

## Influencia del Nivel de Fijación Proximal en Parámetros Cervicales Sagitales en Escoliosis Idiopática del Adolescente.

### Influence Level Proximal Fixation on Sagittal Cervical Parameters in Adolescent Idiopathic Scoliosis.

Dres. Joel Gerardo Molina González<sup>1</sup> , Osmel Ascanio<sup>2</sup> , Antonio Cartolano<sup>3</sup> .

Fecha de recepción: 09/07/24. Fecha de aceptación: 11/24.

#### Resumen

La escoliosis es una alteración estructural de la columna vertebral, con pérdida del balance sagital, que es el que nos permite mantener un mínimo gasto energético y la mirada en el horizonte cuando nos desplazamos. La columna cervical es muy compleja, permite el rango de movimiento más amplio en la columna y soporta la masa de la cabeza; ésto la hace susceptible a una variedad de trastornos y complicaciones que comienzan con alteraciones en la alineación sagital. Se realizó una investigación descriptiva, prospectiva, de corte longitudinal para analizar los cambios producidos a nivel del plano sagital cervical luego de la corrección de la escoliosis con la técnica vía posterior con tornillos transpediculares usada actualmente por la Clínica de Patología de Columna de la Fundación Hospital Ortopédico Infantil, partiendo de la premisa de que el restituir el plano sagital torácico y lumbar pudiese impactar en el plano sagital cervical. Durante el período comprendido desde febrero de 2022 hasta marzo de 2023 se incluyeron 60 pacientes; obteniendo que predominó el género femenino en un 85%, con una media de  $14,53 \pm 1,62$  años en la edad de intervención quirúrgica; el nivel de fijación proximal que predominó fue T3 con 51,67%. Al aplicar la prueba t de muestras emparejadas hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la recuperación de la Lordosis Cervical Baja independientemente del nivel de fijación proximal, influenciada por la corrección de la cifosis torácica o la restauración correcta del plano sagital ya que se realizó el adecuado contorneado de la barra. **Rev Venez Cir Ortop Traumatol, 2024, Vol 56 (2): 72-80.**

**Palabras Clave:** Escoliosis Idiopática del Adolescente, Balance Sagital Cervical.

**Nivel de Evidencia:** III

#### Abstract

Scoliosis is a structural alteration of the spine, with loss of the sagittal balance, which is what allows us to maintain minimal energy expenditure and look at the horizon when we move. Cervical spine is very complex, allowing the widest range of motion in the spine and supporting the mass of the head; this makes it susceptible to a variety of disorders and complications that begin with alterations in sagittal alignment. A descriptive, prospective, longitudinal investigation was carried out to analyze the changes produced at the level of cervical sagittal plane after the correction of scoliosis with the posterior approach technique with transpedicular screws currently used by the Clínica de Patología de Columna de la Fundación Hospital Ortopédico Infantil based on the premise that restoring the thoracic and lumbar sagittal plane could impact in cervical sagittal plane. During the period from February 2022 to March 2023, 60 patients were included; obtaining that the female gender predominated by 85%, with an average of  $14.53 \pm 1.62$  years in age of surgical intervention; Predominant proximal fixation level was T3 with 51.67%. When applying the paired samples t test, there were statistically significant differences in terms of the recovery of Low Cervical Lordosis regardless of the level of proximal fixation, influenced by the correction of thoracic kyphosis or the correct restoration of the sagittal plane since the appropriate contouring of the bar. **Rev Venez Cir Ortop Traumatol, 2024, Vol 56 (2): 72-80.**

**Key Words:** Adolescent Idiopathic Scoliosis, Cervical Sagittal Balance

**Level of evidence:** III

## Introducción

La columna vertebral posee curvas fisiológicas en el plano sagital que le dan características únicas que le permiten mantener una posición bípeda durante largas distancias y períodos de tiempo

<sup>1</sup>Médico Especialista en Ortopedia y Traumatología Universidad de Los Andes – Mérida. Especialista en Ortopedia Infantil. Fundación Hospital Ortopédico Infantil. <sup>2</sup>Médico Especialista en Ortopedia y Traumatología Universidad de Oriente. Especialista Cirugía de Columna Vertebral. Fundación Hospital Ortopédico Infantil. <sup>3</sup>Médico Especialista en Ortopedia y Traumatología Universidad Central de Venezuela. Especialista Cirugía de Columna Vertebral. Fundación Hospital Ortopédico Infantil.  
Autor de correspondencia: Joel Molina MD., email: jogemogo@gmail.com  
Conflictos de interés: los autores se declaran sin conflictos de intereses.

de manera estable con un mínimo consumo de energía; esta característica es única y específica de la humanidad. Las curvas sagitales de la columna aparecen progresivamente con el crecimiento y están bien establecidas alrededor de los 3 años cuando se consolida la marcha normal<sup>1,2</sup>. Según la segmentación anatómica, de caudal a craneal las curvas fisiológicas son: cifosis sacra, lordosis lumbar, cifosis torácica y lordosis cervical<sup>2,3</sup>; ésta última va a ser parte del tema principal abordado en esta investigación.

La palabra escoliosis deriva del griego «scolios», que significa curvatura. La escoliosis es una deformidad de la columna que se conoce desde tiempos remotos<sup>3</sup>. El primero que la describió fue Hipócrates (460-370 a.C.) en su *Corpus Hippocraticum*, pero fue Galeno (131-201 d.C.) quien acuñó las palabras de xifosis, lordosis, y escoliosis<sup>4</sup>.

La escoliosis idiopática del adolescente es una deformidad triplanar de la columna vertebral que aparece entre los 10 y los 18 años de edad<sup>5</sup>; caracterizada por inclinación de los cuerpos vertebral en plano frontal, rotación de los cuerpos vertebrales en plano axial y pérdida de las curvas fisiológicas en plano sagital. Es la forma más común de presentación de todas las escoliosis.

En el año 2001, Lawrence Lenke presentó un nuevo sistema de clasificación para la escoliosis idiopática que desplazó la antigua clasificación de King (1983); todos los pacientes incluidos en esta investigación fueron clasificados por Lenke<sup>6,7</sup>.

La columna cervical es muy compleja ya que permite el rango de movimiento

más amplio en relación con el resto de la columna y también soporta la masa de la cabeza; por lo que es susceptible a una variedad de trastornos y complicaciones, muchos de las cuales comienzan con alteraciones en la alineación sagital<sup>8</sup>.

Según Le Huec y colaboradores existen múltiples valores y parámetros radiológicos sagitales con un rango muy amplio de normalidad en el segmento cervical. La lordosis cervical total es de aproximadamente  $-40^{\circ} \pm 9,7^{\circ}$  (C0-C7), siendo el segmento occipital-C1 cifótico. El mayor porcentaje de lordosis cervical de pie (aproximadamente, 75%-80%) se localiza en C1-C2; el valor restante es tomado como la lordosis cervical baja (C2-C7)<sup>8</sup>.

Las anomalías de la columna cervical suelen ser muy debilitantes e inducen efectos adversos sobre el funcionamiento general y la calidad de vida relacionada con la salud del paciente<sup>9</sup>. Sin embargo, actualmente, los parámetros para evaluar la alineación cervical no están bien definidos y no existe un estándar establecido para abordar el estudio de la alineación cervical sagital en pacientes con escoliosis idiopática.

Autores como Lima y colaboradores<sup>9</sup>, han estudiado el balance y alineación cervical en pacientes con Escoliosis Idiopática del Adolescente; otros como De Haro y colaboradores<sup>10</sup>, describen los parámetros de alineación sagital cervical más utilizados; a continuación, se describen los parámetros que fueron utilizados en la investigación:

**La Lordosis Cervical Baja (LCB):** ángulo formado por una línea que pasa por la plataforma inferior de C2 y otra por la

línea inferior de C7, toma como valor de referencia  $12,3^{\circ} \pm 4,8^{\circ}$ .<sup>10</sup>

**El eje vertical sagital cervical (SVA cervical)** por sus siglas en inglés, corresponde a la distancia horizontal de las plomadas C2 y C7. Analiza el desplazamiento de la cabeza. Valor de referencia  $4,5 \pm 2,6 \text{ mm}$ <sup>10</sup>, otros autores señalan como valor de referencia  $22 \text{ mm}$ <sup>9</sup>.

**El Ángulo de Inclinación Torácica (TIA):** ángulo que se forma entre una línea que se origina desde el extremo superior del esternón hasta el centro de la plataforma de T1 y una perpendicular a la misma<sup>9</sup>.

**La inclinación o pendiente de T1:** ángulo que se forma entre una línea que transcurre por la plataforma de T1 y una horizontal a la misma<sup>9</sup>.

**La Versión Cervical (VC) o inclinación del cuello:** ángulo entre 2 líneas que se originan en el extremo superior del esternón, una de las cuales es una línea vertical y la otra se dirige al centro de la plataforma de T1<sup>9</sup>.

Debido a que los estudios de balance sagital son recientes, aún no hay consenso en torno a estos valores en la literatura; el TIA promedio, la pendiente T1 y la versión cervical tienen valores de ( $71,7^{\circ} \pm 9,5^{\circ}$ ); ( $26,7^{\circ} \pm 6,3^{\circ}$ ) y ( $44,9^{\circ} \pm 7,2^{\circ}$ ), respectivamente según Janusz<sup>11</sup>. Mientras que para Weng el TIA, la pendiente de T1, y la versión cervical son  $78,0^{\circ}$ ,  $33,2^{\circ}$  y  $44,8^{\circ}$  respectivamente<sup>12</sup>.

Young y col.<sup>13</sup> en estudio prospectivo con seguimiento de 2 años incluyeron 67 pacientes, sometidos a cirugías de escoliosis idiopática del adolescente con

curvas Lenke tipo 1 para evaluar el balance sagital cervical obteniendo resultados estadísticamente significativos en cuanto a la recuperación de la lordosis cervical y la pendiente de T1<sup>13</sup>.

Solsona y col.<sup>14</sup> analizaron los cambios en el balance sagital de acuerdo con el nivel de fijación en pacientes con escoliosis idiopática del adolescente Lenke 1 a quienes se les realizó instrumentación posterior; estudiaron 25 pacientes. El 72% presentaban rectificación o cifosis cervical antes de la cirugía y el 44% experimentó una mejoría hacia el último control. Los niveles de artrodesis más altos se correlacionaron con los que empeoraron su contorno sagital postoperatorio<sup>14</sup>.

Canavese y col.<sup>15</sup> evaluaron en 32 pacientes los cambios de alineación sagital cervical y encontraron que si se realiza de forma adecuada el contorneado de la barra la alineación sagital se restablece, mejora o permanece<sup>15</sup>.

Lima y col.<sup>9</sup> describen los parámetros sagitales cervicales en 34 pacientes con escoliosis idiopática y concluyeron que los valores para la lordosis cervical son inferiores a los descritos en la literatura, lo que sugiere una pérdida de balance sagital cervical en estos pacientes<sup>9</sup>; Charles y col.<sup>16</sup> cuantificaron los cambios en la alineación sagital de 52 jóvenes con escoliosis idiopática del adolescente; donde el principal cambio estuvo dado en la recuperación de la lordosis cervical en un 51,9%<sup>16</sup>.

Akbar y col.<sup>17</sup> investigaron el impacto de la alineación torácica y lumbar en la alineación cervical en pacientes con escoliosis

idiopática del adolescente y concluyeron que la misma está influenciada por la cifosis torácica y la alineación global<sup>17</sup>.

En la presente investigación se evaluaron los cambios producidos a nivel del plano sagital cervical luego de la corrección de la escoliosis con la técnica vía posterior con tornillos transpediculares usada actualmente por la Clínica de Patología de Columna de la Fundación Hospital Ortopédico Infantil partiendo de la premisa de que el restituir el plano sagital torácico y lumbar pudiese impactar en el plano sagital cervical; tomando en cuenta la cantidad de pacientes con escoliosis idiopática del adolescente que acuden a la institución para corrección de la deformidad y debido a la falta de consenso en cuanto a parámetros cervicales sagitales se refiere, fue importante documentar y lograr determinar las modificaciones sagitales cervicales dependiendo del nivel de fijación proximal a través de las mediciones radiológicas cervicales más relevantes tanto en el preoperatorio como en el postoperatorio, para darle así la importancia merecida al segmento cervical.

## **Material y métodos**

Se realizó una investigación descriptiva, prospectiva, de corte longitudinal. La población estuvo representada por todos aquellos pacientes con diagnóstico de Escoliosis Idiopática del Adolescente (EIA), tratados quirúrgicamente en la clínica de patología de columna vertebral del Hospital Ortopédico Infantil en la ciudad de Caracas en el período comprendido

entre febrero 2022 hasta marzo de 2023. La muestra fue tomada de este universo, seleccionando los pacientes que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: edad entre 10 y 18 años con diagnóstico de EIA, tratados quirúrgicamente en el Hospital Ortopédico Infantil durante el período seleccionado que contaran con radiografías panorámicas de columna vertebral anteroposterior, lateral y bending, que incluyeron desde C1 hasta la cefálica femoral (espinograma). La información se obtuvo manualmente, realizando la revisión de estudios radiológicos preoperatorios y postoperatorios (6 meses) de los pacientes incluidos en el estudio, y efectuando la medición de los parámetros radiológicos sagitales cervicales de cada caso haciendo uso del sistema digital Tiaris y RadiAnt Dicom. Se recogieron los datos en un instrumento tipo formulario, donde se plasmaron los datos demográficos de los mismos, así como los valores de las mediciones realizadas por un único evaluador. Se obtuvieron valores promedio y desviaciones estándar a través de hoja de cálculo Excel, y el nivel de significancia  $P < 0.05$  se obtuvo utilizando el programa estadístico SPSS versión 25.

Dicha investigación fue aprobada y autorizada por el comité de bioética de la Fundación Hospital Ortopédico Infantil.

## **Resultados**

Durante el período comprendido desde febrero de 2022 hasta marzo de 2023 fueron intervenidos por la clínica de Patología de Columna en el Hospital Ortopédico Infantil

un total de 104 pacientes con diagnóstico de Escoliosis Idiopática del Adolescente, de los cuales cumplieron con los criterios de inclusión en del estudio un total de 60 pacientes. El sexo femenino predominó 85% respecto al masculino 15%. La edad de intervención quirúrgica de los pacientes se obtuvo una media de  $14,53 \pm 1,62$  años.

De acuerdo con la clasificación de Lenke el grupo que predominó fueron las Lenke tipo 1 con un 41,67% seguido de las Lenke tipo 5 y 3 con un 18,33% y un 16,67% respectivamente. Al observar el modificador lumbar tipo C se encontró en un 43,33% de las curvas estudiadas y el modificador sagital Normal se encontró en 56,67% de las mismas.

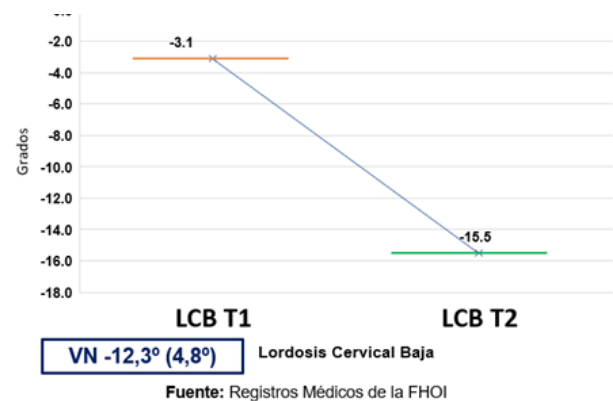
La distribución de acuerdo con el nivel de fijación proximal, de la muestra 51,67% tuvieron una fijación proximal en T3, seguido del nivel de fijación proximal T2 con un 31,67%, para el nivel T4 10% y solo 6,67% fueron fijados proximalmente en T10.

Las mediciones radiológicas para el balance sagital cervical preoperatorias (T1) y postoperatorias (T2) fueron realizadas en la

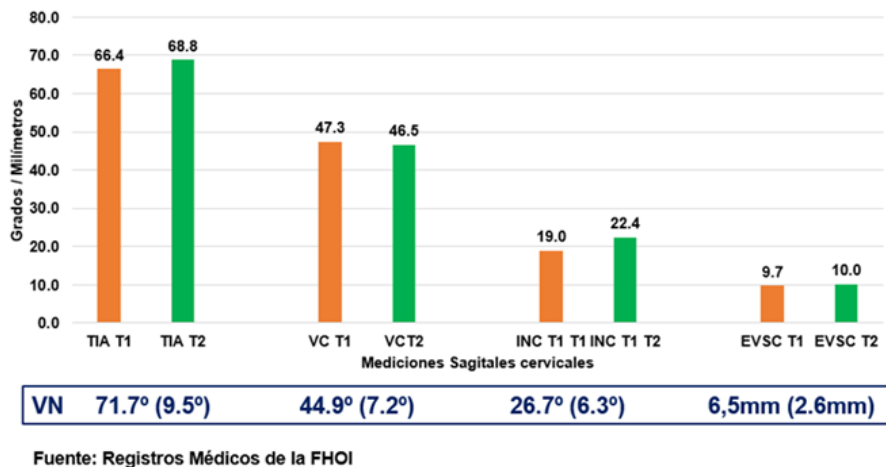
muestra total seleccionada y se presentan en los gráficos 1 el promedio de la lordosis cervical baja y en el gráfico 2 los promedios de las mediciones radiológicas utilizadas en la medición del balance sagital cervical.

A dichas variables se les aplicó la prueba t de muestras emparejadas para variables cuantitativas comparativas y relacionadas, ya que son valores dependientes medidos en el mismo paciente, pero en tiempos diferentes pre y postoperatorio; obteniendo así la media entre el valor previo y el valor posterior

**Gráfico 1.** Promedio de Lordosis Cervical Baja



**Gráfico 2.** Promedio de mediciones radiológicas Balance Cervical Sagital



**Tabla 1.** Análisis estadístico aplicando la prueba t emparejada en pre y postoperatorio

	Diferencias Emparejadas de Medias	95% intervalo de confianza de la diferencia		t	Grados de libertad	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior			
LCB (T1) – LCB (T2)	12.39	9.94	14.84	10.11	59	0.000
TIA (T1) – TIA (T2)	-2.38	-5.47	0.71	-1.54	59	0.128
VC (T1) – VC (T2)	0.74	-1.55	3.04	0.65	59	0.518
Inclinación T1 (T1) – Inclinación T1 (T2)	-3.44	-5.45	-1.44	-3.43	59	0.001
EVSC (T1) – EVSC (T2)	-0.35	-2.43	1.72	-0.33	59	0.736

Fuente: Registros Médicos de la FHOI

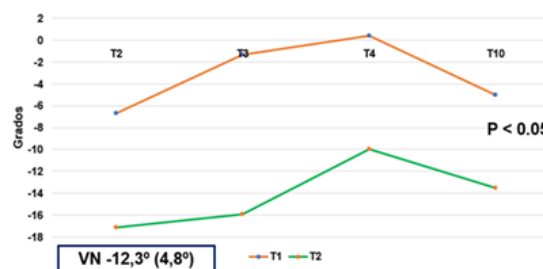
con un intervalo de confianza del 95% que representa una diferencia estadísticamente significativa en aquellos valores  $<0,05$  como se muestra en la tabla 1, tanto para la lordosis cervical baja como para la inclinación de T1.

Se aplicaron las mismas pruebas de análisis univariable para cada grupo de acuerdo con el nivel de fijación proximal, y luego se procedió a aplicar la prueba t de muestras emparejadas para cada uno de los niveles de fijación proximal evaluados, Nivel T2, T3, T4 y T10; donde se observaron cambios estadísticamente significativos entre el pre y postoperatorio para la Lordosis Cervical Baja tanto en T2, T3 y T10 representado en el gráfico 3; además en T3 y T10 hubo diferencia estadísticamente significativa en la Inclinación de T1. Expresados con los valores de  $P < 0,05$ .

El tiempo quirúrgico promedio fue de  $4,6 \pm 0,8$  horas.

No se presentaron complicaciones inherentes al acto quirúrgico; durante el postoperatorio

**Gráfico 3.** Modificación de la LCB según el nivel de fijación proximal



Fuente: Registros Médicos de la FHOI

tardío el 85% de la muestra no presentó ninguna complicación, un 1,7% dehiscencia de sutura (1 caso), y el 13,3% restante presentaron otras complicaciones (seromas, disestesias en herida quirúrgica) leves.

Entre otros diagnósticos asociados se encontraron 2 casos (3,33%) con espondilolistesis; uno de los cuales había sido intervenido previamente y otro se realizó en simultáneo con la cura de escoliosis; y 2 casos (3,33%) con *pectus excavatum* leve no tratados quirúrgicamente.

## Discusión

El objetivo de la corrección de la escoliosis idiopática del adolescente tradicionalmente se ha basado en lograr el balance coronal, la máxima corrección posible e impedir la progresión para evitar complicaciones cardiopulmonares a futuro. Sin embargo, el restaurar el balance sagital promete buenos resultados a largo plazo, aunque son pocos los datos encontrados en la literatura los señalaremos a continuación.

La selección del nivel proximal de instrumentación se encuentra actualmente determinada por la cifosis regional superior T2-T5 y el nivel preoperatorio de los hombros<sup>14</sup>, por lo que se infiere que el nivel de fijación proximal fue el recomendado en cada caso.

De acuerdo a la literatura revisada la muestra de pacientes fue para Solsona<sup>14</sup> 25 pacientes, Cavense<sup>15</sup> 32 pacientes; muy inferior a la reportada en nuestra investigación de 60 pacientes; pero es similar a lo reportado por Charles<sup>16</sup> 52 pacientes y Young<sup>13</sup> con 67 pacientes con la diferencia de que dichos estudios fueron realizados en períodos de más de 4 años, mientras que en nuestro caso, el período comprendido fue de 1 año; en todos los trabajos señalados anteriormente incluyendo el nuestro, predominó el género femenino.

Solsona<sup>14</sup> y Young<sup>13</sup> evaluaron pacientes únicamente con patrones de curva de escoliosis Lenke tipo 1, mientras que, en nuestra investigación se incluyeron todos los patrones de curva según Lenke encontrando que predominó el Tipo 1; con predominio del

modificador lumbar tipo C a diferencia de Solsona<sup>14</sup> donde predominó el tipo B pero coincidió con el mismo en mayor porcentaje para el modificador Sagital Normal (N).

Al igual que lo reportado por Lima<sup>9</sup> en nuestros pacientes se encontraba alterado el balance sagital cervical en el preoperatorio, principalmente la lordosis cervical baja.

Los valores obtenidos al recuperar la lordosis cervical baja coinciden con los descritos en la literatura por Le Huec<sup>8</sup> y De Haro<sup>10</sup> y al compararlos con los descritos en la literatura mejoraron independiente del nivel de fijación proximal.

El eje vertical sagital cervical se mantuvo en el límite superior tanto en pre como postoperatorio según los valores reportados en la literatura por De Haro<sup>10</sup>.

El TIA a diferencia de lo reportado por Weng<sup>12</sup> en la literatura como ángulo estructural o anatómico se encontró que en la muestra estudiada este ángulo si se modifica inclusive a valores estadísticamente significativos en niveles fijación T10.

Según lo reportado por Akbar<sup>17</sup> la alineación de la columna cervical está íntimamente relacionada con la curvatura torácica y la alineación global; en todos nuestros casos se restituyó la lordosis cervical influenciada por la corrección de la cifosis torácica o la restauración correcta del plano sagital, ya que se realizó el adecuado contorneado de la barra como está descrito por Canavese<sup>15</sup>.

Podemos concluir que la Escoliosis Idiopática del Adolescente si tiene un efecto cifotizante en

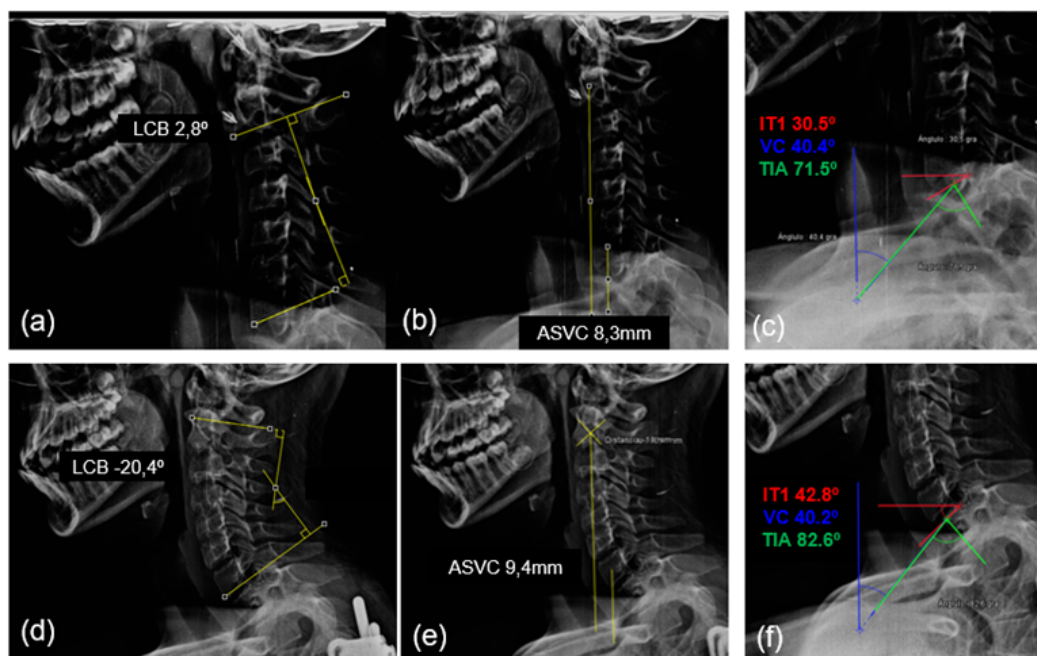
la alineación sagital cervical. En pacientes con cirugía de corrección de escoliosis idiopática del adolescente el parámetro sagital que se modifica predominantemente es la lordosis cervical baja, independientemente del nivel de fijación proximal, siempre y cuando se restaure el plano sagital toraco lumbar.

El TIA no se comporta como un ángulo estructural, pero sí como ángulo posicional ya que se vio modificado en los distintos niveles de fijación. La Versión Cervical se mantuvo con valores similares en ambos tiempos de análisis y el análisis del plano sagital debe realizarse siempre de la forma correcta.

Se recomienda continuar el seguimiento radiológico de la muestra para observar si estos parámetros se mantienen o continúan modificándose en el tiempo.

Continuar restaurando la alineación sagital espinal durante el acto operatorio en vista de las consecuencias funcionales desfavorables que pueden ocurrir si no se realiza y mantener la línea de investigación para extender el análisis hacia el segmento torácico.

En la Figura 1 se presentan las mediciones radiológicas de uno de los pacientes incluidos en el estudio con su respectiva modificación en el postoperatorio.



**Figura 1.** Parámetros radiológicos utilizados para el análisis del balance sagital cervical en uno de los pacientes del estudio. Parámetros cervicales radiológicos preoperatorios observados en las figuras (a,b,c) y sus respectivos cambios radiológicos postoperatorios representados en las imágenes (d,e,f)

## Referencias

1. Sengupta, D. K. Spinopelvic Balance. *JBJS Reviews*. 2014; 2(8):e4.
2. Tejada, M. Balance sagital en columna vertebral. Su significado e importancia. *Orthotips*. Vol. 11 No. 3, Jul - Sep 2015.
3. Roussouly, P., Pinheiro-Franco, JL Parámetros sagitales de la columna: enfoque biomecánico. *Eur Spine J* 20 (Suplemento 5), 578 (2011).
4. Marketos SG, Skiadas P. Hippocrates. The father of spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 1999; 24(13): 1381-7.
5. Lonstein JE. Idiopathic scoliosis. In: Lonstein JE, Bradfordn DS, Winter RB, Ogilvie J, eds. *Moe's Textbook of scoliosis and other spinal deformities*. 3rd Ed. Philadelphia, WB Saunders Co; 1995: 219-256. 2.
6. Lenke, Lawrence G. "The Lenke classification system of operative adolescent idiopathic scoliosis." *Neurosurgery Clinics of North America* 18.2 (2007): 199-206.
7. Lenke, Lawrence G. "Lenke classification system of adolescent idiopathic scoliosis: treatment recommendations." *Instructional course lectures* 54 (2005): 537-542.
8. Le Huec, JC, Thompson, W., Mohsinaly, Y. et al. Equilibrio sagital de la columna. *Eur Spine J* 28, 1889-1905 (2019).
9. Lima M, Italo M, Rebecchi G. Parameters for the evaluation of cervical sagittal balance in idiopathic scoliosis. *Coluna/Columna*. 2017;16(1):38-41.
10. De Haro J. Balance sagital cervical. *Orthotips*. Vol. 11 No. 3. 2015
11. Janusz P, Tyrakowski M, Glowka P, et al. Influence of cervical spine position on the radiographic parameters of the thoracic inlet alignment. *Eur Spine J*. 2015;24(12):2880-4.
12. Weng C, Wang J, Tuchman A, et al. Influence of T1 slope on the cervical sagittal balance in degenerative cervical spine: An analysis using Kinematic MRI. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016;41:185-190.
13. Youn MS, Shin JK, Goh TS, Kang SS, Jeon WK, Lee JS. Relationship between cervical sagittal alignment and health-related quality of life in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2016 Oct;25(10):3114-3119.
14. Solsona S, Legarreta A, Rositto G, y cols. Modificaciones del plano sagital cervical luego del tratamiento quirúrgico posterior en la escoliosis idiopática del adolescente Lenke 1. *Rev. Asoc. Argent. Ortop. Traumatol*. 2014; 79( 3 ): 169-178.
15. Canavese F, Turcot K, De Rosa V, et al. Cervical spine sagittal alignment variations following posterior spinal fusion and instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2011; 20:1141-1148.
16. Charles Y, Sfeir G, Matter-Parrat V, et al. Cervical Sagittal Alignment in Idiopathic Scoliosis Treated by Posterior Instrumentation and In Situ Bending. *SPINE*, 2015; 40(7): E419 - E427.
17. Akbar M, Almansour H, Lafage R, et al. Sagittal alignment of the cervical spine in the setting of adolescent idiopathic scoliosis. *J Neurosurg Spine* 29:506-514, 2018.