a la línea BO que pasara por esta parte más caudal de la amígdala cerebelosa. Esta última línea se denomina línea d. Cuando la parte infe-



▲ **Figura.** Método para determinar la distancia entre la amígdala cerebelosa y el agujero occipital. B indica borde anterior del agujero occipital; O, borde posterior del agujero occipital; C, borde inferior de la amígdala cerebelosa y d, distancia entre el agujero occipital y el borde inferior de la amígdala cerebelosa.

rior de la amígdala cerebelosa (o línea d) se localizó por encima o por debajo de la línea BO, d fue definida como negativa o positiva, respectivamente. Cuando el valor de d fue positivo y >2 mm, se consideró ectopia de la amígdala cerebelosa y cuando d fue >5 mm se consideró MAC de tipo I. En todos los pacientes evaluados, se compararon las variaciones en la posición de la amígdala cerebelosa en relación con la corrección y elongación de la columna vertebral antes de la artrodesis vertebral posterior y después de ella. Para el análisis radiográfico se realizaron espinogramas de frente y de perfil. Se incluyeron los espinogramas preoperatorio y posoperatorio inmediato. Los parámetros analizados en el plano frontal fueron: 1) la magnitud de la curva escoliótica según el método de Cobb y 2) la longitud de la columna (desde el platillo superior de la primera vértebra torácica hasta el platillo superior de la primera vértebra sacra). En el plano sagital, se analizó: 1) la cifosis torácica (desde el platillo cefálico de la tercera vértebra torácica hasta el platillo caudal de la doceava vértebra torácica), 2) la longitud de la columna (desde la base de la apófisis odontoides del axis hasta el platillo cefálico de la primera vértebra sacra).

Análisis estadístico

Se utilizó el programa EPI Info versión 3.3.2, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Se empleó la prueba t de Student de muestras apareadas para comparar las variables medidas en el preoperatorio y el posoperatorio.

Resultados

Se analizaron, en forma retrospectiva, 40 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión. Treinta y siete eran del sexo femenino y tres, del sexo masculino. El promedio de edad al momento de la intervención quirúrgica fue de 14 años (rango de 10 a 18 años). Treinta de los 40 pacientes (75%) estudiados tenían una deformidad de tipo 1 de la clasificación de Lenke (curva torácica derecha); cinco (12,5%), una deformidad de tipo 6 (curva toracolumbar); cuatro (10%), una deformidad de tipo 3 (doble curva toracolumbar) y uno (2,5%) tenía una deformidad de tipo 2 (doble curva torácica). En todos los casos, la deformidad espinal fue corregida mediante una artrodesis vertebral posterior instrumentada. En nueve pacientes (22,5%), se instrumentó la columna con un sistema hí-

brido (ganchos pediculares en la columna torácica y tornillos transpediculares en la columna lumbar) y, en los 31 pacientes restantes (77,5%), se utilizaron sólo tornillos transpediculares en todas las vértebras instrumentadas.

Análisis radiográfico

Plano coronal

La magnitud promedio preoperatoria de la curva escoliótica fue de 53,15° (desviación estándar [DE] 10,46°). El promedio de la curva en el posoperatorio inmediato fue de 7,45° (DE 7,33°). Esto implica una corrección promedio de la deformidad espinal en el plano frontal del 86,7% ($p < 0,00001$). El promedio preoperatorio de la longitud de la columna (T1-S1) fue de 44,5 cm (DE 5,25 cm) y de 48,27 cm (DE 4,49 cm) en el posoperatorio inmediato ($p < 0,00001$).

Plano sagital

La magnitud promedio de la cifosis torácica T3-T12 fue de 35,42° (DE 12,38°) en el espinograma preoperatorio y de 27,87° (DE 9,03°) en el posoperatorio inmediato ($p < 0,00001$). El promedio de longitud de la columna C2-S1 fue de 50,87 cm (DE 4,47 cm) en el preoperatorio y de 55,13 cm (DE 3,27 cm) en el posoperatorio inmediato ($p < 0,00001$).

Análisis con RM

El análisis de la posición de la amígdala cerebelosa en la RM realizada como estudio preoperatorio demostró una ubicación promedio de +1,1 mm respecto de la línea BO (DE +1,5 mm). En 18 pacientes (45%), la amígdala cerebelosa se encontraba a nivel de la línea BO. En 16 pacientes (40%), la amígdala cerebelosa estaba por debajo de dicha línea. Seis de estos últimos 16 pacientes (15%) tenían un descenso de la amígdala cerebelosa de hasta 2 mm (con un promedio de 1,5 mm [rango de 1 a 2 mm]) y los 10 (25%) restantes, un descenso > 2 mm (promedio de 3,5 mm [rango de 2,2 a 4,3 mm]). En seis pacientes (15%), la amígdala cerebelosa presentaba una ubicación cefálica respecto al agujero occipital (línea BO), con un ascenso promedio de 2,9 mm (rango de 2 a 4,5 mm).

En relación con el tipo de curva según la clasificación de Lenke, la ubicación más baja de la amígdala cerebelosa se observó en un paciente con una deformidad de tipo 2 de Lenke. La ubicación de la amígdala cerebelosa en este caso fue de 4,3 mm por debajo de la línea BO. En 11 (27,5%) de los 30 pacientes con un patrón de tipo 1 de Lenke, la amígdala se encontraba por debajo del agujero occipital, con una ubicación promedio de +2,6 mm (rango de 1 a 4 mm). En tres pacientes (75%) con curvas de tipo 3 de Lenke y dos (50%) con deformidad de tipo 6 de Lenke, la amígdala estaba por debajo de la línea BO, con una ubicación promedio de 1,8 (rango de 1 a 2,3 mm) y de 1,6 mm (rango de 1 a 2 mm), respectivamente.

En el análisis de las RM posoperatorias, la ubicación promedio de la amígdala cerebelosa fue de +1 mm (DE 1,7 mm) respecto a la línea BO. En 16 pacientes (40%), se

observó la amígdala cerebelosa por debajo de la línea BO, y 14 (35%) de ellos presentaron, al menos, 2 mm de descenso (la distancia promedio fue de 2,95 mm [rango de 2 a 5,5 mm]). En 16 pacientes, la amígdala estaba al mismo nivel de la línea BO y, en los ocho restantes, por arriba.

No se observó una variación significativa en la posición de la amígdala cerebelosa antes de la corrección espinal y después de ella ($p = 0,6042$).

Discusión

La MAC de tipo I se caracteriza por un descenso de la amígdala cerebelosa a través del agujero occipital. Su asociación con deformidades escolióticas de la columna vertebral está bien establecida en la literatura.⁹ En diferentes publicaciones, se ha demostrado que los pacientes con diagnóstico de EIA tienen mayor tendencia a presentar una posición más caudal de la amígdala cerebelosa, sobre todo si las deformidades son torácicas o toracolumbares.¹⁰⁻¹² En estos mismos artículos, también, se observó que la mayoría de estos pacientes con EIA y MAC de tipo I no sufrían sintomatología neurológica.

En la bibliografía, no está definida aún cuál es la posición patológica de la amígdala cerebelosa respecto del agujero occipital. Actualmente, los criterios de RM aceptados para diagnosticar una MAC son los propuestos por Aboulez y cols.³ y Barkovich y cols.⁴ En sus trabajos, ambos autores concluyeron en que un descenso de la amígdala cerebelosa de hasta 2 mm debería ser considerado normal y que uno > 5 mm es patológico. Cheng y cols.¹³ compararon la posición de la amígdala cerebelosa en pacientes con EIA y en pacientes sin deformidad espinal, y observaron una posición anormal de la amígdala cerebelosa en el 18% de los pacientes con EIA, y estaba más descendida en aquellos con deformidades más graves. Sostuvieron que cualquier descenso de la amígdala cerebelosa por debajo del agujero occipital debería ser considerado patológico. Porter y cols.¹⁰ reportaron que el 44% de los pacientes con EIA tenía un descenso de la amígdala cerebelosa por debajo del agujero occipital. Sun y cols.¹⁴ evaluaron la posición de la amígdala cerebelosa en pacientes con EIA y un ángulo de Cobb $> 40^\circ$ y la compararon con la de una población sin deformidad espinal. En su estudio, concluyeron en que un descenso > 2 mm debería ser considerado patológico, y lo tomaron como un factor predisponente para el desarrollo de escoliosis.

El tratamiento principal en pacientes con diagnóstico de MAC de tipo I y síntomas neurológicos es la descompresión de la fosa cerebral posterior debido al elevado riesgo neurológico que presentan estos pacientes cuando se realiza la corrección de la escoliosis. Sin embargo, no existe consenso sobre si este tratamiento es necesario para aquellos pacientes con escoliosis de magnitud quirúrgica y MAC de tipo I sin sintomatología neurológica. No está claro el comportamiento de la amígdala cerebelosa durante la elongación que se produce en la columna con algunas técnicas de corrección por vía posterior.

Según nuestro conocimiento, no hay ningún trabajo publicado en el que se compare la posición de la amígdala cerebelosa antes de la cirugía de corrección espinal y después de ella.

En nuestro estudio, evaluamos la posición de la amígdala cerebelosa respecto del agujero occipital en pacientes con EIA, antes de corregir la deformidad espinal y después. Al diseñar el trabajo, el objetivo fue evaluar si la elongación que se produce en la columna vertebral como consecuencia de la corrección de la deformidad modificaba la posición preoperatoria de la amígdala cerebelosa. En la evaluación preoperatoria, observamos que 16 pacientes tenían un descenso de la amígdala cerebelosa por debajo del agujero occipital y que el 25% de ellos presentaban un descenso >2 mm. En todos los casos, los pacientes no sufrían síntomas neurológicos. Asimismo, observamos que la mayoría de los pacientes con un descenso >2 mm presentaban también un aumento de la cifosis torácica. El promedio de elongación de la columna vertebral luego de corregir la deformidad mediante la artrodesis vertebral posterior fue de 5 cm respecto de los valores preoperatorios. En la RM posoperatoria, observamos que la ubicación promedio de la amígdala cerebelosa fue similar a la ubicación preoperatoria (d preoperatorio de +1,1 mm y d

posoperatorio de +1 mm), con una leve variación de 0,1 mm que no fue estadísticamente significativa. Estos resultados implicarían que, pese a la elongación de la columna al corregir la deformidad espinal, esta no produciría una variación significativa en la posición de la amígdala cerebelosa respecto del agujero occipital. Además, este leve cambio en la ubicación de la amígdala cerebelosa no generó cambios en el estado neurológico preoperatorio de los pacientes, ya que ninguno sufrió sintomatología neurológica después de la corrección.

A partir de estos resultados, se podría inferir que no es necesaria la descompresión de la fosa posterior antes de la corrección de la deformidad espinal en pacientes con diagnóstico de EIA y MAC de tipo I sin sintomatología neurológica preoperatoria.

Conclusión

No observamos una variación significativa de la ubicación de la amígdala cerebelosa respecto del agujero occipital en pacientes con EIA y MAC de tipo I, sin sintomatología neurológica, que fueron sometidos a una artrodesis vertebral posterior instrumentada para corregir la deformidad espinal.

Bibliografía

1. Cheng J, Nash J, Meyer G. Chiari type I malformation revisited: diagnosis and treatment. *Neurologist* 2002;8(6):357-62.
2. Eule J, Erickson M, O'Brien M, Handler M. Chiari I malformation associated with syringomyelia and scoliosis: a twenty-year review of surgical and nonsurgical treatment in a pediatric population. *Spine* 2002;27(13):1451-5.
3. Abouezz AO, Sartor K, Geyer CA, Gado MH. Position of cerebellar tonsils in normal population and in patients with Chiari malformation: a quantitative approach with MR imaging. *J Comput Assist Tomogr* 1985;9:1033-6.
4. Barkovich AJ, Wippold FJ, Sherman JL, Citrin CM. Significance of cerebellar tonsillar position on MR. *AJNR Am J Neuroradiol* 1986;7:795-9.
5. Ghanem IB, Lodono C, Delalande O, Dobousset JF. Chiari I malformation associated with syringomyelia and scoliosis. *Spine* 1997;22:1313-8.
6. Dyste GN, Menezes AH. Presentations and management of pediatric Chiari malformations without myelodysplasia. *Neurosurgery* 1988;23:589-97.
7. Brockmeyer D, Gollogly S, Smith J. Scoliosis associated with Chiari I malformation: the effect of suboccipital decompression on scoliosis curve progression. A preliminary study. *Spine* 2003;28(22):2505-9.
8. Lenke L, Betz R, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determinate extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83:1169-81.
9. Inoue M, Minami S, Nakata Y, Otsuka Y, Takasco M, Kitahara H, et al. Preoperative MRI analysis of patients with idiopathic scoliosis. A prospective study. *Spine* 2004;30(1):108-14.
10. Cheng JCY, Guo X, Sher AH, Chan YL, Metreweli C. Correlation between curve severity, somatosensory evoked potentials, and magnetic resonance imaging in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1999;24:1679-84.
11. Porter RW, Hall-Craggs M, Walker AE, Ursu T, Edgar M. The position of the cerebellar tonsils and the conus in patients with scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82(suppl 3):286-7.
12. Spiegel DA, Flynn JM, Stasikelis PJ, Dormans JP, Drummond DS, Gabriel KR, et al. Scoliotic curve patterns in patients with Chiari I malformation and/or syringomyelia. *Spine* 2003;28:2139-46.
13. Cheng JC, Chau WW, Guo X, Chan YL. Redefining the magnetic resonance imaging reference level for the cerebellar tonsil: a study of 170 adolescents with normal versus idiopathic scoliosis. *Spine* 2003;28:815-8.
14. Sun X, Qiu Y, Zhu Z, Zhu F, Wang Bin, Yu Y, et al. Variation of the position of the cerebellar tonsil in idiopathic scoliosis with Cobb angle >40°. A magnetic resonance imaging study. *Spine* 2007;32(15):1680-6.