

Valor del escoliómetro o inclinómetro en el seguimiento de la progresión de la deformidad en la escoliosis idiopática

M. A. GONZÁLEZ VIEDO y M. J. CONDÓN HUERTA

Hospital Virgen del Camino. Pamplona (Navarra).

Resumen.—En el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de la escoliosis es importante conocer la rotación vertebral.

El objetivo de este estudio es establecer la correlación entre la deformidad de la caja torácica, existente en las escoliosis idiopáticas y manifestada por la gibosidad, evaluada en grados y mm a través de un inclinómetro, la rotación vertebral determinada a través del torsiómetro de Perdriolle y del método de Koreska y el valor angular de la curva determinado a través del método de Cobb, al objeto de saber si puede usarse la exploración clínica con el inclinómetro como método para el seguimiento de la escoliosis.

Pacientes y método: Se ha realizado un estudio prospectivo con un grupo de 86 pacientes afectados de deformidad torácica por escoliosis idiopática, 79 mujeres y 7 varones, con una edad media de 14,2 años (DE 4,9), con un valor angular medio de 32,3° (DE 9,1).

Resultados: La gibosidad medida en grados a través del inclinómetro tenía un valor medio de 10,3° (DE 3,7) y el valor medio de la altura de la gibosidad era de 18,2 mm (DE 2,3).

La rotación media determinada por el método de Koreska era del 20% (DE 2,1) y a través del torsiómetro de Perdriolle de 9,9° (DE 1,2).

Hemos objetivado una correlación entre la gibosidad medida en grados y la rotación vertebral medida por el método de Perdriolle ($r=0,72$ $p<0,05$) y por el método de Koreska ($r=0,58$ $p<0,05$), y entre la gibosidad medida en grados y en mm ($r=0,79$ $p<0,05$), pero no entre el valor angular de la curva y la gibosidad tanto medida en mm como en grados.

Conclusiones: El inclinómetro es un sistema sencillo, barato y fiable para controlar la evolución de la gibosidad, pero no para controlar la evolución del valor angular de la curva.

Palabras clave: Escoliosis. Rotación. Gibosidad. Inclinómetro.

VALUE OF THE SCOLIOMETER OR INCLINOMETER IN THE FOLLOW-UP OF THE IDIOPATHIC SCOLIOSIS DEFORMITY DEVELOPMENT

Summary.—It is important to know the vertebral rotation in the diagnosis, prognosis and treatment of scoliosis.

The objective of this study is to establish the relationship between the deformity of a chest cage existing in idiopathic scoliosis and manifested by gibbus deformity (hump like deformity), assessed in degrees and mm with an inclinometer, the vertebral rotation determined by the torsiometer of Perdriolle and the Koreska method and the angular value of the curve determined by the Cobb method, in order to know if the clinical examination with the inclinometer can be used as a method to follow-up scoliosis.

Material and method: A prospective study was carried out with a group of 86 patients suffering thoracic deformity due to idiopathic scoliosis, 79 women and 7 men, with a mean age of 14.2 years (SD 4.9) with a mean angular value of 32.2° (SD 9.1).

Results: Gibbus deformity measured in degrees with the inclinometer had a mean value of 10.3° (SD 3.7) and the mean value of the gibbus deformity height was 18.2 mm (SD 2.3). The mean rotation determined by the Koreska method was 20% (SD 2.1) and with the Perdriolle torsiometer was 9.9° (SD 1.2). We have observed a correlation between the gibbus deformity measured in degrees and the vertebral rotation measured by Perdriolle method ($r=0.72$, $p<0.05$) and by the Koreska method ($r=0.58$, $p<0.05$) and between the gibbus deformity measured in degrees and in mm ($r=0.79$, $p<0.05$), but not between the angular value of the curve and the gibbus deformity measured in both mm and degrees.

Conclusions: The inclinometer is a simple system that is inexpensive and reliable to control the evolution of the gibbus deformity but not to control the evolution of the angular value of the curve.

Key words: Scoliosis. Rotation. Gibbus deformity. Inclinometer.

INTRODUCCIÓN

El resultado de la rotación axial en las curvas torácicas de la escoliosis es la aparición de la deformidad, con la presentación de la típica gibosidad, que se traduce en una modificación espacial del tronco, modificando las curvas sagitales y reduciendo la cifosis dorsal y la lordosis lumbar fisiológicas. La explicación de esto se debe a que provoca una deformación en la parte posterior y lateral del cuerpo vertebral en el lado de la concavidad, de tal forma que dos vértebras contiguas se colocan en extensión, una respecto a la otra, reduciendo la cifosis dorsal fisiológica.

Los cuerpos vertebrales tienden a desplazarse hacia delante, pero no sólo lo hacen en este sentido sino que también se dirigen lateralmente, de manera que la fuerza de torsión va haciéndose cada vez más importante generando la gibosidad.

En la progresión de la escoliosis intervienen una serie de elementos mecánicos como son: la deformidad vertebral, los ligamentos y los músculos; esto no tiene excesiva importancia hasta que la curva no alcanza 30° de valor angular, pero a partir de entonces su importancia es creciente.

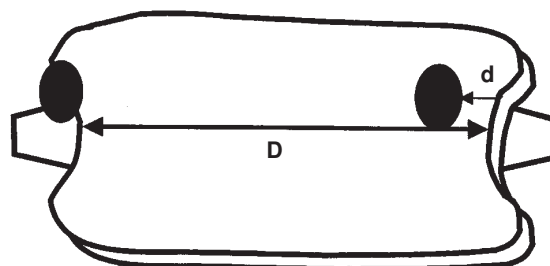
En el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de la escoliosis es importante conocer no sólo el valor angular de la curva, sino que también debemos conocer la rotación vertebral, porque se ha considerado a ésta como un factor indicador de la flexibilidad de la curva, y por tanto de su pronóstico.

Existen muchos métodos de medición de la rotación vertebral, generalmente los clínicos utilizan un método cualitativo con un error absoluto importante, el método de Nash y Moe (1). Hay otros métodos cuantitativos como los de Fait y Janovec (2), Koreska (3), Coetsier et al (4) y Hefti y McMaster (5) y Perdriolle (6), que junto al primero es el más utilizado en la práctica clínica.

El objetivo de este estudio ha sido establecer la correlación entre la deformidad de la caja torácica que se presenta en las escoliosis idiopáticas y se manifiesta por la gibosidad, evaluada en grados y mm a través de un inclinómetro, la rotación vertebral determinada a través del torsiómetro de Perdriolle y del método de Koreska y el valor angular de la curva, al objeto de saber si puede usarse la exploración clínica con el inclinómetro como método de seguimiento de la progresión en la escoliosis.

SUJETOS Y MÉTODO

Se ha realizado un estudio prospectivo con 86 pacientes afectos de deformidad torácica por escoliosis



$$\text{Rotación} = 100 \, d/D$$

Fig. 1.—Determinación de la rotación vertebral a través del método de Koreska.

idiopática, 79 mujeres y siete varones. Se trataba de 66 escoliosis combinadas, 13 dorsales y siete dorso-lumbares, con un valor angular superior a 25° medido en una radiografía anteroposterior de columna en bipedestación. Para el estudio únicamente se consideraron las curvas dorsales.

El valor angular se determinó en una radiografía anteroposterior de columna en bipedestación, a través del método de Cobb.

La rotación vertebral se obtuvo de dos formas diferentes, ambas en una radiografía anteroposterior de columna en bipedestación. Una mediante el método de Koreska, que consiste en la medición del movimiento porcentual del pedículo en relación con la superficie total de la vértebra, utilizando como origen el punto tangente al borde externo del pedículo (Fig. 1).

El otro método utilizado para la valoración de la rotación fue a través del torsiómetro de Perdriolle (Fig. 2), que cuantifica la rotación en grados del movimiento del pedículo, en relación con la superficie total vertebral y que toma como límite de ésta el borde externo del cuerpo vertebral a nivel de su tercio inferior.

La magnitud de la deformidad del tórax se determinó clínicamente, midiendo la gibosidad en grados sexagesimales, mediante el inclinómetro Grossman®, que determina el ángulo formado por la tangente a los puntos cenitales del dorso torácico y la horizontal (Fig. 3). Este inclinómetro permite mediciones de valores angulares entre 0° y 90°, con una precisión de 0,026°.

La gibosidad también se ha determinado midiendo su altura en milímetros, colocando el inclinómetro a 0°, tomando la base del mismo como la horizontal, y mensurando la altura del valle contralateral a la gibosidad (Fig. 4).

Las variables se recogieron en una base de datos del programa de *software* DBase III Plus® y se transfirieron al paquete estadístico SPSS-PC Plus® para su análisis.

Fig. 2.—Determinación de la rotación vertebral a través del torsiómetro de Perdriolle.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables para conocer sus valores máximos, mínimos, media y desviación estándar (DE) y un análisis estadístico mediante la correlación de Pearson, para relacionar las variables de la rotación vertebral, gibosidad y valor angular, tomando como valor significativo un valor de p significativo menor de 0,05.

RESULTADOS

La edad media era de 14,2 años (DE 4,9), con un rango situado entre ocho y 17 años y ninguno de los pacientes había alcanzado la madurez ósea.

El valor angular medio de las curvas dorsales utilizadas en el estudio fue de $32,3^\circ$ (DE 9,1). Todas las curvas tenían un valor angular superior a 25° y el rango se situaba entre 25° y 54° (tabla 1).

La inclinación de la gibosidad medida en grados a través del inclinómetro, tenía un valor medio de $10,3^\circ$ (DE 3,7), y el valor medio de la altura de la gibosidad fue de 18,2 mm (DE 2,3) (tabla 1).

La rotación media determinada por el método de Koreska era del 20% (DE 2,1), y a través del torsiómetro de Perdriolle de $9,9^\circ$ (DE 1,2) (tabla 1).

TABLA 1. Valor angular de las curvas, gibosidad y rotación.

Ángulo Cobb (grados)	32,3 \pm 9,1
Gibosidad	
Grados	10,3 \pm 3,7
mm	18,2 \pm 2,3
Rotación:	
Método Perdriolle (grados)	9,9 \pm 1,2
Método Koreska (porcentual)	20 \pm 2,1

Valores expresados en media \pm DE

Fig. 3.—Determinación de la magnitud de la gibosidad en grados mediante el inclinómetro Grossman®.

Se ha objetivado una correlación entre la gibosidad medida en grados y la rotación vertebral, tanto medida por el método de Perdriolle ($r=0,72$; $p<0,05$) como por el de Koreska ($r=0,58$; $p<0,05$). También se ha objetivado correlación entre la gibosidad medida en grados y en mm ($r=0,79$; $p<0,05$), pero no entre el valor angular de la curva y la gibosidad medida en mm o en grados (tabla 2).

DISCUSIÓN

La escoliosis idiopática se describe frecuentemente como la desviación lateral de la columna asociada a un fenómeno rotacional, pero en realidad se trata de una alteración tridimensional (7). Esta anomalía del

TABLA 2. Correlación entre gibosidad, rotación y valor angular de las curvas

	Valor gibosidad	
	mm	grados
Rotación MP	$r=0,72^*$	$r=0,74^*$
Rotación MK	$r=0,58^*$	$r=0,60^*$
VA Cobb	NS	NS

* $p<0,05$.

Rotación MP=Rotación método Perdriolle.

Rotación MK=Rotación método Koreska.

VA Cobb=Valor angular método Cobb.

h

Fig. 4.—Determinación de la magnitud de la gibosidad en mm utilizando el inclinómetro Grossman®.

tronco se acompaña de una deformidad de la caja torácica (8) que provoca una importante alteración estética, siendo ésta una de las causas habituales de consulta médica.

El complejo biomecánico formado por la columna y la caja torácica está íntimamente relacionado, pero pobremente explicado en la literatura científica (9-11).

Aunque muchos estudios han encontrado una alta correlación entre la rotación vertebral a nivel del axis de la escoliosis, la rotación de la superficie del dorso del tórax y la rotación de la caja torácica (8, 12, 13), otros (9) no han hallado una relación lineal clara entre la rotación vertebral y las medidas de la gibosidad, sugiriendo que la gibosidad no es únicamente el resultado directo de la rotación vertebral.

La topografía de superficie, que es una tecnología más actual, se ha utilizado también para investigar la relación entre el tórax y la columna, y ha mostrado que existe dicha relación (14-16), y se ha abogado por utilizar los métodos estandarizados de medición de la superficie como un sistema para emitir juicios pronósticos evolutivos de la deformidad (17).

Decimos que es una deformidad tridimensional porque se produce a través de tres movimientos. En primer lugar se produce la inclinación, que es una inflexión lateral en el plano frontal. Después un movimiento en el plano horizontal, la rotación, y más tarde la traslación, que es el desplazamiento lateral de la vér-

tebra respecto a su eje. Por tanto la asociación de dos o más grados de movimiento entre las vértebras se ha involucrado en el desarrollo de la escoliosis (18, 19).

El mecanismo por el cual interaccionan varios componentes en la rotación es poco conocido, pero se ha implicado a la rotación axial en la génesis de la escoliosis (1). Algún autor (20) indica que las fuerzas generadas a nivel costal causan rotación y deben considerarse como un componente importante de la deformidad.

La deformidad que se produce en la vértebra apical se debe a un remodelado óseo, provocado por las fuerzas generadas a nivel de la parte anterior de la vértebra, que obliga al desplazamiento de ésta, alejándola de la línea media; mientras que las fuerzas de la parte posterior, generadas en las estructuras músculo-ligamentosas, intentan minimizar la desviación y la rotación. Se sugiere que la deformidad costal es una adaptación a las fuerzas generadas para corregir la deformidad (21).

Todo esto se traduce en una modificación espacial del tronco que alcanza a las curvas sagitales, de forma que hay una reducción o desaparición de la cifosis dorsal y de la lordosis lumbar fisiológicas (22). Cuando la rotación vertebral alcanza los 90° la columna se transforma en una pseudocifosis y, paradójicamente, las vértebras aparecen en extensión unas con respecto a las otras (23).

Si pudiéramos observar la columna desde arriba veríamos que se ha producido una torsión anclada sobre la base de la pelvis (24), porque la suma de un giro (rotación) más una traslación lleva como resultado una torsión (25, 26), por eso las fuerzas que son necesarias para corregir, mantener o detener la evolución de una escoliosis mediante una ortesis (27) deben contemplar esta visión tridimensional de la deformidad.

El uso de estereorradiografías (28, 29) puede mostrarnos la verdadera realidad tridimensional. Esta técnica consiste en la práctica de dos radiografías convencionales en bipedestación, una posteroanterior y la otra en la misma proyección pero con un ángulo de inclinación del foco radiológico 20° más abajo del anterior, y utilizando después el sistema *Direct Linear Transformation* (DLT), que sirve para reconstruir la columna, se puede medir el ángulo de la gibosidad, la traslación o desplazamiento vertebral lateral y anterior y el desplazamiento anterior y lateral del tórax (10).

Stokes (30) ha correlacionado la rotación de la superficie del tronco escoliótico, medida por la DLT, con la rotación vertebral, definiendo la rotación de la superficie corporal como el ángulo formado por el plano horizontal y la doble tangente al punto cenital (Fig. 5).

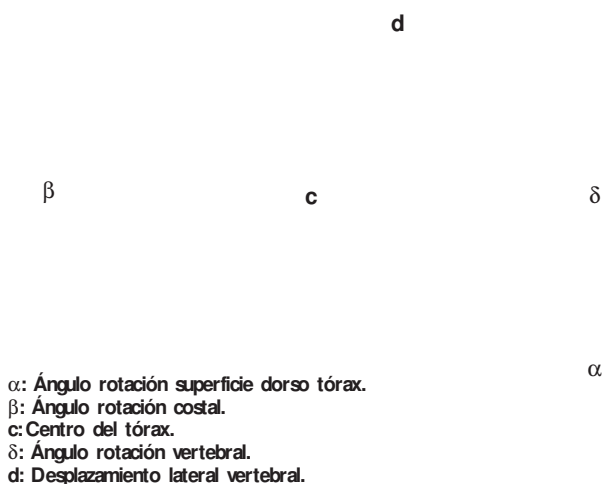


Fig. 5.—Proyección del plano horizontal a nivel segmentario, para ilustrar los ángulos de rotación de la superficie del dorso del tórax (α), de la rotación costal (β), de la rotación vertebral (δ) y del desplazamiento lateral vertebral (d).

Este método precisa de sistemas sofisticados que no están al alcance de todos en la práctica clínica diaria (31, 32).

La inclinación lateral no existe de una forma aislada, siempre se asocia con un grado de traslación lateral del cuerpo vertebral y con una rotación entre los cuerpos (25), por eso para determinar la rotación debe medirse siempre la posición de los pedículos y de la apófisis espinosa y, también, la desviación de la vértebra ápex con respecto al eje occípito-sacro, o eje que va desde la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical al centro de la base del sacro (23).

El desequilibrio que provoca la torsión, modifica las cualidades estáticas y dinámicas de la columna vertebral y entraña una alteración en su capacidad de carga, de forma que en los extremos de la curva, en las vértebras límite, debe producirse una compensación que tienda a mantener la curva en equilibrio. Esto tiene importancia en el tratamiento, ya sea conservador o quirúrgico y una mala interpretación puede llevar a muchos errores terapéuticos.

Cada día existen más estudios sobre la determinación de la rotación vertebral en la escoliosis por medio de técnicas de imagen, como la tomografía axial computarizada (33), con buenos resultados y con poco error inter e intraobservador (34), como la resonancia magnética (35) o como técnicas tridimensionales (36) que no han mostrado falsos negativos y muy pocos falsos positivos (37), pero por ahora son costosas y difíciles de utilizar en grandes grupos de población o en patologías con gran prevalencia como la escoliosis.

Debido a lo anterior se ha extendido, en la práctica clínica, la determinación de la rotación vertebral a

través de métodos menos sofisticados, como el de Perdrigolle (13) y Raimondi (38), que valoran la rotación en radiografías simples de columna, con buenos resultados siempre que la misma sea inferior a 30°, así mismo se ha generalizado el uso de inclinómetros o escoliómetros para medir la deformidad torácica que se produce en la escoliosis, y se han usado, igualmente, como mecanismo para cribar grandes poblaciones (39, 40) con buenos resultados (41).

Es verdaderamente importante saber si a través de la determinación de la deformidad torácica, estamos en disposición de conocer la rotación vertebral y si sirve como herramienta para detectar la progresión del valor angular.

Existen determinaciones efectuadas mediante el análisis tridimensional de la superficie corporal que así lo indican (16, 17), de tal forma que si mediante el análisis pudiera determinarse el grado de correlación existente entre la gibosidad y la rotación vertebral, podría indicarse la evolución de ésta a partir de la medición de la gibosidad.

Con este estudio, a través de un inclinómetro, ha podido determinarse la correlación existente entre la gibosidad, medida en grados de inclinación a través del citado método y la rotación vertebral, medida en grados a través del método de Perdrigolle, y a través del método de Koreska, es decir entre el ángulo de la doble tangente a la horizontal y la rotación vertebral. Si a lo anterior sumamos que, según los trabajos de Drerup (26), la localización de los pedículos, y por tanto de la rotación vertebral, no se ve influenciada por las inclinaciones hacia delante, atrás o a los lados y que el método utilizado tampoco ve influidos sus resultados por estos movimientos, pensamos que es factible realizar el seguimiento evolutivo de los pacientes controlando la gibosidad a través de este sistema, si lo que pretendemos es conocer la evolución de la rotación.

Sin embargo, la ausencia de correlación entre el valor angular y el valor de la gibosidad, pone en cuestión la posibilidad de utilizar el inclinómetro como método para determinar la progresión de la curva.

En conclusión, el inclinómetro es un método sencillo, porque no requiere un aprendizaje especial, barato y fiable para evaluar la evolución de la deformidad torácica, pero no la evolución del valor angular de la escoliosis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Nash CL, Moe JH. A study of vertebral rotation. *J Bone Joint Surg* 1969;51A:223-9.
2. Fait M, Janovec M. Establishing of the rotation angle in the vertebra. *Scripta Med* 1970;43:207-15.

3. Koreska J Portable desktop computer-aided digitiser system for the spinal deformities. *Med Biol Eng Comput* 1982;20:715-26.
4. Coetsier M, Vercauteren M, Moerman P. A new radiographic method for measuring vertebral rotation in scoliosis. *Acta Orthop Belg* 1977;43:598-605.
5. Hefti FL, McMaster MJ. The effect of the adolescent growth spurt on early spinal fusion in infantile and juvenile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983;65B:247-54.
6. Perdriolle R, Vidal J. Thoracic idiopathic scoliosis curve evolution and prognosis. *Spine* 1985;10:785-91.
7. Hierholzer E, Drerup B. Shape analysis of the back surface: automatic localization of anatomical landmarks and assessment of lateral asymmetry. En: Stokes, Pekelsky, Moreland, eds. *Surface topography and spinal deformity IV*. Stuttgart: Gustav Fischer; 1987. p. 267-82.
8. Stokes IAF. Axial rotation component of thoracic scoliosis. *J Orthop Res* 1989;7:702-8.
9. Thulbourne T, Gillispie R. The rib hump in idiopathic scoliosis. Measurement, analysis and response to treatment. *J Bone Joint Surg* 1976;58B:64-71.
10. Aubin CE, Dansereau J, de Guise JA, Labelle H. Rib cage-spine coupling patterns involved in brace treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1997;6:629-35.
11. Dikson RA. Conservative treatment for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1985;67B:176-81.
12. Agostini S, Tagliavero G, Fabris D, Morumano S, Ferraro C. Relationship between rib hump deformity and vertebral rotation in idiopathic scoliosis. *Ital J Orthop Traumatol* 1983;9:387-95.
13. Perdriolle R, Vidal J. Morphology of scoliosis: three-dimensional evolution. *Orthopedics* 1987;10:909-15.
14. Stokes IAF, Armstrong JG, Moreland MS. Spinal deformity and back surface asymmetry in idiopathic scoliosis. *J Orthop Res* 1988;6:129-37.
15. Negrini S, Negrini A, Rainero G, Sbilla P, Santambrogio C. Correlation between gibbosity and the spinal torsion measurement by the AUSCAN system. En: D'Amico M, Mefolly A, Santambrogio GR, eds. *Three-dimensional analysis of spinal deformities*. Amsterdam: IOS Press; 1995. p. 279-83.
16. Ono T. Trunk deformity in scoliosis studied by surface measurement. *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi* 1995;69:915-26.
17. Scutt ND, Dangerfield PH, Dorgan JC. The relationship between surface and radiological deformity in adolescent idiopathic scoliosis: effect of change in body position. *Eur Spine J* 1996;5:85-90.
18. Andriacchi T, Schultz AB, Belytschko T, Galante J. A model for studies of mechanical interactions between the human spine and the rib cage. *J Biomech* 1974;7:497-507.
19. Schultz AB, Galante J. A mathematical model for the study of biomechanics of the human vertebra column. *J Biomech* 1970;3:405-16.
20. Roaf R. Rotation movement of spine with special reference to scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1958;40B:312-32.
21. Wever DJ, Veldhuizen AG, Klein JP, Webb PJ, Nijenhuis G, Cool JC, et al. A biomechanical analysis of the vertebral and rib deformities in structural scoliosis. *Eur Spine J* 1999;8:252-60.
22. Perdriolle R, Vidal J. Etude de la courbure scoliotique. Importance de l'extension et de la rotation vertébrale. *Rev Chir Orthop* 1981;67:25-34.
23. Jackson RP, Peterson MD, McManus AC, Halus C. Compensatory spine pelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiograph of adults volunteers and patients. *Spine* 1998;23:1750-67.
24. Azegami H, Murachi S, Kitoh J, Ishida Y, Kawakami N, Makino M. Etiology of idiopathic scoliosis. Computational study. *Clin Orthop* 1998;357:229-36.
25. Tredwell SJ, Sawatzky BJ, Hughes BL. Rotation of a helix as a model for correction of the scoliosis spine. *Spine* 1999;24:1223-7.
26. Gignac D, Aubin CE, Dansereau J, Poulin F, Labelle H. Etude biomécanique de nouveaux concepts de traitement orthotique pour la correction 3D de la scoliose. *Ann Chir* 1998;52:795-800.
27. Chase AP, Bader DL, Houghton GR. The biomechanical effectiveness of the Boston brace in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1984;14:636-42.
28. Dansereau J, Beauchamp A, de Guise JA, Labelle H. Three-dimensional reconstruction of the spine and the rib cage from stereographic and imaging techniques. *Proceedings of the 16th Conference of the Canadian Society of Mechanical Engineering*; 1990. p. 61-4.
29. Labelle H, Dansereau J, Bellefleur C, Potras B. Three-dimensional effect of the Boston brace on the thoracic spine and rib cage. *Spine* 1996;21:59-64.
30. Stokes IAF, Bigalow LC, Moreland MS. Three-dimensional spinal curvature in idiopathic scoliosis. *J Orthop Res* 1987;5:102-13.
31. Stokes IAF, Bigalow LC, Moreland MS. Measurement of axial rotation vertebrae in scoliosis. *Spine* 1986;11:213-8.
32. Drerup B. Principles of measurement of vertebral rotation from frontal projections of the pedicles. *J Biomech* 1984;17:923-35.
33. Gocen S, Havitcioglu H, Alici E. A new method to measure vertebral rotation from CT-scan. *Eur Spine J* 1999;8:261-5.
34. Gocen S, Aksu MG, Baktivoglu L, Ozcan O. Evaluation of computed tomographic methods to measure vertebral rotation in adolescent idiopathic scoliosis: an intraobserver and interobserver analysis. *J Spinal Disord* 1998;11:210-4.
35. Birchall D, Hughes DG, Hindle J, Robinson L, Williamson JB. Measurement of vertebral rotation in adolescent idiopathic scoliosis using three-dimensional magnetic resonance imaging. *Spine* 1997;22:2403-7.
36. Hecquet J, Legaye J, Duval-Beaupere G. Access to a three-dimensional surface measurement of vertebral axial rotation. *Eur Spine J* 1998;7:206-11.
37. Liljenqvist U, Halm H, Hierholzer E, Drerup B, Weiland M. 3-Dimensional surface measurement of spinal deformities with video rasterstereography. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1998;136:57-64.

38. Weiss HR. Measurement of vertebral rotation: Perdriolle versus Raimondi. *Eur Spine J* 1995;4:34-8.
39. Huang SC. Cut-off point of the Scoliometer in school scoliosis screening. *Spine* 1997;22:1985-9.
40. Grosman TW, Mazur JM, Cummings RJ. An evaluation of the Adams forward bend test and the scoliometer in a scoliosis school screening. *JPediatr Orthop* 1995; 15:535-8.
41. Cote P, Kreitz BG, Cassidy JD, Dzus AK, Martel J. A study of the diagnostic accuracy and reliability of the

Scoliometer and Adam's forward bend test. *Spine* 1998; 23:796-802.

Correspondencia:

Miguel Ángel González Viejo
Servicio de Rehabilitación.
Hospital Virgen del Camino
Irunlarrea, 4
31008 Pamplona (Navarra)
E-mail: glezviejo@crecimiento.org