

ORIGINALES

La giba costal en la escoliosis idiopática

Rib deformity in idiopathic scoliosis

DÍEZ ULLOA, M. A.*; SÁNCHEZ PÉREZ-GRUESO, F.** y FERNÁNDEZ-BAÍLLO Y GALLEGU DE LA SACRISTANA, N.

*Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología (Prof. Couceiro). Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela.

**Unidad de Raquis y Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología (Prof. Munuera). Hospital La Paz. Madrid.

RESUMEN: El problema de la giba costal es uno de los de mayor repercusión anímica sobre el paciente escoliótico. La cirugía correctora vertebral consigue mejorarla, aunque suele recidivar con la evolución. Se propone como hipótesis el que una deformación elástica intrínseca de la costilla explicaría tanto la variación tridimensional de la caja torácica con la cirugía como la posterior recidiva.

Se realiza un estudio de 16 pacientes con escoliosis idiopática con curva torácica $> 70^\circ$ Cobb tratados mediante artrodesis anterior y posterior, con corrección mediante instrumentación CD, a los que se ha seguido durante un mínimo de 2 años.

En el plano anteroposterior no se encontró movilidad costovertebral, sino un reequilibrio de tensiones musculares que no explicaría el comportamiento de la giba.

Por tanto, se sugiere que la explicación a la deformidad podría encontrarse en el plano transversal, probablemente con un componente de deformación elástica intrínseca en los arcos costales, por lo que para corregir la deformidad costal, dicho anillo debería romperse en algún punto.

PALABRAS CLAVE: Raquis. Escoliosis idiopática. Giba costal. Patogenia.

ABSTRACT: The problem of rib deformities has an important emotional impact on scoliotic patients. Corrective vertebral surgery can improve it, but it usually recurs with time.

It is hypothesized that intrinsic elastic deformation of the rib is responsible or both the three-dimensional variation in the chest cage with surgery and the eventual recurrence of rib deformity.

A study was made of 16 patients with idiopathic scoliosis and a thoracic curve $>70^\circ$ Cobb who were treated by anterior and posterior arthrodesis with correction by CD instrumentation, and followed-up for at least 2 years.

Costovertebral mobility was absent in the anteroposterior plane, but a redistribution of muscular forces was found, although it could not explain the behavior of the rib deformity.

Therefore, it was proposed that the explanation for the rib deformity may be found in the transversal plane, probably in relation to an intrinsic elastic deformation component of the costal arches. Consequently, it may be necessary to interrupt this ring at some point to correct the rib deformity.

KEY WORDS: Spine. Idiopathic scoliosis. Rib deformity. Pathogenesis.

Introducción

En la escoliosis idiopática hay una diferencia de longitud entre las costillas a nivel de cada par costal.¹⁰ La rotación vertebral, principalmente, y esta asimetría costal, son las causas de la giba que aparece en estos pacientes, la cual tiene un gran peso específico en el efecto estético entre observadores no médicos,¹¹ mostrando además, una correlación con los sistemas computarizados de medición de la deformidad (ISIS)¹¹ y con el escoliómetro,^{14,15,17} aunque no con el ángulo de Cobb.¹¹

Al observar conjuntamente las radiografías anteroposteriores preoperatorias y postoperatorias de un paciente con escoliosis idiopática intervenido con instrumentaciones detorsionantes, se tiene la impresión que con la cirugía ha habido un aumento de la simetría a nivel de cada par costal. Cuando se ha estudiado este fenómeno, se ha descrito que, en relación a un grupo control sano, los pacientes afectados de escoliosis idiopática muestran en la proyección anteroposterior una verticalización de las costillas craneales en la concavidad y de las caudales en la convexi-

Correspondencia:

Dr. MÁXIMO-ALBERTO DÍEZ ULLOA.
Servicio de COT (despacho 012, planta baja)
Hospital Clínico Universitario
Trav. de la Choupana, s/n
15706 Santiago de Compostela. La Coruña
Recibido: Febrero de 2000.
Aceptado: Noviembre de 2000.

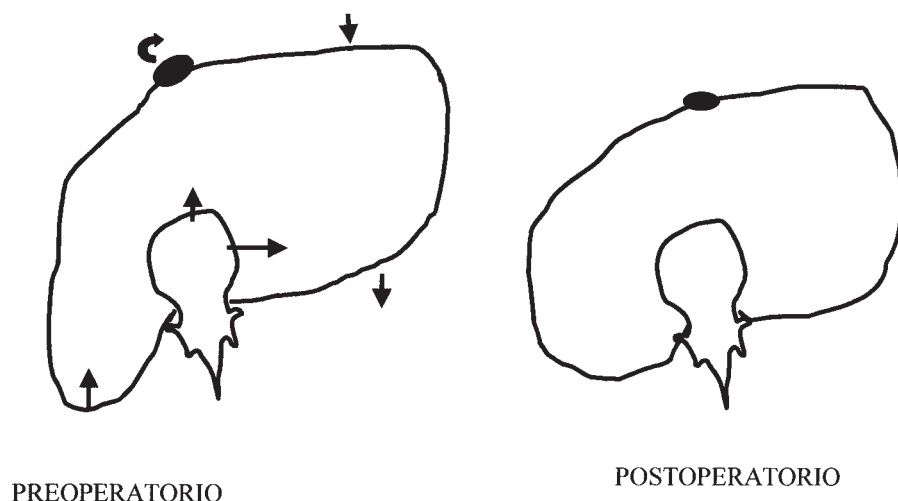


Figura 1. Esquema de la deformación del plano transversal a nivel del ápex de la deformidad por efecto de la cirugía: las flechas negras indican los principales efectos de estas fuerzas sobre el anillo vertebrocostoesternal.

dad y que tras la cirugía con esas instrumentaciones detorsionantes se corrigen parcialmente ambos componentes.^{14,17} Por otra parte, en el postoperatorio la deformidad costal suele recidivar, sin que se acompañe de pérdida de la corrección vertebral conseguida ni de movilidad costal en la proyección radiológica anteroposterior.^{14,17}

Por todo ello surge la pregunta acerca de cuál es el mecanismo corrector de las instrumentaciones detorsionantes sobre la caja torácica. Se propone que este tipo de cirugía modifica las costillas en su propia estructura, y no a nivel costovertebral, ya que al medializar la columna se produce una deformación en ellas que, por ser elástica y no plástica, provoca que la caja torácica tienda a volver a su posición inicial, con lo que recidiva la deformidad (Figs. 1 y 2).

Material y método

Se estudió una serie de pacientes afectados de escoliosis idiopática intervenidos en la Unidad de Raquis del Hospital La Paz de Madrid, que cumplieran los siguientes requisitos: curva torácica o doble mayor, componente torácico de la deformidad $> 70^\circ$ Cobb en el plano AP, artrodesis anterior y posterior (con lo que se anula un posible efecto cigüeñal) e instrumentación por vía posterior CD, sin complicaciones debidas a la misma. La doble artrodesis se realizó en dos tiempos, con un intervalo de dos semanas de tracción mediante halo, en silla de ruedas por el día y en la cama por la noche.

La serie se componía de 16 pacientes, 11 mujeres y 5 varones, con una edad media de 16 años (mínimo: 11 y máximo: 33 años), con una sola paciente mayor de 20 años.

El estudio se llevó a cabo midiendo el ángulo de Mehta⁸ de T4 a T10 pre y postoperatoriamente, así

como a los 2 años de seguimiento. A continuación se estudió su evolución considerando la distribución de niveles vertebrales según el orden natural (T4-T10) y según su posición relativa respecto a la vértebra craneal del área de artrodesis circunferencial y al ápex de la curva.

También se realizó el mismo estudio midiendo los ángulos costovertebrales en la concavidad y en la convexidad (se considera ángulo costovertebral el for-

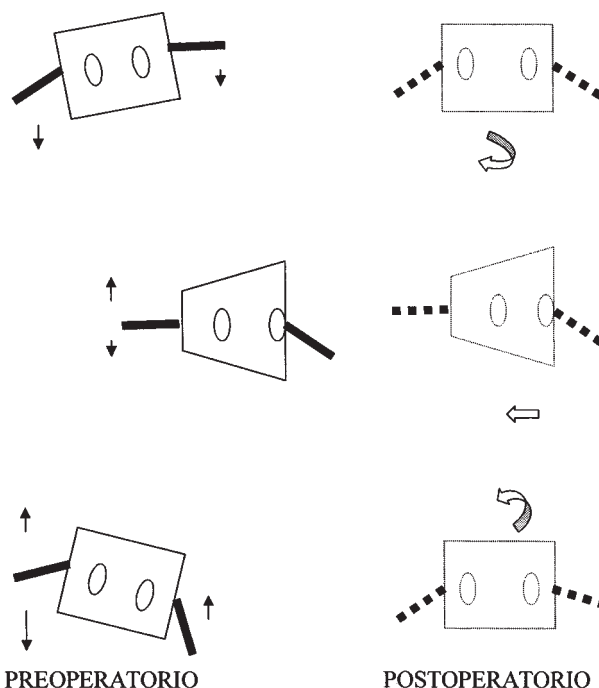


Figura 2. Esquema de la deformación en el plano anteroposterior por efecto de la cirugía: las flechas huecas muestran el movimiento de la vértebra y las flechas negras representan las tracciones musculares donde son representativas. Obsérvese cómo la costilla craneal de la concavidad no se horizontaliza significativamente por las tracciones musculares.

mado por el eje representativo de la costilla con respecto a la vertical).

La serie fue sometida a estudio estadístico empleando una prueba de Wilcoxon para comparar las medias.

Resultados

La curva torácica pasó con la cirugía de $92 \pm 13^\circ$ a $38,5 \pm 14^\circ$ y a los 2 años de seguimiento se mantuvo en $42 \pm 12^\circ$, la cifosis pasó de $45 \pm 24^\circ$ a $27 \pm 15^\circ$ con la cirugía y a $30 \pm 16^\circ$ tras 2 años de seguimiento. La distancia ápex-esternón fue de 112 ± 27 mm preoperatoriamente, pasando a 94 ± 23 mm en el postoperatorio y a 97 ± 23 mm a los 2 años. La rotación del ápex pasó de $32 \pm 11^\circ$ a $30 \pm 10^\circ$ con la cirugía y a $29 \pm 10^\circ$ con 2 años de seguimiento.

La variación del ángulo de Mehta se estudió tanto considerando el nivel natural absoluto, como el relativo a la vértebra más craneal de la zona de la doble artrodesis y como el relativo al ápex de la curva torácica. En todos los supuestos la variación fue pequeña y no significativa en lo que respecta al efecto que la cirugía produjo a cada nivel vertebral, y también en lo que respecta al seguimiento durante 2 años tras la cirugía (tablas 1-3).

El estudio de los ángulos costovertebrales mostró una movilidad costal significativa por efecto de la cirugía correctora vertebral.

En la convexidad se produjo una verticalización de las costillas más craneales, de 14° en la 4.^a costilla ($p = 0,003$) y de 13° en la 5.^a costilla ($p = 0,005$), mientras que en las más caudales hubo una horizontalización de 9° en la 9.^a costilla ($p = 0,002$) y de 14° en la 10.^a costilla ($p = 0,0007$). En lo que respecta a la concavidad sólo se detectó una movilidad estadísticamente significativa por efecto de la cirugía a nivel de las costillas 9.^a y 10.^a, con una horizontalización de 8° ($p = 0,007$) y de 9° ($p = 0,01$) respectivamente. En el resto de las costillas no se apreció una movilidad significativa tras la cirugía (tablas 4 y 5).

No se observaron cambios al estudiar estos ángulos costovertebrales en las imágenes obtenidas tras 2 años de la cirugía y compararlas con los controles postoperatorios (tabla 5).

Se buscó una posible relación entre la movilidad costal en el plano anteroposterior (comprobada bien como variación del ángulo de Mehta o bien del ángulo costovertebral) y todos los demás parámetros estudiados en cada paciente, sin poder demostrar que existiese con ninguno de dichos parámetros.

Discusión

Uno de los mayores problemas que plantea el estudio de las deformidades del raquis es el hecho de

Tabla 1. Variaciones del valor del ángulo de Mehta según nivel vertebral

Nivel vertebral	Del preoperatorio al postoperatorio	Al seguimiento tras 2 años de la cirugía
T4	$-6,5^\circ$	0°
T5	-9°	$-1,25^\circ$
T6	$-0,6^\circ$	$-1,25^\circ$
T7	$-6,25^\circ$	$-1,25^\circ$
T8	$-2,5^\circ$	$1,6^\circ$
T9	$0,3^\circ$	$-3,1^\circ$
T10	$-5,6^\circ$	$1,5$

Tabla 2. Variaciones del valor del ángulo de Mehta según nivel vertebral relativo a la vértebra más craneal de la doble artrodesis (en los niveles que hay valores de, al menos, 9 pacientes)

Nivel vertebral	Del preoperatorio al postoperatorio	Al seguimiento tras 2 años de la cirugía
2 cranealmente (n = 12)	$-9,2^\circ$	$-2,5^\circ$
1 cranealmente (n = 16)	-5°	$2,5^\circ$
Vértebra más craneal de la doble artrodesis (n = 16)	0°	$1,25^\circ$
1 caudalmente (n = 16)	$-4,7^\circ$	$-4,4^\circ$
2 caudalmente (n = 16)	$-6,6^\circ$	$-6,6^\circ$
3 caudalmente (n = 14)	$-2,1^\circ$	$2,5^\circ$
4 caudalmente (n = 9)	$-2,8^\circ$	$6,1^\circ$

Nótese cómo el nivel más craneal de la doble artrodesis apenas registra movimiento alguno en todo el proceso.

Tabla 3. Variaciones del valor del ángulo de Mehta según nivel vertebral relativo a la vértebra más ápex del componente torácico de la deformidad (en los niveles que hay valores de, al menos, 9 pacientes)

Nivel vertebral	Del preoperatorio al postoperatorio	Al seguimiento tras 2 años de la cirugía
5 cranealmente (n = 9)	$-8,8^\circ$	$0,5^\circ$
4 cranealmente (n = 15)	-7°	$2,3^\circ$
3 cranealmente (n = 16)	$-7,8^\circ$	$4,4^\circ$
2 cranealmente (n = 16)	$0,9^\circ$	$-7,5^\circ$
1 cranealmente (n = 16)	$-6,6^\circ$	$3,1^\circ$
Vértebra ápex (n = 14)	$-4,3^\circ$	$-2,9^\circ$
1 caudalmente (n = 13)	$1,1^\circ$	$0,4^\circ$

que se estudia mediante proyecciones radiológicas, con lo que una estructura tridimensional se convierte en una imagen bidimensional.¹² Clínicamente se observa una mejoría en la giba costal tras la cirugía correctora con instrumentaciones detorsionantes, que se acompaña de una sensación de una mayor simetría al observar una proyección radiológica en el plano anteroposterior. De hecho, se ha descrito que en la

Tabla 4. Ángulos entre la costilla y la vertical a cada nivel, diferenciando la concavidad (K) de la convexidad (X), así como el valor preoperatorio del post-operatorio y del valor de dicho ángulo tras un seguimiento de 2 años. Se redondean las fracciones de grado sexagesimal

Nivel		Preoperatorio		Postoperatorio		A los 2 años	
4K	4X	73°	66°	76°	53°	78°	53°
5K	5X	73°	60°	77°	48°	80°	52°
6K	6X	79°	55°	79°	48°	80°	49°
7K	7X	80°	50°	81°	48°	80°	48°
8K	8X	81°	45°	79°	46°	77°	44°
9K	9X	80°	35°	72°	44°	71°	43°
10K	10X	74°	29°	65°	42°	66°	40°

Tabla 5. Variación entre el valor pre y postoperatorio (efecto de la cirugía) y entre el postoperatorio y el encontrado tras 2 años de seguimiento (movilidad costal que explicase la recidiva de la giba). Se redondean las fracciones de grado sexagesimal

Nivel		Del pre al post.		Tras 2 años de seguimiento	
4K	4X	1°	-14°*	2°	0°
5K	5X	3°	-13°*	3°	4°
6K	6X	-1°	-8°	1°	1°
7K	7X	1°	-3°	-1°	0°
8K	8X	-2°	0°	-2°	-2°
9K	9X	-8°*	9°*	-1°	-2°
10K	10X	-9°*	14°*	1°	-2°

Se encuentran movimientos estadísticamente significativos, que en la tabla aparecen marcados con un asterisco*.

convexidad se horizontalizan las costillas caudales y se verticalizan las craneales, mientras que en la concavidad se horizontalizan las craneales.^{14,17} En el seguimiento la giba suele recidivar, pero en los estudios radiológicos no se puede demostrar que haya habido una movilidad costovertebral.^{14,17} Para explicar esta recidiva de la deformidad costal se ha estudiado la movilidad costal y se ha planteado la hipótesis de que el comportamiento costal estaría influido por el crecimiento vertebral y/o desequilibrios musculares.²⁰ No se ha constatado numéricamente la evolución de la giba costal en estos pacientes, asumiendo la sensación clínica antes expuesta de que a medio-largo plazo realmente no se logra corregir.

Cuando se ha estudiado el poder corrector de la giba costal tras la cirugía vertebral, mediante la comparación entre grupos de pacientes tratados con varias instrumentaciones (incluido el CD), se ha visto que el grupo que mostraba una mayor corrección postquirúrgica era aquel al que se había añadido el gesto de una costoplastia.⁵ La corrección lograda se mantiene al cabo de un año, aunque dicha corrección no es total y la asimetría volumétrica en la espalda

vuelve a aumentar al cabo del año.⁴ Por otro lado, se ha investigado cuál es el momento en que dicha costoplastia tiene un mayor poder de corrección, y se observó que la costoplastia realizada a la vez que la cirugía correctora vertebral obtiene resultados superiores a la realizada en un segundo tiempo.³ Para explicar la ventaja en cuanto a corrección de la giba que supone la costoplastia, se ha propuesto la hipótesis de que la deformidad torsional de los cuerpos vertebrales puede ser una causa que limite la corrección de la giba con la cirugía con instrumentación CD, ya que la instrumentación posterior sólo puede corregir la deformidad rotacional a nivel de los discos, donde siempre es menor que a nivel de las vértebras.¹⁶ Este mismo grupo,²⁰ para justificar la recidiva de la deformidad costal, postula que tras la cirugía la caja torácica continúa deformándose en torno a una columna artrodesada y sujeta rígidamente por la instrumentación, porque las costillas se ven sometidas a pares de fuerzas deformantes originadas por el crecimiento vertebral y/o por una asimetría neuromuscular a nivel del tronco.^{14,17}

El efecto de los músculos insertados sobre las costillas es fundamental para explicar la movilidad costal en el plano anteroposterior, pues sujetan éstas en sus posiciones primitivas oponiéndose a la fuerza que arrastra al par costal con la columna en la corrección instrumentada de las deformidades.^{19,20} Dicho efecto se manifiesta en las costillas más craneales y caudales de la concavidad y en las más caudales de la convexidad, pero no en las más craneales de la convexidad.²⁰ Las variaciones en la giba tienen que deberse a una reorientación espacial de las costillas, por lo que se estudiaron para tratar de ver en qué lugar del mismo sucedían los cambios.

Al estudiar las articulaciones vertebrocostales, no se observó que hubiera una variación estadísticamente significativa en el ángulo de Mehta, tanto considerándolo por nivel anatómico, como considerándolo por nivel relativo tanto a la artrodesis circunferencial como al ápex de la deformidad. Es conocido el valor pronóstico del ángulo de Mehta (diferencia > 30° pronóstico hacia la evolución de la curva) en las escoliosis infantiles, pero no se modificó con la corrección de la curva ni con el seguimiento en estos pacientes, lo que no debería extrañar, ya que el ángulo de Mehta es un factor pronóstico para curvas de inicio muy precoz (escoliosis infantil) y relaciona la diferencia en la oblicuidad costal a nivel del ápex entre concavidad y convexidad con la evolución natural de la curva, lo que no tiene nada que ver con la modificación de dicha curva vertebral en un acto quirúrgico. En cuanto a la medición de los ángulos costovertebrales, por la deformidad costal en la escoliosis, no

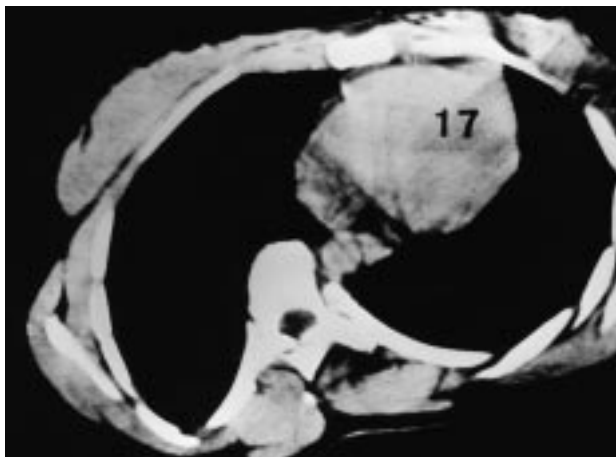


Figura 3. TAC a nivel del ápex de la deformidad, preoperatorio. Compárese con la figura 1.

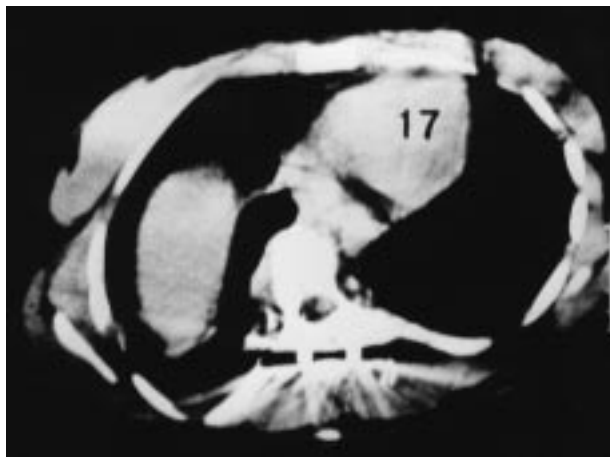


Figura 4. TAC a nivel del ápex de la deformidad, postoperatorio. Compárese con las figuras 1 y 3.

se mide tanto el cuello de la costilla como el eje representativo de la misma.⁶ La unión vertebro-bicostal a cada nivel actúa como un bloque en el desplazamiento espacial de la vértebra, por lo que la explicación a la corrección de la giba no debe de buscarse en la movilidad costo-vertebral en el plano anteroposterior, si no que debe de hacerse en el plano transversal, en el anillo que se forma entre la vértebra, sus respectivas costillas y el esternón. Estudios previos con TAC por otro motivo (Figs. 3 y 4) muestran esta deformación hacia la simetría de nuestra hipótesis (Figs. 1 y 2).

A la vista de estos datos y de la observación de los fenómenos que suceden durante una instrumentación CD, se plantea que la fuerza medializadora de la instrumentación sobre la columna produce una deformación elástica del anillo vertebro-bicosto-esternal que hace disminuir la asimetría entre ambos hemitórax. Pudiera ser que dicho anillo vertebro-bicosto-esternal se deformase por una deformación rotacional progresiva de la columna («efecto cigüeñal»). Para descartar esta posibilidad, se escogieron pacientes con doble artrodesis (anterior y posterior). Como la movilidad de las articulaciones costales anteriores y posteriores tampoco explica esta deformación de dicho anillo, la única explicación posible es que los cambios suceden a nivel de las propias costillas. La misma naturaleza de dicha deformación (elástica y no plástica), conlleva que se genere una fuerza a nivel del propio anillo vertebro-bicosto-esternal que limita la corrección de la giba y que contribuye a la recidiva de la misma. El efecto de una eventual asimetría neuromuscular no queda descartado, pero nos resulta difícil comprender qué músculos traccionarían para producir la recidiva de una giba sin variar la orientación costal en el plano anteroposterior.

En cuanto al movimiento costal en el plano frontal por efecto de la cirugía, coincidimos con otros autores en el comportamiento de la convexidad, esto es, horizontalización de las costillas más caudales y verticalización de las más craneales.^{14,17} En cambio, en la concavidad se encontraron resultados parcialmente diferentes, ya que a nivel de las costillas 4.^a y 5.^a hubo una verticalización en lugar de una horizontalización, si bien por lo demás, se ha visto una ausencia casi total de movimiento a nivel del par costal 6.^o y un comportamiento de los pares 7.^o a 10.^o similar al de otras series.^{14,17} Por lo que respecta al seguimiento de los pacientes, no se ha podido demostrar un movimiento costal estadísticamente significativo en el plano anteroposterior, al igual que tampoco se pudo en otras series,^{14,17} y se propone que de nuevo la elasticidad del anillo vertebro-bicosto-esternal explicaría las recidivas en el plano transversal y no en el anteroposterior. Se explica el movimiento relativo de las costillas respecto a la vertical, visto en el plano frontal, por el efecto de las tracciones musculares como lo hacen otros autores^{19,20} (Figs. 1 y 2). No se encuentra una explicación clara a la diferencia en el comportamiento de las costillas 4.^a y 5.^a de la concavidad con la serie de Wemyss-Holden y cols.^{14,17} La única variación entre las series consiste en que las costillas de la presente serie tenían una artrodesis circunferencial caudalmente a ellas, y quizás este hecho pudiera desequilibrar las tracciones musculares a favor del sentido caudal al tener una inserción más estable y, con ello, verticalizar las costillas.

Por todo lo expuesto, creemos que para la corrección permanente de la deformidad costal estaría justificado realizar una rotura del anillo vertebro-bicosto-esternal, lo que quizá sólo esté indicado ante grandes deformidades vertebrales, que durante su de-

sarrollo acarrearón una deformación del tórax en crecimiento importante. Clásicamente esto se abordó mediante una costoplastia de la giba, aunque la mejor manera de corregir la giba es mediante una movilización del tórax desde la concavidad.⁹

Hace unos años los estudios sobre la corrección de la giba se centraban en el estudio de los ángulos vertebrocostales^{13,14-17,19,20} en la proyección radiológica anteroposterior. Sin embargo, la insatisfacción con el método hizo ampliar los estudios con TAC del tórax y raquis a un tiempo¹ que han corroborado la suposición acerca de que debería investigarse el plano transversal para la deformidad torácica (giba costal),^{6,9,18} así como que la corrección de la curva vertebral es independiente de la corrección de una deformidad costal establecida (giba costal).^{1,2,6,7,18,21} La independencia de la conducta de la giba costal respecto a la corrección de la deformidad vertebral también se ha comprobado en tratamientos con corsé.^{2,7} Tanto es así, que se ha planteado la necesidad de tratar la deformidad torácica independientemente mediante una osteotomía de las costillas en la concavidad, con el fin de realizar una rotación de todo el tórax alrededor de la columna vertebral para poder conseguir la corrección de la deformidad costal,⁹ lo que deja sin sentido todas las disquisiciones previas acerca de la costoplastia de la giba.

Todos estos estudios deshechan definitivamente el trabajar con proyecciones radiológicas anteroposteriores para el estudio del comportamiento de la deformidad costal, además de hacer innecesarias consideraciones acerca de la flexibilidad de la curva vertebral, ya que, como se ha expuesto, el comportamiento de la caja torácica es independiente del de la curva vertebral.

Conclusiones

1. No se observan cambios en la relación entre las costillas y el cuerpo vertebral ni con la cirugía ni en el seguimiento postoperatorio.
2. Los cambios observados en el tórax en el plano anteroposterior tras la cirugía no se modifican a los dos años de seguimiento.
3. La explicación a la corrección de la deformidad de la caja torácica y a la recidiva de la misma podrían encontrarse en el plano transversal y no en el anteroposterior ni en el lateral, al deberse a la elasticidad intrínseca del anillo vertebro-bicosto-esternal a nivel de las costillas, y no al cambio de la orientación espacial de las mismas.
4. Para lograr una corrección permanente de la giba habría que romper la elasticidad de dicho anillo, por ejemplo, con una costoplastia.

Bibliografía

1. Aubin, CE; Descrimes, JL; Dansereau, J; Skalli, W; Lavaste, F, y Labelle, H: Modélisation géométrique du rachis et du thorax pour l'analyse biomécanique par éléments finis des déformations scoliotiques. *Ann Chirurgie*, 49: 749-761, 1995.
2. Aubin, CE; Dansereau, J; de Guise, JA, y Labelle, H: Rib cage-spine coupling patterns involved in brace treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 22: 629-635, 1997.
3. Barrett, DS; MacLean, JGB; Bettany, J; Ransford, AO, y Edgar, MA: Costoplasty in adolescent idiopathic scoliosis. Objective results in 55 patients. *J Bone Joint Surg*, 75B: 881-885, 1993.
4. Bettany, JA; Edgar, MA, y Ransford, AO: Does costoplasty combined with corrective spinal instrumentation produce permanent back shape improvement? *J Bone Joint Surg*, 74B (Sup I): 93, 1992.
5. Edgar, MA; Bettany, JA; Ransford, AO, e Irvine, B: A comparative study of rib hump recurrence following five different surgical techniques. *J Bone Joint Surg*, 74B (Sup I): 93, 1992.
6. Labelle, H; Dansereau, J; Bellefleur, CH; Poitras, B, Rivard Ch-H; Stokes IAF, y de Guise, J: Comparison between preoperative and postoperative three-dimensional reconstructions of idiopathic scoliosis with the Cotrel-Dubousset procedure. *Spine*, 20: 2487-2492, 1995.
7. Labelle, H; Dansereau, J; Bellefleur, CH, y Poitras, B: Three-dimensional effect of the Boston brace on the thoracic spine and rib cage. *Spine*, 21: 59-64, 1996.
8. Mehta, MH: The rib vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. *J Bone Joint Surg*, 54B: 230-243, 1972.
9. Metz-Stavenhagen, P: «Correction of rib hump in scoliosis». *Eurospine* 98, Innsbruck, junio 1998.
10. Stokes, IAF; Dansereau, J, y Moreland, MS: Rib cage asymmetry in idiopathic scoliosis. *J Orthop Res*, 7: 599-606, 1989.
11. Theologis, TN; Fairbank, JCT, y Vlachonikov, IG: Quantification of the cosmetic effects in adolescent scoliosis using the ISIS scan. *J Bone Joint Surg*, 74B (Sup I): 95, 1992.
12. Tredwell, SJ, y Bannon, M: The use of the ISIS optical scanner in the management of the braced adolescent idiopathic scoliosis patient. *Spine*, 14: 887-888, 1989.
13. Ulloa, MAD; Sánchez Pérez-Grueso, F; Fernández-Baíllo, N, y García Fernández, A: ¿Vuelve la deformidad costal después de la cirugía en la escoliosis idiopática? *IX Congreso Nacional del GEER*, Marbella, junio 1994, 19.
14. Wemyss-Holden, SA; Burwell, RG; Jacobs, KJ; Polak, FJ; McNeill, SA; Webb, JK, y Moulton, A: Cotrel-Dubousset instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. Effects on both radiological and back shape deformity. *Congreso de la European Spinal Deformities Society*, Lyon, 1992.

15. **Wemyss-Holden, SA; Burwell, RG; Jacobs, KJ; Polak, FJ, Webb, JK, y Moulton, A:** Prediction of back shape deformity after Cotrel-Dubousset instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis based on preoperative radiological and back surface measurements: a segmental predictor. *Congreso de la European Spinal Deformities Society*, Lyon, 1992.
16. **Wemyss-Holden, SA; Butcher, CCA; Burwell, RG; Webb, JK, y Moulton, A:** Segmental evaluation of the rotational (torsional) deformity in scoliosis: anatomical observations and surgical significance. *J Bone Joint Surg*, 74B (Sup III): 306, 1992.
17. **Wemyss-Holden, SA; Burwell, RG; Jacobs, KJ; Polak, FJ, McNeill, SA; Webb, JK, y Moulton, A:** Predicting the deformation of the rib-cage around the fused spine after Cotrel-Dubousset instrumentation for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg*, 74B (Sup I): 94, 1992.
18. **Willers, U; Transfeldt, EE, y Hedlund, R:** The segmental effect of Cotrel-Dubousset instrumentation on vertebral rotation, rib hump and the thoracic cage in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*, 5: 387-393, 1996.
19. **Wojcik, A; Webb, JK, y Burwell, RG:** An analysis of the effect of the Zielke operation on the rib cage of S-shaped curves in idiopathic scoliosis. *Spine*, 15: 81-85, 1990.
20. **Wojcik, A; Webb, JK; Burwell, RG, y Cole, AA:** Why does the spinal and rib-cage deformity progress after Harrington-Luque instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis? *Congreso de la European Spinal Deformities Society*, Birmingham, 1994.
21. **Xiong, B; Sevastik, B; Willers, U; Sevastik, J, y Hedlund, R:** Structural vertebral changes in the horizontal plane in idiopathic scoliosis and the long-term corrective effect of spine instrumentation. *Eur Spine J*, 4: 11-14, 1995.