

# La instrumentación de Kaneda en la estabilización vertebral anterior

SENDINO REVUELTA, M.\*; DE FRÍAS GONZÁLEZ, M.\*; COBO SORIANO, J.\*; ÁLVAREZ SALA, F.\*\*;  
ARIENZA BLANCO, I.\*\*; CIMARRA DIAZ, I.\*, y DEGLANÉ MENESES, R.\*\*

\*Servicio de Cirugía de Columna, Hospital Ramón y Cajal. \*\*Unidad de Patología Vertebral, Hospital Ruber Internacional. Madrid.

**RESUMEN:** Estudio retrospectivo de una serie consecutiva de 62 pacientes a quienes se practicó una instrumentación vertebral anterior según la técnica de Kaneda. Los datos clínicos fueron obtenidos completando un protocolo de recogida de datos. La evaluación cuantitativa del contorno vertebral sagital dio por resultado un ángulo de cifosis regional preoperatoria media de 16°, un ángulo postoperatorio medio de 4° y un ángulo de 6° en el control radiológico final. La corrección quirúrgica media inicial fue del 75% y la corrección final media del 62,5%. Aparecieron fallos en la instrumentación en un 5% y de forma exclusiva tuvieron lugar en el modelo antiguo de barras roscadas; con el sistema actual de barras lisas de titanio no se registraron problemas de tipo mecánico. Transcurridos 6 meses desde la intervención quirúrgica, ninguno de los enfermos utilizaba analgésicos de forma regular. Del grupo de pacientes sin lesión neurológica, sólo en dos se tiene constancia formal de solicitud de incapacidad laboral. Este estudio pone de manifiesto la eficacia clínica del sistema de Kaneda en la fijación vertebral anterior, siempre que se reconstruya el defecto óseo que motivó la instrumentación.

**PALABRAS CLAVE:** *Instrumentación de Kaneda. Artrodesis vertebral. Columna toracolumbar. Instrumentación vertebral anterior. Raquis.*

## Kaneda instrumentation in anterior vertebral stabilization

**ABSTRACT:** A retrospective study was made of a series of 62 patients in which anterior vertebral instrumentation was performed using the Kaneda technique. Clinical data were recorded using a data entry protocol. Quantitative evaluation of the sagittal vertebral contour disclosed a mean preoperative regional kyphosis of 16%, a mean postoperative angle of 4°, and an angle of 6° at the final radiological follow-up. The initial mean surgical correction was 75% and the final mean correction was 62.5%. Instrumentation defects appeared in 5%, exclusively in the older model of screwed bars. No mechanical problems were recorded with the current system of smooth titanium bars. Six months after surgery, none of the patients used analgesics regularly. Of the group of patients without neurological injury, only two applied for occupational disability. This study concluded the clinical effectiveness of the Kaneda system for anterior vertebral fixations, as long as the bone defects for which it is used are reconstructed.

**KEY WORDS:** *Spine. Dorsolumbar spine. Anterior vertebral instrumentation. Spinal fusion. Kaneda instrumentation.*

### Correspondencia:

Dr. M. SENDINO REVUELTA.  
Departamento de Traumatología.  
(planta +2 centro).  
Hospital Ramón y Cajal.  
Carretera de Colmenar, km 9,100.  
28034 Madrid.

Recibido: Junio de 2001.  
Aceptado: Octubre de 2001.

La estabilización vertebral anterior se desarrolló en la década de los años 50 como parte integrante de la técnica operatoria en el tratamiento quirúrgico de la espondilitis tuberculosa. Hasta hoy, sus indicaciones se han ampliado a patología tumoral, traumática y de deformidades raquídeas al tiempo que para su realización se han desarrollado dispositivos que proporcionan una estabilidad inmediata y un mayor índice de consecución de la artrodesis.

La instrumentación de Kaneda es un sistema de fijación vertebral anterior, diseñado para la estabilización de fractu-

ras vertebrales en la charnela toraco-lumbar<sup>1,2</sup>. Tras su introducción, el sistema de Kaneda ha sido estudiado en múltiples ocasiones desde un punto de vista biomecánico, pero aún son escasos los trabajos publicados sobre su eficacia clínica. Salvo los artículos del propio autor<sup>1,2</sup>, no existen otras publicaciones que recojan de forma selectiva los resultados clínicos de esta instrumentación.

El objetivo de este trabajo fue analizar las principales características clínico-evolutivas de una serie consecutiva de 62 pacientes, fundamentalmente con fracturas aunque también en procesos no traumáticos, a quienes se practicó una instrumentación vertebral anterior (IVA) según la técnica de Kaneda.

## MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio incluye todos los pacientes a quienes se practicó una IVA según técnica de Kaneda durante el período comprendido entre noviembre de 1989 y febrero de 1999.

Los datos clínicos de los pacientes intervenidos se obtuvieron de forma retrospectiva completando un protocolo de recogida de datos procedentes de las historias clínicas. De cada enfermo se registraron los siguientes datos preoperatorios: demográficos (edad y sexo), antecedentes, etiología y diagnóstico de la afección que indicó la IVA, estado neurológico al ingreso según la escala de Frankel, lesiones asociadas y estudio radiográfico. Sobre cortes axiales de TAC y utilizando la fórmula de Mumford et al<sup>3</sup> se calculó la reducción media del diámetro sagital del canal raquídeo. La RM se realizó en todos los enfermos cuya patología no era traumática; en las fracturas, esta prueba de imagen se efectuó únicamente en los pacientes que presentaron lesiones neurológicas. Como datos operatorios se evaluaron: el carácter de la intervención (programada o urgente), y los niveles de artrodesis.

La valoración postoperatoria incluyó radiología, tipo de inmovilización, aparición de complicaciones, necesidad de reoperaciones y la duración de la estancia hospitalaria. Durante el período de seguimiento se efectuaron estudios radiológicos seriados, se evaluó el dolor que fue estimado en escala de frecuencia (no dolor, esporádico, continuo), se recogió la utilización de analgésicos (no, ocasional, frecuente, continua) y la reincorporación al trabajo habitual (sí, cambio a más ligero, incapacidad). En todos los casos, la indicación de la fijación vertebral se estableció ante la necesidad de estabilizar la columna vertebral, subsiguiente o no, a una descompresión del canal raquídeo. Por entender que las lesiones motivo de la estabilización vertebral eran de localización anterior, se consideró aconsejable efectuar un abordaje anterior que incluyera la instrumentación.

## RESULTADOS

Durante el período de estudio fueron realizadas 62 instrumentaciones; 3 enfermos fueron excluidos por fallecimiento antes de cumplir el período mínimo de seguimiento de 2 años, lo que resultó en 59 pacientes para el análisis final.

A todos los enfermos de la serie se les practicó una instrumentación de Kaneda (fig. 1); hasta julio de 1995 se utilizó el sistema original de barras roscadas (32 instrumentaciones) y desde esa fecha se empleó el nuevo de tallos lisos de titanio (27 instrumentaciones). La intervención quirúrgica se programó en 56 de los casos (95%) y se llevó a cabo de urgencia en los 3 restantes.

De los pacientes estudiados, 32 (54%) fueron varones y 27 (46%) mujeres con una edad media de 39 años (mínimo 15 y máximo 76 años). El seguimiento medio fue de 5 años y 4 meses (mínimo 2 y máximo 10 años).

La etiología de las afecciones que indicaron la fijación vertebral se recogen en la tabla 1. En los 49 pacientes que integran el grupo de fracturas, la distribución de lesiones vertebrales según la clasificación de Denis fue: fractura compresión en 6, fractura estallido en 41 (fig. 1), y fractura-luxación en 2; respecto a la forma de presentación de las lesiones traumáticas, en 41 de los 49 pacientes fue de forma aguda y en 8 en forma de secuelas.

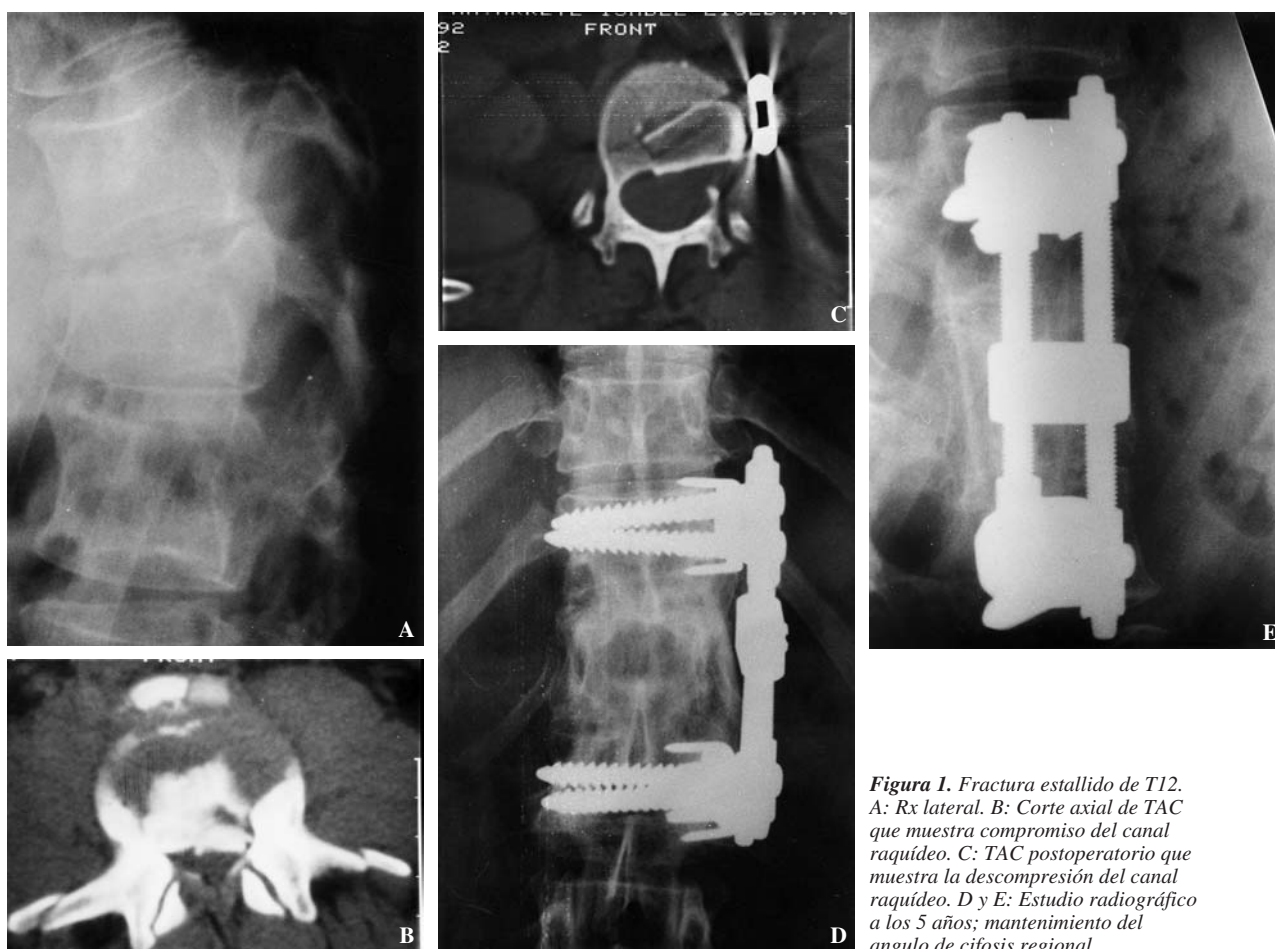
En la valoración neurológica preoperatoria, 3 pacientes (5%) presentaron lesión completa y 8 (13,5%) lesión incompleta consistente en paraparesia (3 casos), anestesia en silla de montar (2 casos), incontinencia de esfínteres (2 casos) y radiculopatía de L4 (1 caso).

La evaluación cuantitativa del contorno vertebral sagital dio por resultado un ángulo de cifosis regional preoperatorio medio de 16°, un ángulo postoperatorio medio de 4° y un ángulo de 6° en el control radiológico final. La corrección quirúrgica media inicial fue del 75% y la corrección media final del 62,5%. Los ángulos de escoliosis regional media fueron: preoperatorio 2°, postoperatorio 4° y tras seguimiento mínimo de 2 años de 5°.

Tratando de constatar si existían diferencias entre el modelo de instrumentación original y el actual de titanio, se midieron los ángulos de cifosis regional en los pacientes de cada uno de estos 2 grupos; en los pacientes portadores del sistema de barras roscadas, el ángulo medio preoperatorio

**Tabla 1.** Etiología de las afecciones que indicaron la fijación vertebral

	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Traumatismos	49	83
Tumores	6	10
Parasitosis	1	2
Espondilitis anquilosante	1	2
Secuelas post-laminectomía	1	2
Hernia discal torácica	1	2



**Figura 1.** Fractura estallido de T12. A: Rx lateral. B: Corte axial de TAC que muestra compromiso del canal raquídeo. C: TAC postoperatorio que muestra la descompresión del canal raquídeo. D y E: Estudio radiográfico a los 5 años; mantenimiento del ángulo de cifosis regional.

rio fue de 17°, el postoperatorio de 4° y el ángulo final fue de 8°; en el grupo correspondiente a sistemas de titanio estos valores fueron 15°, 5° y 6° respectivamente. La reducción media del diámetro sagital del canal raquídeo fue del 52%.

La instrumentación se llevó a cabo por toracotomía en 1 caso, abordaje toraco-abdominal en 53 casos y lumbotomía en 5 pacientes. La fijación vertebral incluyó 2 segmentos vertebrales en 51 pacientes, un solo segmento en 5 casos y más de 2 segmentos en los 3 restantes. El segmento vertebral más frecuentemente instrumentado fue el T12-L2 (24 enfermos) seguido por T11-L1 y L1-L3 que lo fueron en 9 casos cada uno de ellos. En 7 enfermos se realizó una instrumentación vertebral posterior suplementaria durante el postoperatorio inmediato y en uno a los 2 años (13,5%).

Las complicaciones no relacionadas directamente con la instrumentación están reflejadas en la tabla 2. El empiema y derrame pleural requirieron drenaje mediante la colocación de un tubo de tórax; la neumonía se resolvió con tratamiento antibiótico y fisioterapia respiratoria. Las escaras sacra y en talones, producidas en un paciente parapléjico,

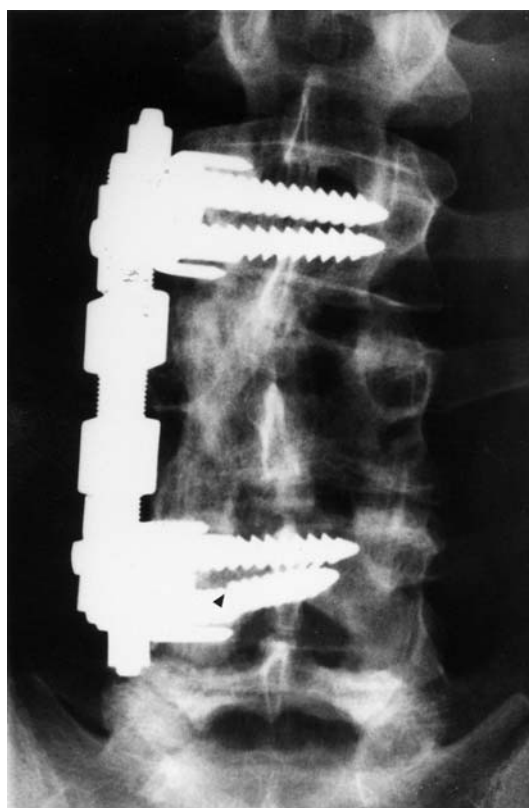
necesitaron desbridamiento e injerto libre de piel. La infección de la zona del iliaco de donde se había extraído el injerto tricortical, se solucionó por resección en bloque del área de osteomielitis. Respecto a la radiculopatía de L4, hay que reseñar que se produjo en una paciente con fractura de L2, y se interpretó que tuvo lugar por una prolongada tracción sobre el músculo psoas y los troncos nerviosos intramusculares del plexo lumbar.

**Tabla 2.** Complicaciones

	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Sin relación con instrumentación:		
Empiema pleural	1	1,6
Demarre pleural post-quirúrgico	1	1,6
Neumonía	1	1,6
Escaras	1	1,6
Infección tardía zona dadora injerto	1	1,6
Radiculopatía L4	1	1,6
Fallos en la instrumentación:		
Rotura de la barra	2	3,3
Rotura de tornillo caudal	3	5,1



*Figura 2. Rotura de la barra anterior por debajo del sistema de conexión transversal.*



*Figura 3. Rotura del tornillo inferior del grupo caudal del sistema.*

En un paciente se evidenció una defectuosa ejecución de la técnica de instrumentación; en el caso de espondilitis anquilosante fue implantado parte del sistema y como era previsible fue insuficiente y se siguió de rotura del tornillo inferior. En 3 casos se observó que alguno de los tornillos del sistema perforaba un platillo vertebral sin que ello tuviera implicación clínica alguna. Se produjeron fallos específicos de la instrumentación en 5 casos (8,4%); en 2 enfermos se produjo rotura de una barra (fig. 2) y en 3 tuvo lugar rotura del tornillo caudal (fig. 3).

En el caso de hidatidosis vertebral, la progresión lesional de la parasitosis llevó consigo la rotura de los tornillos caudales y fue el único paciente al que le fue retirada la instrumentación seguida de fijación posterior suplementaria.

Transcurridos 6 meses desde la intervención, ninguno de los enfermos utilizaba analgésicos de forma regular; las molestias relacionadas con los cambios climatológicos o estacionales tendían a desaparecer con el paso del tiempo y en ningún caso fue motivo de consulta médica.

Los 8 casos de lesión medular completa se vieron obligados a cambiar tanto su actividad laboral como su estilo de vida previos a la lesión; de los 3 casos de paraparesia, 2 pudieron retornar a su trabajo anterior. Del grupo de pacientes sin lesión neurológica, únicamente a 2 se realizó informe médico para solicitar incapacidad laboral.

## DISCUSIÓN

La serie presentada, aunque variable desde el punto de vista etiológico, tiene en común la necesidad de una estabilización en uno o más segmentos vertebrales. Ante esta eventualidad, aún hoy, surge la controversia de si la fijación vertebral debe ser anterior o posterior<sup>4</sup>.

Hasta la actualidad el concepto biomecánico de las 3 columnas de Denis no parece haber sido superado; es por ello que, tanto en las fracturas estallido como en aquellas situaciones en que se encuentran lesionadas las columnas anterior y media, deba considerarse la estabilización anterior, ya que ésta permite reconstruir el defecto óseo producido en esas columnas mediante la interposición de un sólido injerto estructural tricortical, obtenido habitualmente de la cresta ilíaca. Por otra parte, un implante anterior permite la estabilización inmediata del componente vertebral que sustenta el 80% de la carga total soportada por el raquis. El análisis biomecánico de las instrumentaciones cortas en la charnela toracolumbar, efectuado por Gurwitz et al<sup>5</sup>, revela que en el caso de una fractura estallido, una instrumentación posterior aislada, no normaliza la rigidez vertebral; en base a ello, se destaca la importancia de reconstruir sólidamente la columna anterior independientemente de la localización de la instrumentación que se utilice.

Recientemente se han publicado 2 trabajos que consideran la estabilización vertebral posterior utilizando instrumentaciones cortas<sup>6,7</sup>; este procedimiento aparece como la alternativa a la fijación utilizada en esta serie. Con la finalidad de resolver el alto índice de complicaciones comprobadas en aquel procedimiento, Alanay et al<sup>6</sup> analizan el efecto de asociar injerto intrasomático implantado por vía transpedicular en la vertebra fracturada; en un estudio prospectivo y aleatorizado muestran que la asociación de una instrumentación corta a injerto intrasomático aportado por vía transpedicular en la vertebra fracturada, no evita la pérdida de corrección ni el fallo del implante.

En nuestro medio se ha introducido una modificación de las instrumentaciones cortas consistente en el atornillado de la vertebra fracturada<sup>7</sup>. Aunque los seguimientos son cortos, los resultados son valorados como alentadores ya que de esta forma se preservan niveles de artrodesis al tiempo que se evitan las complicaciones derivadas de las instrumentaciones cortas.

Desde el punto de vista clínico, los resultados del presente trabajo son, en gran medida, comparables a los publicados por Kaneda en los años 1984 y 1997<sup>1,2</sup>; respecto a las mediciones del perfil vertebral. El trabajo de Kaneda del año 1997 señala valores de 19° de cifosis regional preoperatoria, 7° en el postoperatorio inmediato y 8° tras el período evolutivo; las correspondientes mediciones de la presente serie son 16°, 4° y 6°. Estas cifras indican que, partiendo de ángulos de cifosis regional muy similares, la corrección quirúrgica es importante (75%) y en segundo lugar, que el dispositivo es capaz de mantener la reducción inicialmente lograda. En este sentido, el análisis comparativo entre el grupo de instrumentaciones antiguas (tallos roscados) y el de barras lisas de titanio, pone de manifiesto que este sistema mantiene mejor la corrección lograda en el acto quirúrgico, y que la medición final excede solamente un grado a la obtenida en el postoperatorio inmediato.

En cuanto a los fallos de la instrumentación, es reseñable que si se excluyen los casos de hidatidosis y técnica defectuosa, se obtiene una incidencia de esta complicación del 5%, inferior a la referida por Kaneda, en su trabajo publicado en 1997<sup>2</sup> que fue del 6%.

Todos los fallos de la instrumentación se produjeron en el modelo antiguo de barras roscadas. Hasta la actualidad no se han evaluado clínica y mecánicamente las diferencias existentes entre las instrumentaciones de Kaneda con tallo roscado y las de barras lisas. La explicación de la ausencia de fallos de la instrumentación en el grupo de pacientes en los que se utilizaron tallos lisos de titanio podrá hacerse a través de los pertinentes estudios biomecánicos comparativos.

Resulta también destacable la baja frecuencia de presentación de las complicaciones no relacionadas con la instrumentación; a pesar de la amplitud de los abordajes anteriores, sorprende la baja incidencia de hematomas y de in-

fecciones de la herida quirúrgica, que por otra parte configuran la morbilidad de los abordajes vertebrales posteriores.

Un aspecto discutible del presente estudio sería el de la instrumentación posterior suplementaria efectuada en 8 enfermos; al tratar de identificar las razones de estas fijaciones complementarias se comprueba que se efectúan durante el primer período de utilización del sistema; en el grupo de pacientes en el que se utilizó el sistema de titanio y por ello el más reciente, solamente en 2 casos de 27 se hizo instrumentación posterior complementaria. Por otra parte se realizó en pacientes portadores de afecciones cuyo pronóstico era incierto, fundamentalmente etiología tumoral o parasitaria, en secuelas de fracturas y en un caso de técnica claramente defectuosa. En la actualidad, la estabilidad proporcionada por el implante junto a la sistemática interposición de un sólido injerto estructural, han permitido prescindir de la instrumentación posterior.

En la bibliografía revisada aparecen múltiples estudios biomecánicos en los que se ha comparado el sistema de Kaneda con otros implantes vertebrales anteriores. Existen 2 tipos de trabajos: aquellos en los que se evalúa el dispositivo sin reconstruir el defecto óseo y otros en los que, o bien no se produce defecto óseo o éste se reconstruye de alguna forma. Esta circunstancia y los diferentes diseños en los modelos experimentales dificultan el análisis de los resultados. En especímenes de cadáveres humanos en los que sí se reconstruyó con injerto la corporectomía de L1, Hitchon et al<sup>8</sup> realizan una comparación entre las propiedades biomecánicas de la placa anterior de Synthes y el dispositivo de Kaneda; el estudio destaca una mayor simplicidad de aplicación de la placa, pero encuentra una mayor rigidez y estabilidad en el dispositivo de Kaneda. En un modelo experimental mecánico en el que se crea un espacio intermedio, Kotani et al<sup>9</sup> han evaluado las características biomecánicas intrínsecas de los 12 sistemas de instrumentación anterior más utilizados<sup>9</sup>; el análisis estático y de fatiga indican que la placa de Synthes y el dispositivo de Kaneda de titanio muestran una gran resistencia a las fuerzas de flexión y una resistencia a la fatiga superior a los 2 millones de ciclos con cargas de 600 Nw.

Dick et al<sup>10</sup>, utilizando vertebras de poliuretano y manteniendo espacio intermedio, evaluaron 4 sistemas de fijación vertebral entre los que se encontraba el de Kaneda; los resultados de este trabajo muestran que este dispositivo tiene un límite bajo de fatiga. En otro estudio experimental en el que se utilizan especímenes vertebrales de ovejas, se puso de manifiesto que si se reconstruye el defecto intermedio mediante un injerto óseo intersomático, el fijador de Kaneda es la instrumentación anterior que proporciona una mayor estabilidad de entre 5 sistemas evaluados<sup>11</sup>.

El resumen de todos estos estudios biomecánicos sugiere que en los modelos experimentales en que se reconstruye el defecto óseo intermedio, el comportamiento biomecánico de este fijador es muy bueno; por otra parte, los trabajos en

los que no se reconstruye el espacio intervertebral, aunque correspondan a la circunstancia más desfavorable, no son exactamente trasladables a la clínica ya que en ésta siempre se insiste en la colocación de un injerto estructural a poder ser tricortical<sup>5</sup>.

Aspecto igualmente relevante lo constituye la posibilidad que brinda este sistema de efectuar distracción sobre la vertebra fracturada; en este sentido, el trabajo experimental de Lin et al<sup>12</sup> demuestra que la aplicación de fuerzas de distracción sobre una fractura estallido, permite la recuperación completa de las alturas anterior y posterior en el cuerpo vertebral. La potente distracción que se puede ejercer con el sistema de Kaneda permite una corrección completa de la cifosis angular. Este hecho sería la explicación a las buenas reducciones frontal y sagital obtenidas en esta serie. De forma adicional, a las fuerzas de distracción se les atribuye un efecto de ligamentotaxis que restaura el muro posterior y de esta forma descomprime el canal raquídeo.

No se ha hecho descripción de la técnica quirúrgica por estar ampliamente recogida en la literatura médica; no obstante, la utilización de este sistema desde el año 1989 permite hacer 3 consideraciones de índole práctico. En primer lugar, destacar la sencillez de colocación de los actuales tallos lisos de titanio que facilitan cualquier maniobra de distracción y/o compresión intervertebral; todo ello redundando en un significativo acortamiento del tiempo operatorio. En segundo lugar, en lo referente al abordaje quirúrgico, en la presente serie predominó la toraco-freno-laparotomía; sin embargo en instrumentaciones cuya vertebra craneal sea L1 o inferiores a ésta, se puede utilizar la lumbotomía. Dentro de esta denominación se incluyen una serie de vías quirúrgicas —bien descritas en los tratados de Urología— que permiten exponer con comodidad las vertebrae lumbares más craneales de forma extrapleurales y sin sección circunferencial del diafragma. Dependiendo del nivel vertebral pueden utilizarse las denominadas lumbotomías transcostales con resección de una de las 2 últimas costillas y la lumbotomía subcostal. Finalmente hay que reseñar que no es aconsejable utilizar este sistema en L5 ya que la anatomía vascular de esta zona condiciona que la arteria iliaca quede dispuesta directamente sobre el implante.

En conclusión, el presente trabajo permite confirmar los resultados obtenidos por Kaneda y constatar la eficacia clínica de su sistema en la fijación vertebral anterior. Por otra parte, si se reconstruye el defecto óseo vertebral que motiva la instrumentación, el comportamiento biomecánico del sistema de Kaneda es excelente y predecible.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kaneda K, Abumi K, Fujiya M. Burst fractures with neurologic deficits of the thoracolumbar-lumbar spine. *Spine* 1984; 9:788-95.
2. Kaneda K, Taneichi H, Abumi K, Hashimoto T, Satoh S, Fujiya M. Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar burst fractures associated with neurological deficits. *J Bone Joint Surg* 1997;79A: 69-83.
3. Mumford J, Weinstein JN, Spratt KF, Goel VK. Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of nonoperative management. *Spine* 1993;18:955-70.
4. Parker JW, Lane JR, Karakovic EE, Gaines, RW. Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures. A consecutive 41/2-year series. *Spine* 2000; 25:1157-70.
5. Gurwitz SG, Dawson JM, McNamara MJ, Federspiel ChF, Spengler DM. Biomechanical analysis of three surgical approaches for lumbar burst fractures using short-segment instrumentation. *Spine* 1993;18:977-82.
6. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Oznur A, Surat A. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures. Does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure? *Spine* 2001;26:213-7.
7. Escribá Roca I, Bonete Lluch DJ, Mudarra García J, Pérez Millán LA. Tratamiento quirúrgico de las fracturas toracolumbares. Osteosíntesis de la vértebra fracturada. *Rev Ortop Traumatol* 2000;44:513-8.
8. Hitchon PW, Goel VK, Rogge T, Grosland NM, Torner J. Biomechanical studies on two anterior thoracolumbar implants in cadaveric spines. *Spine* 1999;24:213-8.
9. Kotani Y, Cunningham BW, Parker LM, Kanayama M, McAfee PC. Static and fatigue biomechanical properties of anterior thoracolumbar instrumentation systems. *Spine* 1999; 24:1406-13.
10. Dick JC, Brodke DS, Zdeblick TA, Bartel BD, Kunz DN, Rapoff AJ. Anterior instrumentation of the thoracolumbar spine. A biomechanical comparison. *Spine* 1997;22:744-50.
11. An HS, Lim TH, You JW, Hong JH, Eck J, McGrady L. Biomechanical evaluation of anterior thoracolumbar spinal instrumentation. *Spine* 1995;20:1979-83.
12. Lin RM, Panjabi MM, Oxland TR. Functional radiographs of acute thoracolumbar burst fractures. A Biomechanical study. *Spine* 1993;18:2431-7.