



Julio-Septiembre 2024  
Vol. 2, núm. 3 / pp. 151-156

Recibido: 10 de Marzo de 2024  
Aceptado: 07 de Abril de 2024

doi: 10.35366/116916



# Factores predisponentes a *adding-on* en pacientes con escoliosis idiopática del adolescente en curvas tipo I y II de Lenke

*Factors predisposing to adding-on in patients with adolescent idiopathic scoliosis in Lenke type I and II curves*

José Antonio Canales Nájera,\*<sup>‡,§</sup> Antonio Hurtado Padilla,\*<sup>‡,¶</sup>  
Luis Antonio Guzmán Amoroso\*,||

**Palabras clave:**  
*adding on*, Lenke, factores de riesgo, escoliosis.

**Keywords:**  
*adding on*, Lenke, risk factors, scoliosis.

## RESUMEN

**Introducción:** la columna vertebral resulta en un complejo dinámico conformado por tejido conectivo y óseo que tiene como finalidad resistir las cargas axiales debidas al cuerpo humano. La escoliosis idiopática es una compleja alteración en tres dimensiones de la columna vertebral de niños mayores de 10 años, la cual se define con un ángulo de Cobb de 10° o más, además de un componente rotacional. Para su evaluación resulta de importancia el uso de estudios de imagen; el principal es la placa simple de rayos X panorámica de columna, con el uso de la medición del ángulo de Cobb y se basa en el trazado de líneas paralelas a nivel de la plataforma vertebral superior e inferior de las vértebras asociadas a la deformidad. La clasificación de Lenke se basa en un sistema organizacional según seis tipos de curvas con un modificador sagital torácico (-, N, +) y un modificador lumbar (A, B, C). El fenómeno de *adding-on* en la escoliosis idiopática del adolescente se caracteriza por una pérdida progresiva de la corrección con un incremento en la desviación del cuerpo vertebral de la columna lumbar o angulación del disco por debajo del nivel de la instrumentación. **Pregunta de investigación:** ¿Cuáles son los factores que influyen en los pacientes postoperados de escoliosis idiopática del adolescente para la aparición del fenómeno de *adding-on*? **Hipótesis:** existirán factores de riesgo que se encuentran asociados a la aparición postquirúrgica del fenómeno de *adding-on* en los pacientes con escoliosis idiopática del adolescente. **Objetivo:** analizar los factores de riesgo asociados a la aparición del fenómeno de *adding-on* en la población del Hospital Shriners para Niños México. La edad y sexo, signo de Risser, ángulo de Cobb y la menor vértebra instrumentada como factor asociado a la aparición del fenómeno de *adding-on*. **Material y métodos:** se obtuvo una muestra de 109 pacientes provenientes de la población de la clínica de escoliosis en el Hospital Shriners para Niños, México. Se realizó un estudio transversal, analítico, observacional y retrospectivo. **Variables:** fenómeno de *adding-on*, ángulo de Cobb, última vértebra instrumentada, signo de Risser. **Ánálisis estadístico:** se aplicaron las pruebas de Kolmogórov-Smirnov, encontrándose normalidad dentro de la muestra, la de U de Mann-Whitney y la prueba de  $\chi^2$ , sin encontrarse una relación estadísticamente significativa para su asociación entre las variables estudiadas y la aparición del fenómeno analizado. **Resultados:** obtuvimos 106 pacientes de una población total de 150, realizando una observación en el programa PACS de radiografías del Hospital Shriners para Niños México, además de las bases de datos pertenecientes al mismo hospital; 94 fueron femeninos constituyendo 89% de

\* Hospital Shriners para Niños México.

† Médico cirujano con subespecialidad en cirugía de columna adscrito al servicio de escoliosis.

§ ORCID: 0009-0002-5289-6155

¶ ORCID: 0009-0002-9088-7436

|| Médico cirujano con subespecialidad en ortopedia pediátrica. ORCID: 0009-0009-8047-6642

**Correspondencia:**  
Dr. Luis Antonio Guzmán Amoroso  
E-mail: luis.a.med@outlook.com

**Citar como:** Canales NJA, Hurtado PA, Guzmán ALA. Factores predisponentes a *adding-on* en pacientes con escoliosis idiopática del adolescente en curvas tipo I y II de Lenke. Cir Columna. 2024; 2 (3): 151-156. <https://dx.doi.org/10.35366/116916>



la muestra tratada, dejando en 10.5% a los masculinos con un total de 11 pacientes. Se encontró que la incidencia de fijación transpedicular fue alrededor de los 15 años, con 25.7% de los casos totales. **Conclusión:** constatamos que factores como la edad, el género y la madurez esquelética no resultan de significación para la aparición del fenómeno de *adding-on*, aunque puede ser debido al tamaño de la muestra que se tiene al momento.

## ABSTRACT

**Introduction:** the vertebral column results in a dynamic complex made up of connective and bone tissue that is intended to resist axial loads due to the human body. Idiopathic Scoliosis is a complex three-dimensional alteration of the spine in children over 10 years of age, which is defined with a Cobb angle of 10° or more in addition to a rotational component. For its evaluation, the use of imaging studies is of importance, in this case the main one is the simple panoramic x-ray plate of the spine, with the use of the measurement of the Cobb angle and is based on the drawing of parallel lines associated with the upper and lower vertebral platform of the vertebrae of the distal and proximal vertebrae. Lenke's classification is based on an organizational system according to six types of curves with a thoracic sagittal modifier (-, N, +) and a lumbar modifier (A, B, C). The Adding-on phenomenon in adolescent idiopathic scoliosis is characterized by a progressive loss of correction with an increase in deviation of the vertebral body of the lumbar spine or disc angulation below the level of instrumentation. Research question: what are the factors that influence the appearance of the Adding-on phenomenon in postoperative adolescent idiopathic scoliosis patients? Hypothesis: there will be risk factors that are associated with the post-surgical appearance of the Adding-on phenomenon in patients with adolescent idiopathic scoliosis. **Objective:** the risk factors associated with the appearance of the Adding-on phenomenon in the population of the Shriners Hospital for Children in Mexico were analyzed. Age and sex, Risser sign, Cobb angle and the smallest instrumented vertebra as a factor associated with the appearance of the adding-on phenomenon. **Material and methods:** a sample of 109 patients was obtained from the population of the scoliosis clinic at the Shriners Hospital for Children in Mexico. A cross-sectional, analytical, observational and retrospective study was carried out. Variables: adding-on phenomenon, Cobb angle, last instrumented vertebra, Risser sign. Statistical analysis: The Kolmogorov-Smirnov tests were performed, finding normality within the sample, the Mann-Whitney U test, in addition to the  $\chi^2$  test, without finding a statistically significant relationship for its association between the variables studied and the appearance of the studied phenomenon. **Results:** in this way, we obtained 106 patients from a total population of 150 performing an observation in the PACS radiography program of the Shriners Hospital for Children in Mexico in addition to the databases belonging to the same hospital, of which 94 were female, constituting 89% of the treated sample, leaving 10.5% of males with a total of 11 patients. Furthermore, it was found that the incidence of transpedicular fixation was around 15 years with 25.7% of total cases. **Conclusion:** we can confirm that factors such as age, gender, as well as skeletal maturity are not significant for the appearance of the adding on phenomenon, although it may be due to the size of the sample at the moment.

## INTRODUCCIÓN

La columna vertebral resulta en un complejo dinámico conformado por tejido conectivo y óseo que tiene como finalidad resistir las cargas axiales debidas al cuerpo humano, así como la de protección del tejido nervioso contenido en su interior como son médula espinal, meninges y fibras nerviosas, y la de proporcionar al tronco la movilidad y flexibilidad necesaria para las actividades de la vida diaria.

La escoliosis idiopática es una compleja alteración en tres dimensiones de la columna vertebral de niños mayores de 10 años, la cual se define con un ángulo

de Cobb de 10° o más, además de un componente rotacional. Esta alteración morfológica se perpetúa hasta la edad adulta o hasta la madurez esquelética, lo que resulta en una patología a considerarse como problemática para la salud pública.<sup>1,2</sup>

Es la causa principal de deformidad en adolescentes con incidencia de 1 a 3% y prevalencia de 0.47 a 5.2% en el mundo. Con relación a México, no se tiene un estimado claro sobre la incidencia o prevalencia de esta patología; en la literatura se ha registrado una prevalencia de 1.85% en la población adolescente mexicana.<sup>2</sup>

Hasta el momento, la etiología y la patogenia de este padecimiento aún no se conoce por completo; sin

embargo, se han formulado múltiples teorías para explicar el origen de esta entidad nosológica. Podemos encontrar una asociación genética (es más prevalente en gemelos monocigóticos), y una alteración cromosómica que genera una disfunción celular.<sup>3</sup> También se encuentra una alteración de la densidad mineral ósea, lo que produce trastornos en la estructura de la columna, además de un desbalance en la musculatura paravertebral que generaría la alteración morfológica presente en la escoliosis idiopática. En cuanto a la situación hormonal de estos pacientes, se han propuesto ausencia o modificación en la secreción de la melatonina que generaría una discapacidad para la diferenciación celular, lo que ocasionaría una alteración del tejido óseo y muscular. La leptina cuenta con una función especial en cuanto a la formación de tejido óseo, lo cual conlleva a que su deficiencia genere alteraciones en el mismo. Por último, se ha observado asociación entre el ambiente y el estilo de vida. En este aspecto, se observa relación con el aumento de la proporción de selenio en el ambiente, lo que generaría discrepancia en el crecimiento de la estructura ósea con relación al tejido nervioso.<sup>4</sup> De esta forma se puede observar que la escoliosis idiopática es una patología multifactorial sin una causa aparente clara.

Para su evaluación, resulta de importancia el uso de estudios de imagen. El principal es la placa simple de rayos X panorámica de columna, con el uso de la medición del ángulo de Cobb. Éste fue establecido por Lippman Cobb en 1949 y se basa en el trazado de líneas paralelas asociadas a la plataforma vertebral superior e inferior de las vértebras distal y proximal que se consideran aquellas más inclinadas a la concavidad; de estas líneas se trazan unas perpendiculares, realizándose la medición del ángulo en la zona en donde éstas se crucen.<sup>2</sup>

Sin embargo, la medición del ángulo de Cobb resulta únicamente en la visualización de un solo plano de la radiografía, nos da una idea inicial de la severidad de la escoliosis, por lo que se han creado múltiples clasificaciones para evaluar este padecimiento; dentro de éstas se organizó la clasificación de Lenke.

La clasificación de Lenke se basa en un sistema organizacional según seis tipos de curvas con un modificador sagital torácico (-, N, +) y un modificador lumbar (A, B, C). Para esto se necesita tener en cuenta las definiciones de curva estructurada, la cual se define como aquella con más de 25° en placas dinámicas o con una cifosis mayor a 20°. La curva mayor se define

como aquella de mayor magnitud y las curvas menores pueden estar estructuradas.

**Tipo 1:** curva mayor torácica. Puede o no estar asociada a curvas toracolumbares o lumbares menores no estructuradas.

**Tipo 2:** curva doble torácica. Una curva menor estructurada proximal y una curva mayor torácica. Puede o no estar asociada a una curva toracolumbar o lumbar menor no estructurada.

**Tipo 3:** curva mayor estructurada, asociada a una curva menor lumbar estructurada.

**Tipo 4:** triple curva. Curva estructurada en región proximal torácica, curva mayor estructurada en región torácica y curva menor estructurada en región toracolumbar o lumbar.

**Tipo 5:** curva toracolumbar o lumbar estructurada, rodeada de curvas menores no estructuradas.

**Tipo 6:** curva toracolumbar o lumbar y torácica doble. La toracolumbar o lumbar es la curva mayor, pero la curva menor torácica es estructurada.

Los modificadores lumbares toman relación con la línea vertical central sacra (CSV) y la vértebra lumbar ápice.

**Tipo A:** la línea cruza entre los pedículos de la vértebra ápice.

**Tipo B:** la línea toca el cuerpo vertebral de la vértebra apical.

**Tipo C:** la línea es completamente medial a la vértebra ápice.

Por último, el modificador torácico debe tener en cuenta la cifosis torácica de T5 a T12.

**Modificador (-):** es aquella que tiene una medición menor a 10° del ángulo de Cobb.

**Modificador (N):** es aquella que se encuentra entre los 10° y los 40° del ángulo de Cobb.

**Modificador (+):** es aquella mayor a 40° del ángulo de Cobb.

Así, la clasificación de Lenke cuenta con mayor reproductividad inter e intraobservador en relación con otras clasificaciones.<sup>5-7</sup>

El fenómeno de *adding-on* en la escoliosis idiopática del adolescente se caracteriza por una pérdida progresiva de la corrección con un incremento en la desviación del cuerpo vertebral de la columna lumbar o angulación del disco por debajo del nivel de la instrumentación.<sup>8</sup>

En la literatura mundial se han definido algunos factores de riesgo asociadas a la aparición de esta patología. Así podemos encontrar: la edad en la que se realizó la cirugía correctiva de la escoliosis idiopática del adolescente, el sexo asociado al paciente en el que se llevó a cabo el control de la patología principal, la madurez ósea al momento de la corrección quirúrgica definida por el cierre del cartílago trirradiado, así como el signo de Risser.<sup>8-13</sup>

Por último, se ha encontrado una asociación entre la última vértebra instrumentada y la diferencia con la vértebra neutra, la vértebra final y la vértebra estable, así como el ángulo de Cobb presente antes de la corrección quirúrgica del paciente.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Tipo y diseño.** La presente investigación se considera como una investigación transversal al solo realizarse una sola medición de la información de nuestra muestra; analítica, ya que utilizamos dos grupos, uno control el cual no tenía el fenómeno de *adding-on* y uno muestra en el que sí estaba presente, además de que se utilizarán mediciones estadísticas para asegurar la asociación entre las variables a estudiar y la aparición del fenómeno de *adding-on*; observacional porque no se realizó ningún cambio a los grupos de estudio; retrospectivo ya que se tomará información posterior a la aparición del fenómeno de *adding-on*; y retrolectivo porque se realizó a partir del momento de aceptación del presente protocolo de investigación.

**Muestra.** Se realizó un muestreo no probabilístico de casos consecutivos con base en la población de pacientes de escoliosis idiopática del adolescente y que fueran postoperados de fijación transpedicular.

**Criterios de inclusión.** Fueron incluidos todos los pacientes con edad de 10 a 18 años postoperados de

Tabla 1: *Adding on* y género. N = 105.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
$\chi^2$ de Pearson	0.778	1	0.378
Corrección de continuidad	0.131	1	0.718
Razón de verosimilitud	0.669	1	0.413
Prueba exacta de Fisher			
Asociación lineal por lineal	0.770	1	0.380

gl = grados de libertad.

Tabla 2: *Adding on* y último nivel fijado. N = 105.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
$\chi^2$ de Pearson	4.825	4	0.306
Razón de verosimilitud	6.018	4	0.198
Asociación lineal por lineal	0.319	1	0.572

gl = grados de libertad.

escoliosis idiopática del adolescente, con curva I y II de Lenke. Para el grupo de estudio: aquellos que presentaran el fenómeno de *adding-on* (el cual se caracteriza por la presencia de una desviación de la corrección de la curva lumbar o una angulación de discal por debajo de la última vértebra instrumentada); y en el grupo control: adolescentes que no lo presentaran.

**Criterios de exclusión.** Se excluyeron todos los pacientes con escoliosis que no fuese de origen idiopático (como escoliosis congénita o traumática) y que no se haya realizado una fijación transpedicular. Fueron eliminados del estudio todos los casos que, a pesar de tener los criterios de inclusión, no contasen con la información referente a los factores de riesgo a estudiar.

**Cálculo del tamaño de muestra.** Pacientes atendidos entre 2018 y 2022. Durante este periodo, se registró como población total a 150 pacientes en la unidad, por lo que se determinó un tamaño de muestra de 109 pacientes con un nivel de confianza de 95% y un margen de error del 5%. De los ellos, se conformó un grupo control y otro grupo con la aparición del fenómeno a estudiar.<sup>14</sup>

**Recolección de la información.** Se obtuvo a través de la revisión de expedientes presentes en el archivo de la unidad, teniendo como margen de acción de cinco años comprendiendo desde 2018 hasta 2022, de manera transversal y retrospectivo.<sup>15</sup>

**Análisis estadístico.** Se utilizó el paquete estadístico SPSS. Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación estándar. Mientras que las cualitativas en porcentajes y frecuencia. Después de establecer las medidas de tendencia central y de dispersión, se realizaron las pruebas de Kolmogórov-Smirnov para descubrir la presencia o ausencia de normalidad dentro de nuestros resultados y una comparación entre los grupos, utilizando la prueba U de Mann-Whitney. Además de la prueba de  $\chi^2$  para verificar la asociación entre las variables y la aparición del fenómeno.<sup>16</sup>

## RESULTADOS

Fueron incluidos 106 pacientes de una población total de 150, realizando una observación en el programa PACS de radiografías del Hospital Shriners para Niños México, además de las bases de datos pertenecientes al mismo hospital; de los cuales, 94 fueron del sexo femenino, constituyendo el 89% de la muestra tratada, dejando en 10.5% a los masculinos con un total de 11 pacientes. Se encontró que la incidencia de fijación transpedicular fue alrededor de los 15 años con 25.7% de los casos totales (*Tabla 1*).

En cuanto a la aparición del fenómeno de *adding-on* representó 10.5% de la muestra con un total de 11 pacientes, el resto se definió como paciente sin *adding-on*, con una distribución normal obtenida mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov con  $p \leq 0.01$ .

De igual forma, se encontró 60% de casos con Cobb mayor a 55° al momento de realizarse la fijación transpedicular. En cuanto a la fijación, el último nivel fijado fue L2 con 39 pacientes, seguido de L1 con 37 casos (*Tabla 2*).

En cuanto a la madurez esquelética, se utilizó la escala radiográfica de Risser. El estadio más frecuentemente fijado fueron los casos con Risser 5 ( $n = 50$  pacientes), seguidos de Risser 4 ( $n = 35$ ) (*Tablas 2 a 4*).

En la prueba de  $\chi^2$  no se encontró significancia estadística en relación con la asociación de la aparición del fenómeno de *adding-on* con la edad, el estadio de Risser, el ángulo de Cobb y el último nivel fijado.

## DISCUSIÓN

En este estudio se observó un porcentaje de aparición del fenómeno de *adding-on* de 10.5%, constatándose una epidemiología similar en la literatura mundial, con mayor afectación en mujeres que en hombres.

**Tabla 3:** *Adding on* y signo de Risser. N = 105.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
$\chi^2$ de Pearson	3.775	4	0.440
Razón de verosimilitud	3.740	4	0.442
Asociación lineal por lineal	0.085	1	0.771

gl = grados de libertad.

**Tabla 4:** *Adding on* y edad. N = 105.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
$\chi^2$ de Pearson	25.022	35	0.864
Razón de verosimilitud	25.881	35	0.869
Asociación lineal por lineal	1.321	1	0.250

gl = grados de libertad.

En cuanto a la aparición del fenómeno de *adding-on*, se encontró una relación similar con la última vértebra instrumentada, encontrándose en los estudios de importancia a nivel mundial como los resultados obtenidos por Fuji y colaboradores.

En la literatura se menciona una relación estadísticamente significativa entre la edad y el signo de Risser, como en el estudio conducido por Mingyuan; sin embargo, dentro de nuestra población dicho resultado no mostró significancia estadística, lo cual es similar a lo informado en el estudio efectuado por Matsumoto y colaboradores. Esto probablemente se debe a que nuestra población es manejada quirúrgicamente una vez que se tenga madurez esquelética, lo que en muchos de los casos conlleva a que la cirugía se realice cercana a la mayoría de edad de los pacientes.

## CONCLUSIONES

Constatamos que factores como la edad, el género y la madurez esquelética no resultan de significación para la aparición del fenómeno de *adding-on*, aunque puede ser debido al tamaño de la muestra que se tiene al momento. Este resultado nos ayuda a mejorar las prácticas quirúrgicas de la unidad, además de que podemos observar que la asociación con la clasificación de Risser y la edad no se presentan en nuestra población debido a que el procedimiento se realiza después de la madurez esquelética.

## REFERENCIAS

1. Tejeda BM. Escoliosis: concepto, etiología y clasificación. Ortho-tips. 2011; 7: 75-82.
2. Robles-Ortiz MJ, Sánchez-Bringas G, Reyes-Sánchez AA. Detección temprana de la escoliosis idiopática del adolescente: una estrategia en controversia. Rev Fac Med (Méx). 2016; 59: 33-41.

3. Cheng T, Einarsdottir E, Kere J, Gerdhem P. Idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis of heritability. EFORT Open Rev. 2022; 7: 414-421.
4. Peng Y, Wang SR, Qiu GX, Zhang JG, Zhuang QY. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. Chin Med J (Engl). 2020; 133: 483-493.
5. van Royen BJ (Barend). Understanding the Lenke classification for adolescent idiopathic scoliosis (AIS). Curr Probl Diagn Radiol. 2023; 52: 233-236.
6. Slattery C, Verma K. Classifications in brief: The lenke classification for adolescent idiopathic scoliosis. Clin Orthop Relat Res. 2018; 476: 2271-2276.
7. Lenke LG, Edwards CC 2nd, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. Spine (Phila Pa 1976). 2003; 28: S199-207.
8. Wang Y, Hansen ES, Hoy K, Wu C, Bünger CE. Distal adding-on phenomenon in Lenke 1A scoliosis: risk factor identification and treatment strategy comparison. Spine (Phila Pa 1976). 2011; 36: 1113-1122.
9. Mitchell BC, Skaggs DL, Lenke LG, Bastrom TP, Bartley CE, Newton PO. Defining risk factors for adding-on in Lenke 1 and 2 AR curves. Spine Deform. 2021; 9: 1569-1579.
10. Yang M, Zhao Y, Yin X, Chen Z, Yang C, Li L, et al. Prevalence, risk factors, and characteristics of the “adding-on” phenomenon in idiopathic scoliosis after correction surgery: A systematic review and meta-analysis. Spine (Phila Pa 1976). 2018; 43: 780-790.
11. Li Y, Bai H, Liu C, Zhao Y, Feng Y, Li T, et al. Distal adding-on phenomenon in Lenke IA and Lenke IIA: Risk analysis and selection of the lowest instrumented vertebra. World Neurosurg. 2020; 136: e171-e180.
12. Fujii T, Daimon K, Fujita N, Yagi M, Michikawa T, Hosogane N, et al. Risk factors for postoperative distal adding-on in Lenke Type 1B and 1C and its influence on residual lumbar curve. J Pediatr Orthop. 2020; 40: e77-e83.
13. Matsumoto M, Watanabe K, Hosogane N, Kawakami N, Tsuji T, Uno K, et al. Postoperative distal adding-on and related factors in Lenke type 1A curve. Spine (Phila Pa 1976). 2013; 38: 737-744.
14. Chang DG, Suk SI, Song KS, Kim YH, Oh IS, Kim SI, et al. How to avoid distal adding-on phenomenon for rigid curves in major thoracolumbar and lumbar adolescent idiopathic scoliosis? Identifying the incidence of distal adding-on by selection of lowest instrumented vertebra. World Neurosurg. 2019; 132: e472-e478.
15. Lakhal W, Loret JE, de Bodman C, Fournier J, Bergerault F, de Courtivron B, et al. The progression of lumbar curves in adolescent Lenke 1 scoliosis and the distal adding-on phenomenon. Orthop Traumatol Surg Res. 2014; 100: S249-254.
16. Liu CW, Lenke LG, Tan LA, Oh T, Chao KH, Lin SD, et al. Selection of the lowest instrumented vertebra and relative odds ratio of distal adding-on for Lenke Type 1A and 2A curves in adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. Neurospine. 2020; 17: 902-909.

**Conflictos de intereses:** los autores señalan que no existe conflicto de intereses para esta publicación.