

Procedimientos, técnicas y comunicación en cirugía de columna

Sistema de instrumentación vertebral HGM/Camarillo

Dr. Felipe Miguel Camarillo Juárez,* Dr. Cruz Miguel,** Dr. Agustín Lazarini,*** Dr. Braulio Hernández Carbajal,*** Dr. Juan Ramón Bonfil,**** Dr. Pedro Antonio Bravo B*****

Hospital General de México. Ciudad de México

Una institución como el Hospital General de México con una población de más de 5,500 trabajadores y más de 1,000 enfermos internados en diferentes servicios. Además de ser en esencia un Hospital Escuela de las diferentes Universidades para alumnos de pre y postgrado en las diferentes áreas de la medicina.

Esto motiva al Servicio de Ortopedia a participar activamente en el proceso de enseñanza aprendizaje para residentes de la especialidad y de postgrado, además de dar cursos de actualización para médicos generales y enfermeras. También participa activamente en el proceso de investigación, motivo de esta presentación.

Se trata del informe de un sistema de instrumentación vertebral denominado, "HGM" Hospital General de México en honor a los pacientes que acuden a este hospital y a los residentes que fallecieron en el sismo de 1985. Es producto de una serie de investigaciones debido a la falla de otros sistemas empleados anteriormente.

Surge como necesidad de resolver un problema de inestabilidad en la interface tornillo-barra (metal-metal) y conectores de travesaño. Así como la de contar con un sistema adaptable a la columna, versátil, seguro, económico y de aplicación fácil con el mínimo instrumental requerido.

La fijación pedicular segmentaria con tornillos se ha difundido ampliamente en los últimos años. Desde 1944 Don King de San Francisco fue el primero en publicar el uso de los tornillos en las facetas articulares, técnica en uso actualmente.

Boucher de Vancouver en 1959 fue el primero en usar tornillos intrapediculares como método de estabilización temporal en L4-L5 —S1 para su artrodesis.

Pennel en 1964 siguió y publicó los resultados obtenidos por Boucher. Uno de los grandes avances en la fijación interna de la columna fue hecho por el Dr. Harrington en los 60. El empleó los tornillos intrapediculares hasta 1969.

A Roy Camille de París, Francia se debe el crédito de ser el primero en conectar tornillos pediculares con una placa en 1963 y durante los 70 ganó popularidad en Europa. También en los 70 se da a conocer el sistema del Dr. Luque con barras y alambres sublaminares, para la corrección de escoliosis.

Artur Steffe de Cleveland Ohio fue el primero en usar tornillos intrapediculares y placas extensivamente en USA desde 1984.

A finales de los 70 Magerl desarrolla un sistema de fijador externo que fue modificado posteriormente por Dick para uso interno. En los 80 Luque preconiza la instrumentación corta semirrígida con placas y tornillos transpediculares (Luque II) para la corrección de espondilolistesis.

En 1985 Yves Cotrel de París presentó su sistema de tornillos, ganchos y barras moleteadas preconizando el concepto de desrotación vertebral.

En los 90 se presenta el sistema GDL del Dr. Luque (Luque III) con ganchos laminares en garra y mecanismo de tracción transversa para la corrección de escoliosis.

El trabajo de estos y otros autores han permitido mejorar la técnica de colocación, diseño de nuevos tornillos, placas y tuercas, determinar las indicaciones, contraindicaciones, así como sus complicaciones.

Planteamiento del problema. El incremento de los pacientes con patología lumbar en los últimos años se observa aunado con el del índice demográfico, de las expectativas de vida, de la mecanización, accidentes en el hogar, trabajo y vía pública. Hasta la situación en las finanzas públicas, con sueldos bajos que impiden comprar un sistema de importación, con excepción en algunas instituciones de salud.

Esto es motivo de preocupación para el ortopedista que requiera manejar al paciente con patología lumbar de la mejor manera y reintegrarlos a sus actividades en las mejores condiciones.

* Médico adscrito, Coordinador del Módulo de Columna.
** Jefe del Módulo de Columna, Pabellón 106 Ortopedia.
*** Médico adscrito.
**** Director Servicios Médicos. Cámara de Diputados.
***** Asesor Hospital Gral. de México.

Dirección para correspondencia:
Dr. Felipe Miguel Camarillo Juárez. Médico adscrito, Coordinador Del Módulo de Columna. Pabellón 106. Ortopedia. Zacatecas # 44 - 612. Col. Roma. Tel - fax 57 61 51 33. E-Mail fmcj@df1.telmex.net.mx.

Justificación. En el servicio de Ortopedia se han aplicado sistemas de instrumentación desde hace 25 años. El empleo de sistemas de fijación transpedicular se realizó a fines de los 80 con la placa semirrígida de Luque en una serie de 10 casos, en los que observamos desanclaje de los tornillos en 4 casos, principalmente en espondilolistesis. Esta placa fue modificada en los Estados Unidos por el Dr. Simons haciéndola rígida, sin embargo no nos fue posible utilizarla por su costo.

En 1992 se inicia la aplicación del sistema GDL del Dr. Luque que se fabricó inicialmente en México, con tornillos ranurados en su base. Al emplearlo se observó una gran versatilidad al permitir moldear las barras de 1/4" a la lordosis requerida.

El componente metal-metal ofrecía problemas en la conexión tornillo barra, ya que la tuerca tiene un grosor de 3 mm 7 se transroca fácilmente y no ejercía mucha presión sobre la barra.

En 1993 se realiza una modificación personal en un prototipo que consistió en elongar la base 10 mm y el empleo de doble tuerca de 3 mm y posteriormente otros con una sola tuerca de 6 mm.

Con esta última se obtuvo mucho mejor sujeción aplicándose en 5 casos clínicos.

Persistió el problema de que al apretar las tuercas las valvas tendían a cerrarse con la consecuente pérdida potencial de la sujeción y la prominencia del implante que ocasionó bursitis en 3 casos por lo que se abandonó su uso.

Retomando las fallas del tornillo se diseñó uno que tuviera las paredes de la base más gruesas, con cuerda interna para recibir un tornillo de cabeza hexagonal considerando obtener mayor torque que con un perno. Como mecanismo de seguridad un cinturón antiexpansor que bloquea las paredes de la base al apretar el tornillo de cabeza hexagonal, creando así un momento de tensión. Para obtener mayor sujeción se diseñaron unas muescas en el cinturón antiexpansor en contacto con las barras dando 2 puntos de apoyo externo. Obteniendo en total 5 puntos de apoyo que son un factor de seguridad del mecanismo de sujeción (*Cuadro 1*):

Esta modificación se realizó debido a la imposibilidad de usar sistemas de importación. Ya que los pacientes tienen que comprar el material que se les aplica, cuyo costo en 1994 oscilaba entre 12 y 14 mil pesos para los sistemas de importación. Para el sistema propuesto en \$ 3,500 pesos para 3 niveles de instrumentación (L4, L5, S1). Actualmente se han duplicado los costos para ambos aunque se mantiene esa proporción 3 veces menor. Además se obtuvo una simplificación en el instrumental requerido para su aplicación.

Este trabajo se realizó base a resolver un problema mecánico de conexión tornillo-barra, aunado a la demanda social de implantes más económicos y seguros para la población mexicana, debido al aspecto demográfico de mayor incidencia de pacientes con procesos degenerativos y económicos por el desempleo y trabajos mal remunerados en nuestra población.

El sistema se ha empleado en 40 pacientes que se invitaron a participar habiendo explicado ampliamente las indicaciones de la cirugía y sus posibles complicaciones.

Este diseño de instrumentación es producto del protocolo de investigación "Evaluación del sistema de tornillos intrapediculares y barras de acero inoxidable —HGM— en pacientes con patología lumbar". Aceptado como trabajo de investigación retrospectiva enero 25 de 1995 dirección de enseñanza e investigación científica. *Clave de Registro DIC/94/106/03/183*.

Firma: Dra. Ma. Elena Anzures López.

Registro de patente en trámite. Inventor: Dr. Felipe Miguel Camarillo Juárez Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. 25 de Septiembre de 1996. Tramitado por Hill-De La Sierra & Prado, Attorneys at Law. Gante No. 4- 509, México, DF.

Hipótesis. El sistema de instrumentación vertebral "HGM" es un dispositivo cuya aplicación intrapedicular proporciona la estabilidad primaria y corrección requeridas para la rehabilitación temprana del paciente y a un costo accesible, evitando las complicaciones inherentes a la inmovilización prolongada. Por lo simplificado de su diseño requiere poco instrumental para su aplicación.

El propósito del presente trabajo es el demostrar los siguientes puntos:

1. El material con el que se fabrica cumple con las normas establecidas.
2. El mecanismo de sujeción tornillo-barra del sistema es seguro.
3. Su diseño permite adaptarlo y corregir en los planos frontal, lateral o axial.
4. Da buen soporte posterior a la columna al transmitir las cargas a través de sus componentes.
5. Su aplicación permite una rehabilitación temprana, permitiendo realizar actividades de la vida cotidiana y laborales.
6. Por ser de fabricación nacional su costo es accesible a la mayoría de la población.
7. El índice de complicaciones es bajo y similar a otros reportados en la literatura.

Cuadro 1. Puntos de apoyo del tornillo de abertura superior HGM.

- 1 De la punta plana del tornillo hexagonal.
- 2 Puntos de la base semicircular.
- 2 Puntos del cinturón antiexpansor.

Cuadro 2. Frecuencia de correcta columna vertebral.

- 50% *Posturomecánicas* (Columna lumbar inestable, escoliosis postural, etc)
- 30% *Degenerativos* (Sx. canal estrecho, espondilolistesis, etc.)
- 10% *Hernias de disco*
- 5% *Cervicobraquialgias*
- 5% *Deformidades* (Escoliosis idiopática, congénita, cifosis, etc.)

Material y métodos

Se trata de pacientes habitantes de la ciudad de México y del interior de la República que acuden a la consulta externa del servicio de ortopedia.

El promedio de consulta semanal en el módulo de columna son 150 pacientes, al mes 600 aproximadamente. Se observan en la proporción que muestra el *cuadro 2*.

Aproximadamente 200 pacientes reciben tratamiento conservador con un mínimo de 3 meses y un máximo de 12 meses. De éstos, responden aproximadamente 90% de los casos. Los demás pueden presentar datos de progresión y se complementan con los siguientes estudios:

Se indican: Rx simples, mielografía, tac o mielo/TAC, electromiografía, preoperatorios y cuando es posible resonancia magnética nuclear.

Se elabora la hoja de presentación clínico-radiográfica que consiste en la historia clínica y una exploración ortopédica completas, con la interpretación radiográfica, diagnósticos por orden de importancia y, plan de tratamiento.

Con base en el análisis de los elementos anteriores se determina el tratamiento quirúrgico que deberá realizarse en cada caso en particular:

- 1) Tipo de abordaje; anterior o posterior.
- 2) En el abordaje posterior cuantos niveles y si requiere hemi o laminectomía y disquetomía.
- 3) En el abordaje anterior disquetomía, corporectomía, artrodesis. Aplicación de implante.
- 4) Reducción de listesis.
- 5) Artrodesis intersomática posterior y/o posterolateral.
- 6) En el caso de escoliosis si requiere la aplicación de ganchos en compresión o distracción o instrumentación con tornillos, o alambres sublaminares.
- 7) En la instrumentación transpedicular, planeación preoperatoria de los ángulos de entrada, niveles a fijar y aplicación de travesaño.

Criterios de inclusión. Pacientes de 17 a 65 años. Pacientes de uno u otro sexo. Pacientes con dolor lumbar crónico y compresión radicular (Sx canal estrecho lumbar). Espondilolistesis GI a IV reductibles. Inestabilidad translacional o rotacional en 1 o más niveles. Rx TAC, mielografía, resonancia magnética nuclear, electromiografía positivas. Exámenes de laboratorio dentro de límites normales. Pacientes diabéticos controlados con predominio del dolor lumbar. Pacientes no fumadores. Pacientes cooperadores, a las indicaciones médicas.

Criterios de exclusión. Pacientes menores de 16 años y mayores de 66 años. Pacientes con mala calidad ósea corroborado por TAC, densitometría ósea, etc. Lesiones osteolíticas que afecten a los pedículos en 1 o más niveles. Alteraciones congénitas de los pedículos. Infección activa. Ulceras de presión cercanas al área quirúrgica. Antecedente de intolerancia al material (acero inoxidable). Obesidad severa.

Características del sistema. Es fundamental tener en consideración los siguientes conceptos en el diseño de un implante vertebral.

1. El propósito de cualquier implante transpedicular es a inmovilizar uno o más segmentos mientras ocurre la consolidación ósea.
2. Las fuerzas que se transmiten en la columna pueden incrementarse durante las actividades de la vida diaria, por lo que el implante aplicado debe ser apto a resistir el estrés sometido.
3. Las fallas se producen cuando no se comparten bien las cargas.
4. El éxito consiste en mantener en posición deseada el segmento de movimiento y evitar ruptura de materiales mientras ocurre la fusión.

Sistema Hospital General de México "HGM" Es un implante bilateral. Cada mitad consiste de una barra redonda de 1/4" o con una cara plana de 2 mm y 2 o más tornillos transpediculares, que son conectados a lo largo de la barra. El mecanismo de sujeción es mediante el principio de abrazadera de tres puntos cortantes con refuerzo de fricción por un cinturón antiexpansor. Los tornillos son de cortical de 5.5 mm con punta cónica y de 6.5 mm con cuerda de tipo esponjosa.

Diseño de los tornillos

- 1) Cabeza 2) Centro 3) Cuerda 4) Punta.

Durante el empleo de los sistemas previos se valoraron datos morfométricos disponibles concernientes a la anatomía del tornillo en su cuerda y longitud. Son de considerable valor los estudios de Zindrick (Spine 12:160-166, 1987) donde describe los diámetros transverso y sagital para los pedículos según el nivel vertebral y los ángulos transverso y sagital.

Dadas las variaciones en el diámetro del pedículo según el nivel vertebral y que estas mediciones son reportes en anglosajones. En promedio nuestro biotipo es de menor complejión y estatura en general, por lo tanto el diámetro de los pedículos es proporcionalmente menor. Motivo por lo que se decidió manejar un diámetro cortical (5.5 mm) y esponjosa (6.5 mm) para sacro o L5.

El Sistema HGM-Camarillo cuenta con tornillos corticales y de esponjosa.

La metodología de aplicación es labrar manualmente el canal con un iniciador de pedículo.

—No se emplea machuelo—

La técnica es como sigue:

- 1) La aplicación se hace primero con un iniciador de pedículo en forma de punta de diamante con lo que se perfora la cortical del núcleo de fuerza del pedículo, que es donde convergen la apófisis articular, lámina y apófisis transversa.

- 2) A continuación se introduce otro iniciador de modificación personal que, está calibrado cada 10 mm y con tope a 40 mm para evitar sobrepenetración.
- 3) Se introduce girándolo suavemente y con fuerza según las coordenadas determinadas en la planeación preoperatoria.

Esto se hace con la finalidad de compactar el hueso esponjoso alrededor (*Figura 1*), haciéndolo más fuerte al agarre de los filos de las cuerdas. La compresión del hueso esponjoso por el centro del tornillo durante su inserción incrementa esta densidad y proporcionalmente su resistencia a la tracción (*Figura 2*). La punta del tornillo que es cónica ayuda a dirigir al tornillo en el orificio prefabricado. Obsérvense los esquemas de las *figuras 1 y 2*.

Con el machuelo se producen cortes nítidos del hueso esponjoso y microfracturas que disminuyen la densidad ósea. La premisa que se maneja por anclar el tornillo en hueso esponjoso del pedículo es la siguiente:

El machueado siempre es indispensable en el hueso cortical y no en el hueso esponjoso

Se han descrito tres condiciones básicas para obtener una función adecuada del tornillo en el tejido óseo:

- I). El orificio cercano a la superficie del hueso debe permitir que el centro sin cuerda del tornillo deslice libremente.
- II). La superficie distal de la superficie tornillo-hueso debe tener contacto total.
- III). Cuando el tornillo es apretado su cabeza debe hacer contacto cerca de la superficie para detener la progresión del movimiento longitudinal del tornillo. Cuando no es factible apretar totalmente el tornillo por la forma de la barra es válido colocar adaptadores para cumplir esta última función (rondanas de adaptación al pedículo).

Principios con los que cumple la técnica de aplicación HGM

Cuando se colocan estos adaptadores o rondanas de adaptación al pedículo del sistema HGM-Dr. Camarillo, en los sitios de mayor sollicitación se cumple con el principio antes señalado, y se permite una redistribución de fuerzas al servir de rondana como contratuerca repartiendo las fuerzas tensiles dentro del tornillo y las compresivas con el tejido óseo.

La rondana tiene 2 diámetros internos que son 5.5 y 6.5 mm, la altura es de 6 mm.

La cabeza del tornillo debe diseñarse para colindar óptimamente con la superficie subyacente. Si esta superficie es un área esponjosa es necesaria una cabeza ancha para minimizar el efecto de tracción a través de ella.

La cabeza del tornillo en términos generales resiste la fuerza translacional creada por la rotación de la cuerda a través del hueso en la terminación del apriete del tornillo.

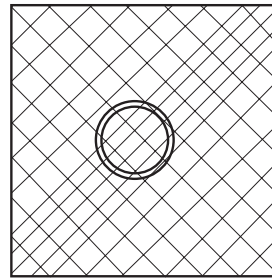


Figura 1.

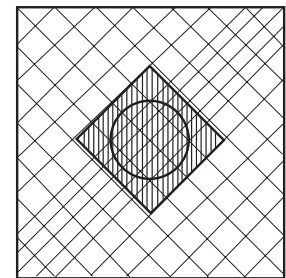


Figura 2.

Figuras 1 y 2. Metodología de compactación de hueso trabecular y de pedículo.

El sistema HGM-Camarillo cuenta con los siguientes elementos:

- I. Tornillo tipo cruceta.
- II. Tornillo de abertura superior:
 - 1) Simple
 - 2) De compensación de lordosis
 - 3) De compensación de escoliosis
- III. Conectores para travesaño
 - 1) Candado en "T"
 - 2) Candado "liso"
 - 3) Conectores laterales
- D) Tornillo tipo cruceta.

Su cabeza es rectangular tipo torreta con orificios ovales en forma perpendicular, lo que le permite sujetar las barras en forma cruzada. La forma oval permite entrar en contacto barra-barra al ser apretadas por un perno hexagonal de 4.5 mm, (*Figura 3*). El prototipo de 2ª generación lleva además una tuerca externa de 6 mm.

Estos tornillos están diseñados para ser colocados al principio o al final de la instrumentación limitándose a su nivel para no afectar estructuras adyacentes con el propósito de recortar y colocar travesaños "a la medida" con la misma barra que se empleó para la construcción. Es decir barras de 1/4" con lo que se obtiene mayor estabilidad antirrotacional.

Cuando los tornillos son colocados en forma más perpendicular a los pedículos (niveles L1- L2) el travesaño deberá ser colocado recto, es decir sin moldear.

Cuando los tornillos son colocados en posición delta el travesaño podrá colocarse en forma de arco o puente curvo, lo que le da mayor estabilidad traslacional y rotacional a la construcción.

El tornillo tiene cuerda cortical de 5.5 mm y longitud de 40 a 55 mm cada 5 mm. También puede emplearse con rondana de adaptación al pedículo. Se aplica con un desarmador de camisa hexagonal y punta de tornillo 4.5 mm previa corroboración radiográfica de su orientación. Una vez colocado debe corroborarse la posición de los orificios más bajos que son los que reciben las barras y los orificios superiores quedan en posición transversa para colocar el travesaño. La longitud del travesaño debe sobrepasar 1 cm de la pared externa del tornillo, la barra debe salir también

1 cm. También es factible colocar travesaños con barras de 3/16 (Figura 4).

II). Tornillos de abertura superior.

Las cabezas de los tornillos del sistema HGM- Dr. Camarillo miden 12.5 mm de diámetro y usan el mismo principio de abertura superior que otros dando versatilidad al moldear las barras y asentarlas en la base del tornillo las veces requeridas hasta lograr la conformación deseada.

El sitio donde descansa la barra tiene forma hemisférica lo cual permite un acoplamiento perfecto, dando esta conformación el 50% de la sujeción (Figura 5).

El otro 50% está dado por la fuerza de compresión del tornillo de cabeza hexagonal y de punta plana. Como refuerzo del mecanismo de sujeción se diseñó la aplicación de un cinturón antiexpansor de paredes lisas que permite un contacto total con la superficie pulida de las valvas del tornillo y crea un momento de tensión, haciéndose máximo al dar el apretón final del cierre del tornillo.

Este cinturón antiexpansor tiene 2 muescas que permiten asentar la barra. Estas muescas dan dos puntos de apoyo externo y mantienen la posición de la barra evitando que ésta gire sobre su eje, por lo que aumenta el área de contacto tornillo-barra (Figura 6).

Es factible aumentar el área de contacto tornillo-barra mediante el empleo de barras con cara plana lo cual evita también la rotación de la barra y se emplea en instrumentaciones cortas.



Figura 3. Tornillos tipo cruceta con travesaño moldeado para permitir triangulación.

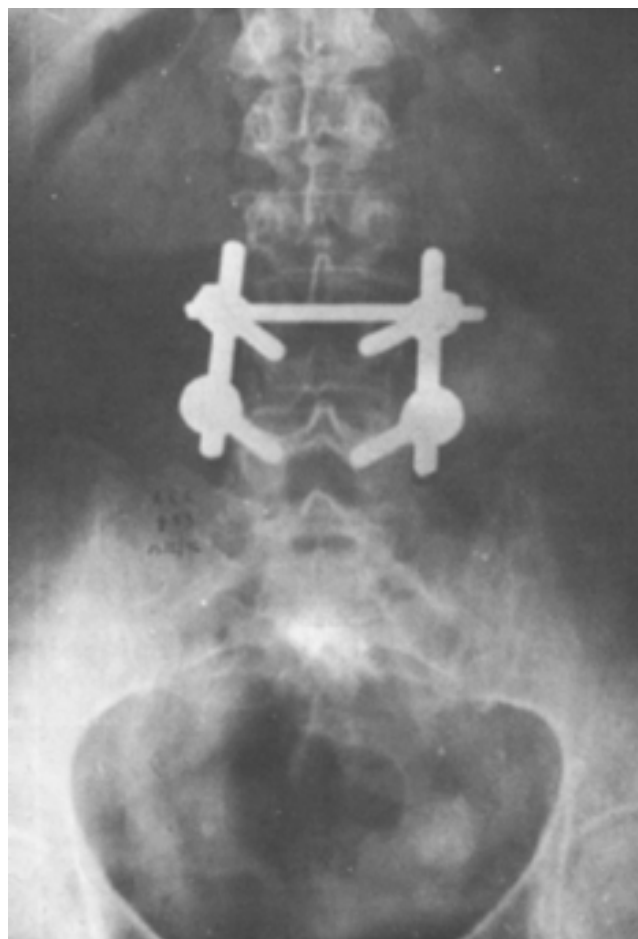


Figura 4. Aplicación de tornillos tipo cruceta.

El principio mecánico que se aplica en todos los tornillos "HGM" es el de "Pinza de 3 puntos cortantes" excepto el de cruceta.

Tornillo de abertura superior para barra de 1/4" o 3/16" cuerda 5.5 mm. Longitud 30 a 50 mm cada 5 mm. Cinturón antiexpansor y rondana de adaptación al pedículo.

Se ejemplifica su aplicación en un caso de espondilolisis L4-L5 (Figura 7).

Tornillo articulado de compensación de escoliosis

Emplea el principio cierre de tres puntos cortantes y refuerzo de fricción con cinturón antiexpansor.

Está sujeto a la base del tornillo mediante un mecanismo de articulación simple con un perno o con tornillo cuando se desea hacerlo rígido.

Permite giros de la cabeza hasta 90° a cada lado, dando un total de 180°. El movimiento es perpendicular a la barra y permite un desplazamiento o lateralización de la barra hasta 1.5 cm del punto de inserción del tornillo (Figura 8).¹ Esto permite "puentear" vértebras rotadas, estructuradas en procesos degenerativos en los que no se realiza la corrección de la deformidad, pero sí una descompresión neurológica amplia.

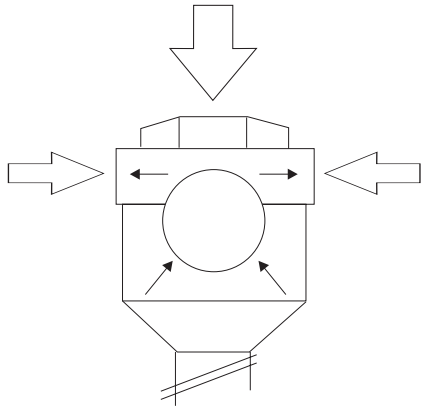


Figura 5.

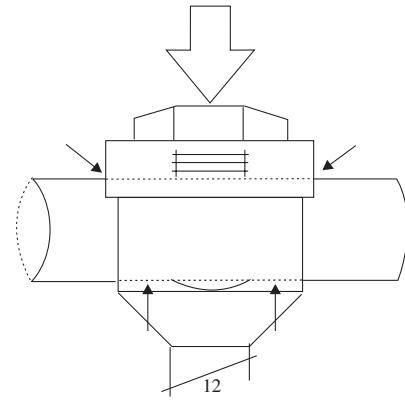


Figura 6.

Figuras 5 y 6. Mecanismo de sujeción de la barra.

El desplazamiento lateral de la cabeza permite colocar barras en paralelo como el “riel de un tren”, sin detrimento en la fuerza de la construcción. Se puede aplicar con o sin rondana de adaptación al pedículo.

Está disponible en longitudes de 40 a 55 mm y cuerda de 5.5 mm.

Tornillo articulado de compensación de lordosis

Al igual que el anterior está articulado en la base del tornillo pero en sentido anteroposterior, es decir gira en el plano frontal con la finalidad de adaptarse a la lordosis de la barra requerida. A mayor lordosis mayor moldeamiento

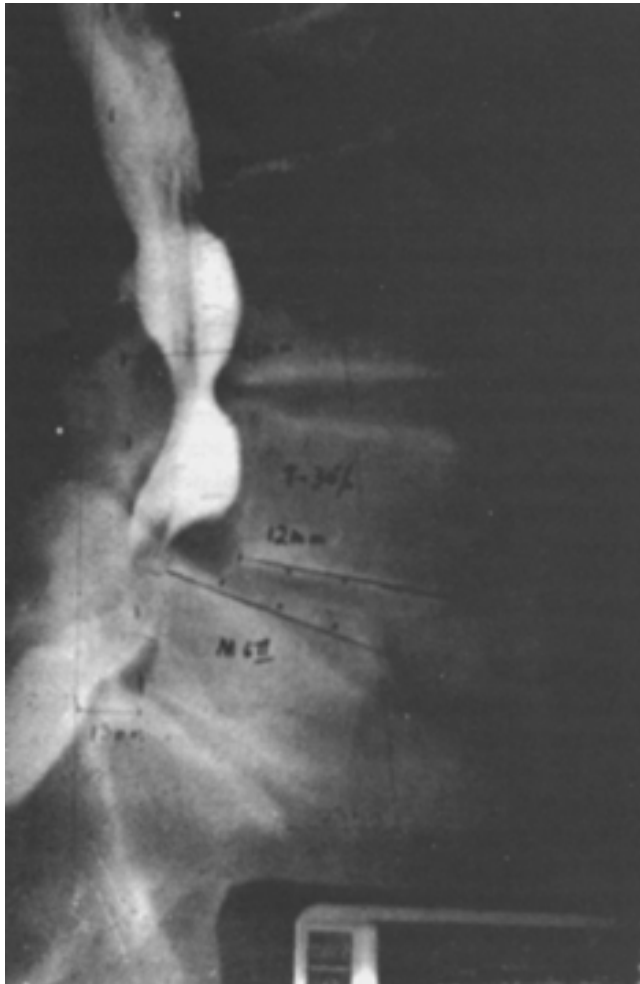


Figura 7.

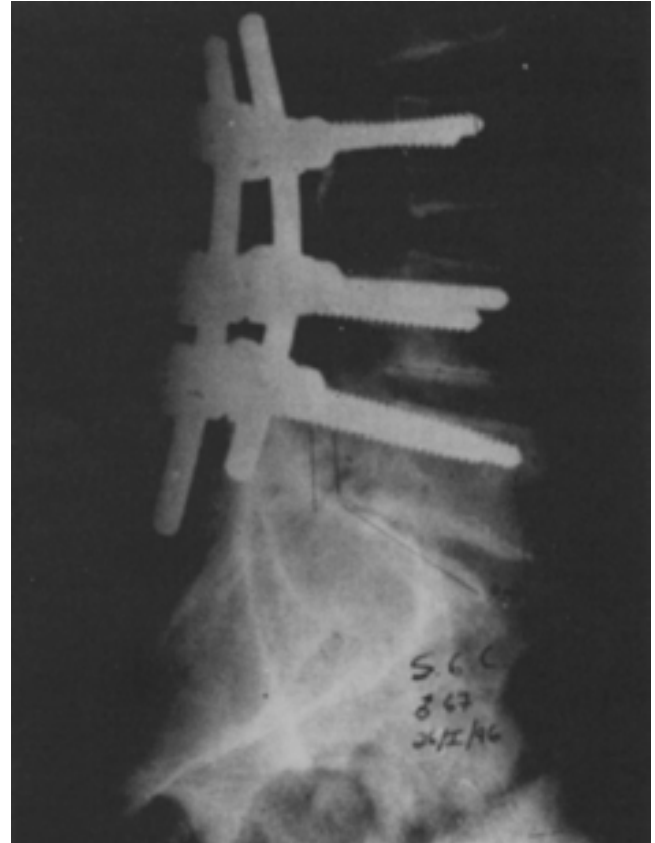


Figura 8.

Figuras 7 y 8. Aplicación clínica de distracción y reducción en un paciente con canal estrecho lumbar.

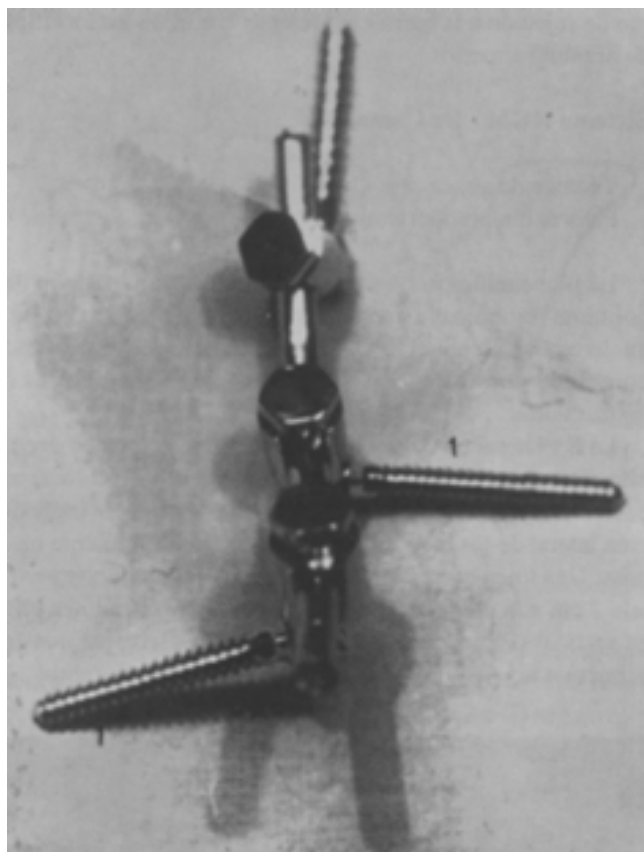


Figura 9. Tornillos articulados con mecanismo de flexión lateral.

de la barra. Esto se dificulta normalmente al aplicar un tornillo simple. Como se observa al instrumentar pacientes con Sx. de canal estrecho, sobre todo femeninas obesas en las que generalmente se observa una hiperlordosis lumbar fija (*Figura 9*).

Debido a que se aplica en tejido predominantemente esponjoso y la cortical del sacro es delgada, estos tornillos tienen cuerda esponjosa de 6.5 mm y longitud de 40 a 50 mm cada 5 mm. Cuenta con rondana de adaptación al pedículo y es factible aplicarlo sin ella para disminuir la altura de la cabeza (*Figura 9*).²

La articulación fue diseñada también por la razón de tratar de disipar las fuerzas de arranque (pull-out) del tornillo creadas mediante un brazo de palanca simple producido al flexionarse la columna (*Figura 10*).

Para redistribuir las fuerzas de tracción se altera el brazo de palanca girando la base del tornillo al igual que si se dobla la cabeza de un clavo.

Par extraer un clavo recto con una pinza no se requiere mucho esfuerzo, en cambio cuando éste está doblado es necesario mucha mayor fuerza para su extracción requiriendo de una gran palanca como el ejercido con las orejas de la cabeza de un martillo y su mango (*Figura 11*).

Si se modifica el brazo de palanca, a través del giro de la cabeza los vectores de fuerza se descomponen en 2 vectores de menor magnitud. Con lo que se neutralizan las fuerzas de flexión, quedando el implante en el sitio de mayor tensión.

Gracias a los micromovimientos en el perno de la articulación existe una minimización del efecto de arrancamiento y por lo tanto de aflojamiento en la interfase metal-hueso. Esto es una combinación de fijación rígida y semirrígida que sigue los conceptos de Perren.

Si las fuerzas estáticas (pretensado) son mayores que las dinámicas (solicitaciones funcionales) no se detectan movimientos relativos en la superficie de contacto entre el implante y el hueso.

Si por el contrario la fuerza estática es menor (por falta o insuficiencia del pretensado) aparecen bajo solicitaciones funcionales micromovimientos en la zona de contacto.

La microinestabilidad mecánica es la causa de resorción y trae en consecuencia un aflojamiento secundario del implante.

Conectores del sistema "HGM" Dr. Camarillo

La fijación mediante travesaños o crosslink en los sistemas de estabilización posterior permiten una construcción cuadrilateral o rectangular, lo que da una mayor estabilidad rotacional. Los travesaños pueden usarse con varillas de distracción de Harrington o de Luque. Con la barra de Luque en doble "L" el telescopiado se elimina con esta técnica de fijación. Esto es gracias a que es factible realizar una configuración rectangular *in situ*.

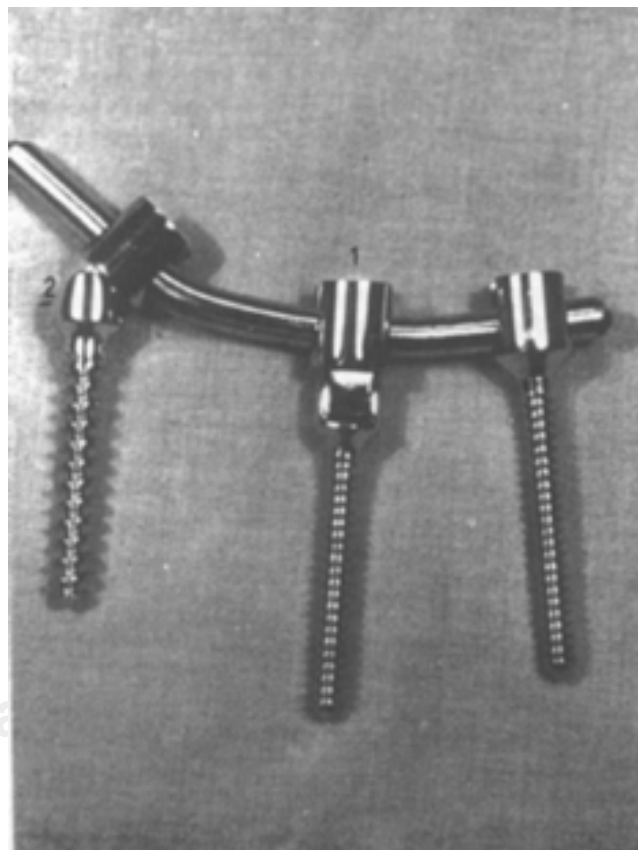


Figura 10. Tornillos de compensación de lordosis.

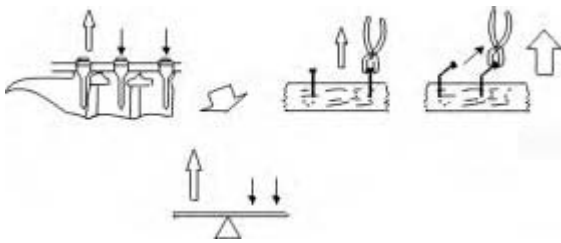


Figura 11. Mecanismo de desanclaje de los tornillos.

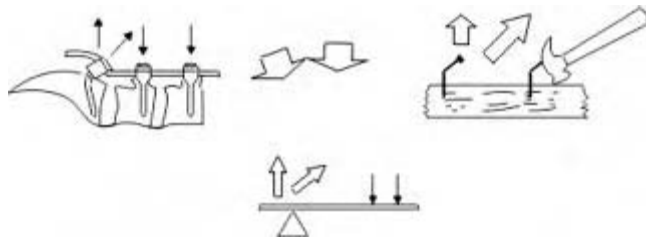


Figura 12. Mecanismo de compensación en tornillos articulados.

El sistema "HGM" proporciona travesaños distales proximales e intermedios en la instrumentación.

Los conectores son de acero macizo 316 L con dispositivos de tornillo de cierre terminal perpendicular.

La punta del perno es plana para abarcar mayor superficie de contacto, lo cual se optimiza al utilizar barras con muesca plana de 2 mm a lo largo de la barra.

Los travesaños dan una rigidez sustancialmente mayor y una mayor estabilidad de la que se logra sin la fijación cruzada principalmente con los sistemas largos.

Conectores del sistema

Denominados interfase componente-componente consta de los siguientes elementos:

- 1) Candado bloqueado en "T".
- 2) Candado liso.
- 3) Conector lateral para travesaño 1/4"-3/16"*

Estos candados y conectores para travesaño permiten colocar la barra recta o curva, lo cual refuerza a la construcción de la configuración delta.

Con ellos se emplean barras de acero inoxidable de 1/4" o 3/16" que si se requiere pueden ser recortadas a la medida el transoperatorio.

Componentes de agarre metal-hueso

El sistema es compatible a ser colocado en niveles torácicos o lumbares en combinación con alambrado sublaminar o con aplicación de ganchos para lámina cuyo mecanismo de

* Los conectores laterales de montaje rápido permiten su aplicación sin necesidad de desmontar el implante. En fase de prototipos.

sujeción a la barra es el mismo que el de los tornillos de abertura superior.

Sistema HGM - Dr Camarillo

Técnica de aplicación
Planeación preoperatoria.

La planeación preoperatoria se realiza en las Rx ap de columna lumbosacra con el paciente de pie y foco en L5, en 14 x 17. Se observan la forma de los pedículos y si coinciden con las apófisis transversas en los niveles a instrumentar.

La Rx lateral de columna lumbosacra se coloca en decúbito ventral, es decir en la posición en que se va a colocar al paciente en el transoperatorio. Se traza el ángulo de inclinación lateral de los niveles a instrumentar de la siguiente manera: Una línea que pasa por el centro del pedículo, y paralela 1 cm a la plataforma vertebral superior. Otra línea que es vertical (Plomada o gravedad) que se intercepta con la primera a nivel de la pared anterior del cuerpo vertebral.



Figura 13. Modelo anatómico de tornillos articulados.

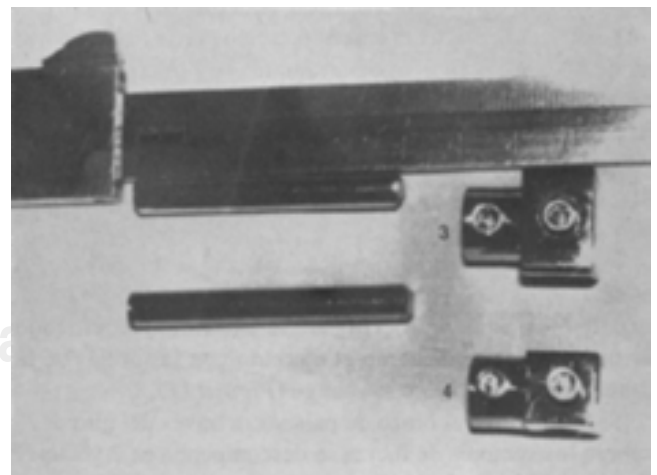


Figura 14. Sistema de conectores.

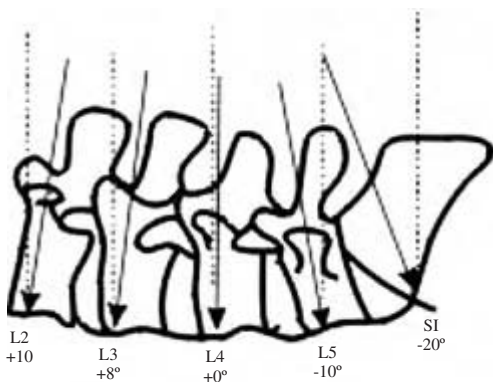


Figura 15.

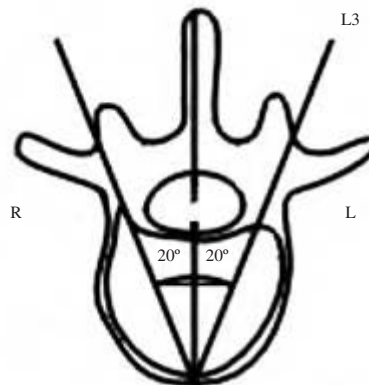


Figura 16.

Figuras 15 y 16. Planeación preoperatoria en forma gráfica.

Si el vértice del ángulo se encuentra en dirección cefálica, se le asigna un valor (+) positivo.

Si la línea de plomada es paralela a la plataforma y se superponen se le da un valor (0) neutro. Si la línea de plomada se intercepta en dirección caudal se le asigna un valor (-) negativo.

Esto nos da una idea como deben entrar los iniciadores de pedículo en el nivel a instrumentar en el plano lateral (Figura 1).

En el plano frontal, o ángulo de inclinación tangencial se determina mediante la TAC en los niveles a instrumentar. Se divide el cuerpo vertebral a la mitad mediante una línea que va de la apófisis espinosa a la pared anterior. Las otras líneas se toman para L3, L4, L5 y S1 a la mitad de el sitio donde se forma la L de la transversa pasando por el centro del pedículo dirigida hacia la línea media (Figura 2).

Para T12, L1 y L2 la orientación es más vertical y el punto de entrada es a nivel del proceso accesorio, pasando por el centro del pedículo hacia los lados de la línea media. No se debe triangular demasiado en estos niveles por el peligro de perforación medial del pedículo.

Estas mediciones se exhiben en el transoperatorio para orientar al cirujano.

Cuando se cuenta con equipo de Rx intensificador de imágenes se facilita la aplicación ya que se hace la observación directa en los 2 planos ahorrando alrededor de 1 a 2 horas de cirugía.

Se mide la longitud de las barras a emplear y se moldean según se requiera, además de identificar el nivel de aplicación de candados y travesaño. A continuación se procede a la descompresión neurológica, disquetomía, PLIFF, reducción de listesis, etc. Se aplican las barras y candados apretándolos con los tornillos de cabeza hexagonal para mantener la reducción en un lado, se aplica la barra contralateral con los tornillos y cinturón antiexpansor. Se aflojan los tornillos de la primer barra para permitir el paso del cinturón antiexpansor que son colocados en todos los tornillos apretándolos firmemente, así como los de los candados para travesaños. Se aplica injerto autólogo de cresta iliaca entre las apófisis transversas, cerrando por planos de la forma acostumbrada y se deja drenovac 1/4".

La rehabilitación se inicia en las primeras 24 horas con movilidad activa de miembros pélvicos en cama, cardiorrespiratorios con espirómetros o inflando globos. El sentarse se realiza a tolerancia en las primeras 24 a 48 horas y la deambulacion a las 72 horas. Es recomendable proteger al paciente con aplicación de heparina de bajo peso molecular hasta que ha realizado la deambulacion.

La aplicación del sistema no requiere del uso de fajas o corsés, sin embargo el empleo de éstos se hará a juicio del cirujano si hubo necesidad de recolocar uno o más iniciado-

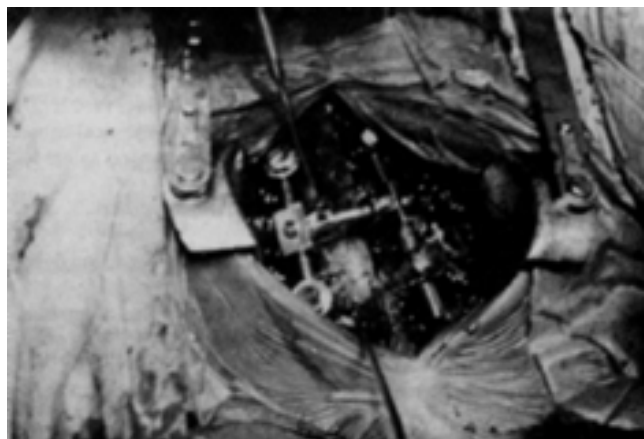


Figura 17. Control transoperatorio del procedimiento.

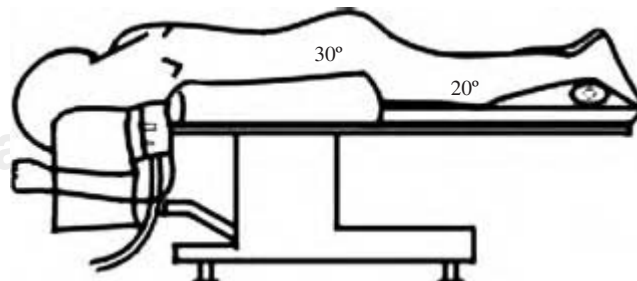


Figura 18. Posición del paciente transoperatorio.

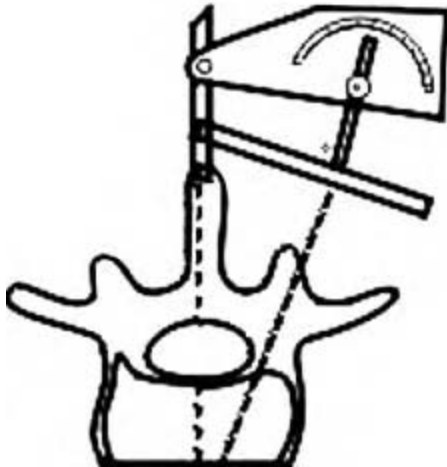


Figura 19.

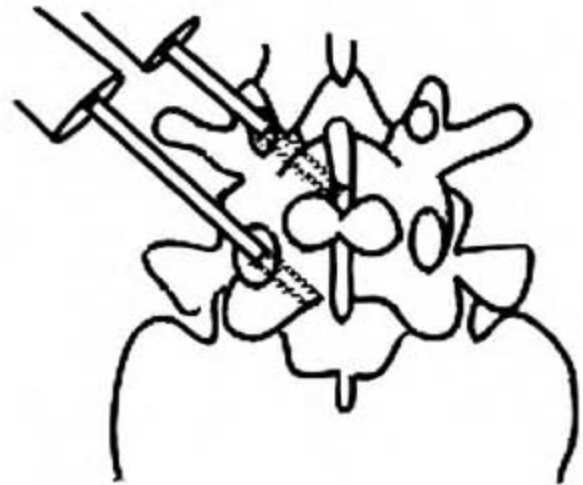


Figura 20.

Figuras 19 y 20. Uso de regleta para guiar la inserción pedicular.

res de pedículo en el transoperatorio o si hubo ruptura de algún pedículo.

El paciente es colocado en decúbito ventral con cojines de compresas o hidráulicas (con bolsas de glicina de 5 L) bajo los hombros y crestas ilíacas.

Esto deja el abdomen libre, las caderas flexionadas a 30° y las rodillas a 20°. Se recomienda aplicar un rollo de compresas bajo los pies.

Esta posición no modifica la lordosis lumbar y coincide con la planeación preoperatoria (Figura 3).

Se prepara el campo quirúrgico de la forma acostumbrada, incidiendo por planos hasta identificar las láminas, carillas articulares y con cuidado desperiostizar las apófisis transversas. Se visualizan los puntos de inserción pedicular predeterminados siempre de cefálico a caudal.

Se labra el canal pedicular con iniciadores de pedículo calibrados cada centímetro con tope a 50 mm para evitar sobrepenetración. Para tener un elevado porcentaje de efectividad en la aplicación se utiliza una regla transportador universal de ángulos que se ajusta según las lecturas obtenidas para los planos ap y lateral. Uno de los extremos coincide con la línea de plomada sobre la apófisis espinosa y el otro extremo es el que va a dar el plano de inclinación en los dos planos (Figura 4).

Se corrobora la aplicación de los iniciadores en sólo lado derecho o izquierdo con Rx ap de control observando que los iniciadores queden dentro del óvalo pedicular. Si es necesario recolocar se hará en el nivel respectivo. Una vez tenida la certeza de su colocación se procede en forma simétrica contralateral. Se corrobora nuevamente con Rx y se procede a colocar los tornillos (Figura 5). Cuando se cuenta con un técnico y equipos competentes es factible obtener Rx laterales para corroborar también la aplicación.

Bibliografía

1. Akalm S, Kis-M, Benli-IT, Cxitak-M, Mumcu-EF, Tuzune-M. Results of the AO spinal internal fixator in the treatment of thoracolumbar burst fractures. *Eur Spine-J* 1994; 3(2): 102-6

2. Apra GN, Bradley MS. The effects of pedicle screw fit an *in vitro* study. *Spine* 1994; 19: 1752-58.
3. Arnold DM. Pedicle fixation of the lumbar spine. *Hanley & Belfus* 1992 11-55.
4. Ayala RA, Cruz MM, Camarillo JF. Spinal analysis applying the finite element for redesign a pedicle screw fit, IASTED International Conference on Computer Applications in Industry. Cairo Egypt 1995: 4-7.
5. Benzel EC. Biomechanics of spine stabilization. Principles and clinical practice. 1st ed. McGraw-Hill 1995; 111-213.
6. Byars & Snyder Mecánica de cuerpos deformables 1978. RSI. Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. México.85-120.
7. Camarillo JFM. Evaluación del sistema de tornillos intrapediculares y barras de acero inoxidable-HGM-en pacientes con patología lumbar. Protocolo de investigación clave de registro: Dic/94/106/03/183. Hospital General de México SSA.
8. Camarillo JFM, Cruz CM, Bravo BPA, Villalón CJ. Simposium, presentación del sistema HGM. Sociedad Mexicana de Ortopedia 5 de Abril de 1995.
9. Cunningham-BW, Seftor-JC, Shono-Y, Mc Afee-PC. Static and cyclical biomechanical analysis of pedicle screw spinal constructs. *Spine* 1993; 18(12): 677-88.
10. Dick W. Internal fixation of thoracic and lumbar spine fractures. Hans Huber Publishers, Bern (Switzerland) 2nd 1987: 12-112.
11. Esses SI, Sach BL, Drfeysin V. Complications associated with the technique of pedicle screw fixation. *Spine* 1991; 18: 266-9.
12. Goodwin RR, James-KS, Daniels-AU, Dunn-HK. Distraction and compression loads enhance spine torsional stiffness. *J-Biomech* 1994; 27(8): 1049-57.
13. Grobler LJ, Novotry JE. A Biomechanical analysis comparing stability in L4-L5 and L5-S1 isthmic spondylolisthesis. *Spine* 1984; 19: 222-27.
14. Hansen A, Yuan MD, Steven R, Garfin MD. A Historical cohort study of pedicle screw fixation in thoracic, lumbar and sacral spinal fusions. *Spine* 1994; 19: 22795-965.
15. Hastings GW, Duchene P. Natural and living biomaterials. CRC Press Inc 1984; 28: 98.
16. Herkowitz HN. Spine update. Degenerative lumbar spondylolisthesis. *Spine* 1995; 20: 1084-90.
17. Jorneaux GE, Martín JW, Talbot DEG. Mechanisms of environment sensitive cracking of materials. Ed. Swanp. Ford IP, Westwood, ARC. 1979: 332-6.
18. Katsuhiko S, Schinichi K. An anatomic study of foraminal nerve root lesions in the lumbar spine. *Spine* 1993; 18: 2246-51.
19. Keiichiro S, Masaaki K, Takayoshi U. Transpedicular fixation with Zielke instrumentation in the treatment of thoracolumbar and lumbar injuries. *Spine* 1994; 19: 1940-48.

20. King D. Internal fixation for lumbosacral fusion. *Am J Surg Arch* 1944; 66: 357.
21. Mc Millan M, Glowczewskie-F. Biomechanical analysis of a new anterior spine implant for post-corpectomy instability. *J Spinal Disord* 1995; 8(1): 56-61.
22. Marchesi DG, Aebi M. Pedicle fixation devices in the treatment of adult lumbar scoliosis. *Spine* 1992; 17: 304-9.
23. Matthew J, Crawford BA, Stephen I, Esses, MD. Indication for pedicle screw fixation. Results of nass/srs faculty questionnaire. *Spine* 1994; 19: 2584-89.
24. Mc Cord DH, Cunningham BW, Shono Y, Meyers JJ, Mc Afee PC. Biomechanical analysis of lumbosacral fixation. *Spine* 1992; 17: 235-43.
25. Muller ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Manual of internal fixation techniques recommended by the AO-Asif group. Edition. Springer-Verlag 1996; 4: 627-66.
26. Norman J, Licht MD, Dale E, Rowe MD, Lawrencw M, Ross MD. Pitfalls of pedicle screw fixation in the sacrum. *Spine* 1992; 17: 892-96.
27. Ortiz PA, Cerrud S, Shouwenaars R, Camarillo JF. Evaluación de un sistema de prótesis para la corrección de patologías lumbares, bajo el enfoque de ingeniería mecánica. II Congreso Anual. Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica AC. 1996: 113-118.
28. Osvalder AL, Neumann-P, Lovsund-P, Nordwall-A. A method for studying the biomechanical load response of the (*in vitro*) lumbar spine under dynamic flexion-shear loads. *J Biomech* 1993 26(10): 1227-36.
29. Panjabi MM, Oxland TR, Kifune-M, Arand-M, Wen-L, Chen-A. Validity of the three-column theory of fractures. A biomechanical investigation. *Spine* 1995; 20(10): 1122-7.
30. Shigley. Diseño en Ingeniería Mecánica. 2ª ed McGraw-Hill 1977: 275-316.
31. Zindrick MR, Wiltse LL, Widell EH. A biomechanical study of intrapeduncular screw fixation in the lumbosacral spine. *Clin Orthop* 1986; 203: 99-112.

Rev Mex Ortop Traum 2000; 14(1): Ene.-Feb: 111-117

Endoscopía raquídea

Dr. Joel Sánchez García*

Hospital Angeles del Pedregal. Ciudad de México

Durante estos últimos años las técnicas endoscópicas se desarrollaron en numerosas áreas. Hoy en día una gran cantidad de equipos intentan aplicar dichas técnicas al raquis.

A nivel del raquis lumbar, la endoscopía le sigue a las técnicas percutáneas que se desarrollan desde principios de los años 60. Parece ser que la foraminoscopia es una técnica interesante y se está estudiando en la actualidad.

La toracoscopia la utilizan los cirujanos especialistas en problemas torácicos para practicar biopsias pleurales y pulmonares, pleurotomías parciales, lisis de adherencias pleurales, resecciones tumorales, pulmonares o mediastinales. Esta técnica permite también a los neurocirujanos el practicar simpatectomías.

últimamente, el interés de la toracoscopia en cirugía espinal ha incrementado, (Horowitz, Mack, Rosenthal) esencialmente para tratar las hernias discales torácicas, pero esta técnica puede ser también útil para realizar biopsias, para evacuar abscesos, estabilizar fracturas, reseca tumores e incluso para ver el tiempo de liberación anterior en las escoliosis (Mack) o una fusión anterior (Rosenthal).

El interés principal de esta técnica es su débil morbilidad y la simplicidad de los seguimientos operatorios, en comparación con la toracotomía, y en particular con los dolores postoperatorios, además representa una hospitalización mínima.

Historia. La primera endoscopía se remonta al año 1806, cuando Bozzini inventa el cistoscopio, permitiendo de este modo visualizar la vejiga utilizando una vela como fuente de luz, más tarde, hasta 1883 y por primera vez, Newman utilizó para esta misma técnica una lámpara eléctrica.

La utilización del endoscopio para explorar la cavidad pleural se debe a Kelling, quien lo usó en los perros, luego en 1910, Jacobaeus lo utilizó en el hombre para quitar adherencias pleurales en los pacientes tuberculosos.

Raquis lumbar. La introducción de un endoscopio en la duramadre se remonta a 1931, Burman y Pool, en 1942 publican su experimento de la mieloscopia,

La nucleólisis es el primer tratamiento de la hernia discal de tipo percutáneo. Descrito por Smith en 1963, su principio es el degradar el núcleo pulposo gracias a la hidrólisis de los proteoglicanos mediante la quimiopapaína. Sus inconvenientes son la ausencia de selectividad en la hernia y el riesgo de complicaciones posteriores. En un estudio multicéntrico de más de 43000 quimionucleólisis Bouillet (citado por Konings, 1993) reportó 3.1% de incidentes (reacciones alérgicas, problemas urinarios sin necesidad de tratamiento), 0.14% de complicaciones sin secuelas (flebitis, embolia pulmonar), y 0.44% de complicaciones severas (discitis, paraplejía medular, síndrome de la cola del caballo, hemorragia meníngea).

* Médico del Servicio de Ortopedia.

Dirección para correspondencia:
Dr. Joel Sánchez García. Pico de Verapaz 473-404. Jardines en la Montaña. 14210 México, DF. Tel. Fax. 56 31 36 58.
E-mail: i008joel@df1.telmex.net.mx

La nucleotomía es la segunda técnica percutánea. Su objetivo es el reducir la presión ejercida por la hernia en la raíz retirando un poco de núcleo por vía posterolateral.

Inicialmente *manual* y uniportal (Kambin 1973 y Hijikata 1975), Schreiber utiliza en 1982 la primera doble vía *de abordaje*, permitiendo un trabajo en triangulación con un control visual mediante un endoscopio.

En 1985 Onik introduce un material motorizado que permite realizar la nucleotomía de forma automatizada.

Desde 1987, (Choy Liebler, Davis) se introdujo el laser para destruir el núcleo, sin embargo actualmente se le acusa por producir productos de combustión ácidos y por lo tanto tóxicos (Lavyne 1992).

El inconveniente principal de esta técnica es dirigirse a los discos que contiene hernias de un volumen pequeño sin estar rotas. De hecho, esta técnica es más bien para una patología que no requiera de cirugía cosa que explica que su eficacia no sea realmente superior a la de un placebo, además de la posibilidad de agravar una inestabilidad ya existente.

Existen complicaciones posibles, infecciosas (Dendrinós), pero también mecánicas. Flam reportó una sección completa sobre la uretra; Leu y Schreiber, una lesión de la arteria sigmoidea y dos afecciones regresivas del plexo lumbar.

El perfeccionamiento de los materiales endoscópicos y su miniaturización han favorecido la aparición de nuevas técnicas endoscópicas, en los últimos tiempos.

La *mieloscopia* ha sido tema de publicaciones recientes publicadas por Ooi (1990) y Shimoi (1991), estos autores introducen un endoscopio blando de diámetro inferior a un milímetro por el espacio interespinal L5-S1.

La *epiduroscopia* se hace mediante la introducción del escopio en el espacio peridural. Se trata de un escopio rígido colocado por vía interlamaria (Blomberg), o bien flexible, que se monta por el hiato sacro-coccígeo (Leu, Stoll).

La *foraminoscopia* puede hacerse por vía intracanal, durante la cirugía convencional como lo describió Stoll, con una sonda óptica o bien por vía extra canalar abordando de forma posterolateral. Esta última técnica, descrita en 1991 por Leu y Matthews es la más interesante pues permite tratar hernias laterales, incluso si están rotas.

Raquís torácico. La toracoscopia moderna, vídeo asistida, es muy reciente. Lewis fue el primero que la utilizó, en el año de 1991, para reseca una burbuja pulmonar. Después de esto, dicha técnica se propagó rápidamente y se utiliza mucho en cirugía torácica, permite la realización de biopsias pulmonares y mediastinales, el tratamiento del pneumotorax idiopático y del empiema torácico, la realización de esplanicectomías (Melki) en los dolores pancreáticos y en simpatectomías torácicas para tratar el síndrome de Raynaud, la deshidrosis o las causalgias a nivel del miembro superior (Drott, Robertson). La toracoscopia se ha utilizado también para la cirugía del esófago, permitiendo la resección de leiomiomas (Gossot). Recientemente se reportaron cinco esofagoectomías subtotales (Cuschieri, Liu) y tres lobotomías pulmonares (Lewis).

Los primeros trabajos en cirugía raquídea los reportó Horowitz, fueron hechos con un cadáver y un puerco vivo, y

Mack, ha hecho investigaciones en el hombre, como también posteriormente, Rosenthal.

Horowitz: Presenta el estudio anatómico de siete niveles discales en el cadáver y de dos niveles en el puerco, después de la realización de las discectomías por vídeo toracoscópico mostró ocho veces un buen vaciamiento discal, con un solo evento de brecha dural.

Mack: Reportó, en el primer simposium internacional de toracoscopia en enero de 1993, diez casos de toracoscopia, estos fueron: 3 discectomías, 3 liberaciones anteriores por cifoscoliosis, 2 biopsias vertebrales, el drenaje de un absceso, y una fusión anterior.

En todos los casos pudo utilizarse la toracoscopia, con una duración promedio de 220 minutos, tratamiento un poco más tardado que la técnica a "cielo abierto", según los demás autores. Por el contrario, la duración de la hospitalización fue más corta (en promedio de 5 días), así como la utilización de calmantes postoperatorios. En fin, la mortalidad fue nula y la morbilidad consistió en una neumonía postoperatoria.

Rosenthal: La técnica permite, en el cadáver, una buena exposición de los discos de T4 a T11, con un tiempo promedio por discectomía de 2:17 horas (1.38 en los 6 últimos). Reporta el caso clínico de un hombre de 30 años que presentaba una paraparesia al nivel de T7, ésta databa de un mes; secundaria a una hernia discal T6-T7. La discectomía por toracoscopia permitió la normalización del examen clínico y de los potenciales evocados.

1. Resumen anatómico. El foramen

Se trata de un orificio ovoide con un gran eje vertical, está limitado por la parte superior y por la inferior por los pedículos de dos vértebras adyacentes.

Sus límites son los siguientes:

- Por adelante: la parte inferior de la pared posterior de la vértebra suprayacente, el annulus y la parte superior de la pared posterior de la vértebra subyacente.
- Por atrás: la parte articular superior de la vértebra subyacente y el istmo de la suprayacente cuando el foramen está abierto.
- Por encima y por debajo: los pedículos.

Este orificio permite la comunicación del canal central con los elementos extra-raquídeos. Se abre por fuera en las caras laterales de los cuerpos vertebrales, y por dentro sobre la duramadre y el espacio epidural anterior.

Su contenido: su elemento esencial es el nervio, junto con el ganglio que ocupa la parte superior del foramen.

Recordemos que este nervio atraviesa sucesivamente las tres porciones del canal lateral permitiendo su salida (Lee):

1. Zona de entrada entre el disco y la articular superior.
2. Zona media a nivel del istmo y del borde inferior del pedículo. Es la sede del ganglio espinal.
3. Zona de salida: es el foramen propiamente dicho.

El nervio está acompañado de vasos y rodeado de grasa, ésta ocupa toda la parte baja del foramen y desaparece cuando existe una compresión.

Los vasos se sitúan en la parte extrema del nervio, con el nervio sinuvertebral. Ocupando, pues, la parte alta del foramen.

La región extraforaminal. Una vez fuera del foramen, el nervio se dirige hacia abajo y hacia adelante, de tal manera que puede describirse como un triángulo rectángulo en el que no hay ninguna estructura noble. Es en esta región (triángulo de seguridad de Kambin) en donde deben localizarse los instrumentos.

Los límites de este triángulo son:

- Borde inferior: borde del plato superior de la vértebra subyacente.
- Borde posterior: borde del articular superior de la vértebra inferior.
- Hipotenusa: borde medial del nervio espinal. El ángulo superior corresponde a la axila. Este ángulo es muy constante (Cohen) en la región lumbar es de 40° en promedio (25°-41°).

El escopio se encuentra localizado dentro de este ángulo, permite ver los nervios que salen (hipotenusa) y los nervios en tránsito (del lado pequeño). Los únicos vasos presentes en este triángulo son las venas anastomóticas entre los plexos epidurales y las venas segmentarias tributarias del sistema cava. La presión de dichas anastomosis es muy débil, la lesión de dichos vasos es poco hemorrágica. (Parke).

Material y métodos

2. Técnica operatoria

Un escopio de diámetro 406/205 para que permita el paso de instrumentos de 202 mm. Existe una resolución de 30000 pixels/imagen, una visión orientada a 15° y un campo de 55°.

Pinzas, tijeras, palpador y bisturíes adaptados. Lavado bajo presión hidrostática con la ayuda de una bayoneta de transfusión.

Amplificador de imágenes con memoria, con dos pantallas para guardar la imagen precedente.

Instalación. Existen dos tipos de instalación posibles, a continuación se mencionan:

1. Decúbito ventral sobre cuatro cojines o apoyo de Wilson.

El operador se encuentra del lado izquierdo, si es diestro, el amplificador a la derecha, y la televisión a los pies del enfermo. Esta posición es ventajosa por la estabilidad que proporciona y por dar la posibilidad de abordar bilateralmente, su inconveniente es la elevación de la presión abdominal en caso de que la instalación no sea perfecta.

Decúbito lateral. Escogimos esta instalación pues permite tener una presión abdominal débil. Esta posición, con caderas y rodillas flexionadas, coloca el raquis lumbar en cifosis,

abre los forámenes y relaja las raíces nerviosas. En fin, si la cresta iliaca es alta, existe la posibilidad de abrir el ángulo iliolumbar con la ayuda de un soporte.

Es necesario instalar bien al paciente para que no se mueva durante la intervención, con la ayuda de un apoyo glúteo, púbico, y torácico posterior puede lograrse satisfactoriamente. Las caderas y rodillas se encuentran flexionadas, los pies en un apoyo y fijos con elastoplasto. El miembro superior del lado que se opera descansa apoyado, es mucho más cómodo colocar al paciente sobre una base de gelatina; entre las piernas se coloca una tablilla.

El operador se coloca detrás del paciente, el amplificador enfrente, y el escopio a los pies.

Durante el trabajo hay que vigilar que el campo lateral colocado hacia atrás esté muy bajo para cubrir el amplificador de perfil además de colocarle dos fundas

Anestesia. Se previene al paciente de la posibilidad de convertir en cualquier momento la intervención en una microdisectomía convencional. En ese caso el anestesista debe estar presente y vigilar al enfermo, quien está controlado con medicinas. Cuando se requiera, el cirujano practica una anestesia local en los diferentes planos y el anestesista aplica poco a poco diprivan o fentanyl. La administración de un amnesiante como el hipnovel puede resultar útil.

Cuando el cirujano esté trabajando cerca de la raíz, debe prevenir al paciente para que éste le informe en caso de sentir un dolor radicular.

Cómo colocar la aguja: 1. Verificación de la cara: espinosa entre los pedúnculos. 2. Trazar una recta pasando por el espacio discal. 3. perfil en el eje trazado, y verificación: superposición de los pedículos. 4. Trazar la recta pasando por enmedio del espacio (AB). 5. Trazar la paralela en las espinosas a 10-11 cm (una palma) (CD) y la cresta iliaca. 6. Anestesia local a nivel de la intersección AB CD. Localización de los campos. 7. Introducción de la aguja a nivel de la intersección AB y CD y progresión en el perfil muy oblicuo, con un ángulo de ataque de 35°, hasta el contacto óseo. 8. Verificación del lado: la aguja debe estar en medio del espacio discal. 9. Perfil: buscar el vacío hacia adelante y avanzar hasta la línea de la pared vértebra posterior. 10. Lado: la punta de la aguja debe estar a nivel de la línea que une el borde interno de los pedículos. 11. Empujar la aguja hasta el centro del disco.

Tiempo endoscópico. Después del paso del dilatador, con un movimiento de rotación, y ya puesta la cánula, se retira el dilatador. Puede perforarse el annulus con la trifina sobre el broche, como en la nucleotomía, pero es preferible no hacerlo más que después de haber visto la raíz. Se pone en su lugar el adaptador de agua (el lado transparente hacia el enfermo), y se introduce el escopio. Es preferible utilizar un enlace de urología y un brazalete de presión, para obtener un caudal suficiente. El agua que sale cae en una bolsa de plástico.

Después de verificar los blancos y de orientar bien la cámara, se disecciona el espacio epidural y se retira la cánula dos milímetros para ver la raíz, que se reconoce por el signo del listón ribbon sign).

3. Indicaciones

Debe considerarse la foraminoscopia como una técnica quirúrgica.

La primera selección es la de la cirugía de la ciática:

- Ciática rebelde al tratamiento médico con una duración de al menos 6 semanas.
- Radiculalgia predominante a la lumbalgia.
- Signo de Laségue positivo.
Imagen en relación.

La foraminoscopia puede aplicarse si se cumple lo que a continuación se menciona:

- El nivel es superior o igual a L4-L5 (L5 puede estar afectada sólo en un 50% de hombres y un 75% de mujeres)
- La altura discal se conserva. La hernia es postero-lateral o foraminal, incluso rota, pero haber migrado poco superior o inferiormente.

Las contraindicaciones de la foraminoscopia son, fuera de la diabetes, la artrosis, el canal lumbar estrecho, y la hernia migrada excluida.

En general, el disco contenido (bulging disc) no significa para nosotros una indicación quirúrgica, sea la técnica que sea.

Toracoscopia. Técnica operatoria. La anestesia. La técnica anestésica es similar a la que se emplea para una toracotomía convencional, la exposición quirúrgica que requiere la exclusión pulmonar.

La fisiología pulmonar se modifica cuando la cavidad pleural se abre y la presión pleural positiva. La exclusión pulmonar es en un principio originada de una derivación (shunt) derecha-izquierda, responsable de un crecimiento del gradiente alvéolo-arterial en oxígeno, y de una disminución de la PaO_2 . El efecto del PaO_2 en razón de la mejor solubilidad de dicho gas.

Casi siempre se emplea la anestesia general, pero la anestesia local o locoregional (bloqueo intercostal, infiltración epidural) es también posible. La exclusión pulmonar se obtiene gracias a la utilización de una sonda traqueal de corriente doble, preferible a los bloqueadores bronquíticos que tienen tendencia a ser expulsados, y que no permiten aspirar fácilmente o bien volver a ventilar el pulmón excluido. Sin embargo, estos últimos son útiles en el niño y en los adultos menores (< 50 kg), pues la tráquea no admite el paso de una sonda de doble corriente.

Es preferible el verificar que la sonda esté en la buena posición, después de la intubación y después de nuevo después de la instalación en decúbito lateral (Smith).

En los pacientes que presentan lesiones respiratorias, es necesario poner un sensor arterial para poder vigilar correctamente la gasometría.

La FIO_2 debe aumentarse para mantener un $SaO_2 > 90\%$. De ser necesario, habrá que utilizar un FIO_2 de 1.0 a pesar de la

toxicidad del oxígeno puro, dado que sus inconvenientes son preferibles a los de la hipoxemia.

El pulmón que queda debe ventilarse con un volumen de 10 ml/kg, y la $Pa CO_2$ debe mantenerse en los alrededores de 40 mm de Hg.

En caso de hipoxemia persistente, se puede utilizar de 5-10 cm de H_2O de CPAP, luego asociar de 5-10 cm de H_2O de PEEP. Si es necesario, cabe la posibilidad de aumentar las presiones hasta 15 cm de H_2O , sin molestar demasiado la exposición quirúrgica. En fin, no se deberá dudar en ventilar el pulmón, en caso de una hipoxemia resistente.

La antalgia post-operatoria gracias a los AINES, la kinesioterapia y la verticalización precoz son esenciales para disminuir las complicaciones. El drenaje pleural se retira por regla general el segundo día.

La instalación. La instalación es la misma que la que se emplea para realizar una toracotomía clásica, en decúbito lateral, izquierda lo más a menudo, la pelvis fija sólidamente, el miembro inferior izquierdo doblado y el miembro inferior derecho en abducción, sobre un soporte. El miembro superior derecho está fijo en un soporte en antepulsión, para dejar la cara lateral del tórax y se coloca un trapo enrollado bajo la axila izquierda para liberar la espalda de un apoyo excesivo.

En fin, la mesa podría angularse para así, acercar el raquis a la pared, y un poco de procubitus puede ayudar la exposición, haciendo el pulmón hacia adelante.

Los campos y los instrumentos se preparan para poder realizar una toracotomía con el fin de abrir el tórax en un caso de emergencia, en caso de complicación pre-operatoria.

Equipo necesario:

- Anestesia general
- Sonda endotraqueal de corriente doble
- Instrumentación de toracotomía a la mano, en la mesa.
- Toracoscopio de 10 mm (de ser posible con un canal instrumental)
- Monitor de alta resolución (2 si es posible)
- Amplificador de imágenes.
- 2-5 trócares de acceso para los instrumentos
- Instrumentos de endoscopia, con grapas y clips
- Sistema de aspiración y de evacuación del humo.

Principios generales de la toracoscopia

Después de exclusión pulmonar, la toracoscopia comienza por la vía de abordaje permitiendo la introducción del escopio. Se sitúa habitualmente al nivel de la línea medio-axilar. El espacio intercostal (EIC) seleccionado es función del nivel que hay que alcanzar. El 6º o el 7º son los que se utilizan con más frecuencia.

Una disección suave, seguida de una exploración digital, permite abrir la pleura parietal sin lesionar el pulmón, así como verificar la ausencia de adherencias pleurales.

La introducción del toracoscopio y de los instrumentos se hacen en general mediante la intervención de los trócares.

Sin embargo, Liu prefiere introducirlos directamente a través de una incisión corta, lo que le da una mejor movilidad instrumental y en consecuencia menos dolor. Se intentará colocar las incisiones superiores a lo largo del mismo espacio intercostal, con el fin de incorporarlas a una toracotomía eventual.

En general, la insuflación de CO₂ no es necesaria, pero puede favorecer, en un principio, la retracción pulmonar, con la condición de permanecer inferior a 10 mm de Hg (8-10 cm de H₂O). Su inconveniente es el riesgo de hipercapnia, de embolia gaseosa, así como a la disminución del retorno venosos. Por el contrario, un procubitus ligero ayuda a que el pulmón recaiga hacia adelante. Se puede agregar un Trendelenbourg o bien un proclive ligero, según si se quiere alcanzar la región torácica baja o alta. Finalmente, para poder visualizar mejor el raquis, el pulmón puede desplazarse un poco con un instrumento especial, blando, y que normalmente se utiliza con este fin.

Las vértebras pueden localizarse fácilmente al contar las costillas. La primera no es por lo general muy visible pues se halla recubierta de tejido adiposo, pero se puede palpar con un instrumento blando. Las costillas inferiores se localizan con facilidad, tanto visualmente como al tacto o bien por control de Rx.

Para llevar a cabo las diferentes maniobras toracoscópicas, deben aplicarse algunas reglas básicas que se mencionan a continuación:

1. *Tener espacio*: colocar los trócares y el toracoscopio a una distancia de la región que hay que alcanzar, de manera que pueda obtenerse una vista panorámica además de tener la distancia suficiente para maniobrar.
2. *Imagenal derecho*: orientar la cámara con el fin de trabajar con los instrumentos en su dirección verdadera.
3. *Pocos instrumentos*: evitar el "esgrima", amontonando los instrumentos pues esto obstruiría el espacio operatorio.
4. *Un instrumento a la vez*: desplazar los instrumentos de manera secuencial y no sincrónica, bajo control visual.

Antes de cerrar, se introduce un drenaje pleural por la incisión cutánea inferior, pero pasando por el espacio subyacente para desplazar el trayecto y evitar las fugas aéreas. Bajo control escópico se le coloca en el surco posterior.

Dissectomía

Después de ubicar el nivel discal y de una verificación eventual del amplificador de imágenes, y después de la introducción de una aguja en el disco, se seccionan la pleura parietal a nivel del disco, procediendo de adelante hacia atrás, y continuando sobre la cabeza de la costilla con la ayuda de la coagulación monopolar y una fresa de alta velocidad.

Se raspan las orillas pleurales con la ayuda de una cucharilla de legrado o con una cureta, respetando los pedículos intercostales.

Con la ayuda de la fresa o de pinzas de Kerisson, rectas o en ángulo, hay que reseca la cabeza de la costilla, en 2-3 cm, para exponer la parte posterior del cuerpo vertebral. Este tiempo es indispensable, y permite visualizar bien el ligamento vertebral posterior. Después se utiliza una fresa en la parte posterior del cuerpo vertebral, ya que el espacio discal es muy estrecho y sólo así admitirá el resto de los instrumentos. Sólo se extrae un 1/3 posterior para no comprometer la estabilidad.

Con la ayuda de instrumentos convencionales largos (pinzas de discos, curetas, pinzas de Kerisson) puede realizarse la disectomía y la hernicotomía.

Discusión

El primer tratamiento quirúrgico para hernia torácica fue reportado en 1992 por Adson, quien había practicado una laminectomía y una disectomía. Después de eso, el abordaje dorsal perdió popularidad debido al riesgo de gravedad neurológica. Arseni y Nash publicaron 50% de gravedad neurológica por esta vía de abordaje. Las razones de este riesgo son múltiples:

- A nivel dorsal el canal raquídeo es el más estrecho, y la médula dorsal es más voluminosa. Las maniobras necesarias para una ablación del fragmento de la hernia son de por sí peligrosas y además la médula se encuentra ya comprimida e isquémica.
- Se evoca un factor vascular: Doppman y Girton encontraron alteraciones neurológicas en todos los pacientes que tuvieron una ligadura o una trombosis en una arteria segmentaria. De manera Inversa, Currier describió una circulación colateral abundante al rededor de los forámenes y ligada regularmente a los vasos de uno de los lados, sin trastornos secundarios.

Se utilizaron también otras vías de abordaje:

- El abordaje posterolateral alargado, que desplazaba la apófisis transversa, la extremidad anterior de la costilla, y el pedículo fue criticado debido a inestabilidad que suponía (Garrido, Maiman) y por la visibilidad insuficiente de la línea media.

La toracotomía, recomendada por Arce y Dohrman, es complicada y expone a diversas complicaciones respiratorias (Melamed).

La toracoscopía tiene una morbidez muy baja, y provoca estados posteriores poco dolorosos, el sangrado medio es en promedio de 50 ml, y la incisión medida menos de 4 cm (Durtschi). He aquí una lista de las complicaciones posibles, según Lo Cicero:

Complicaciones perioperatorias:

- Lesión por trócar (0.2%)
- Hipercapnia (si hubiera insuflación con CO₂).
- Disminución de retorno venoso (CO₂).

- Hemorragia (1.2%)
- Arritmia

Complicaciones postoperatorias:

- Atelectasia (1.4%)
- Infección pulmonar (1.1%)
- Arritmia (1.3%)
- Fuga pleural > 5 días (3.2%)
- Ventilación prolongada (1%)
- Infección de cicatriz operatoria (0.4%)
- Empiema (0.6%)
- Infarto de miocardio

Las cifras que se muestran son las que se obtuvieron del grupo de estudio de la toracoscopia en Francia el mes de enero de 1993, obtenidos de 1358 casos de cirugía torácica pulmonar. La mortalidad de esta serie fue del 2% y no hubo ningún deceso perioperatorio.

Estas cifras confirman que se trata de una técnica fiable y que la única complicación peligrosa es la hemorragia perioperatoria. Por esta razón, el cirujano debe estar siempre preparado para realizar una toracotomía de emergencia. Según la experiencia de Linder, en 301 casos, la toracotomía por hemostasis fue necesaria 3 veces durante el periodo de aprendizaje.

Aunque este acto deviene como una herramienta más en la cirugía vertebromedular y aparenta convertirse en un evento de carácter rutinario restara complicado y requerirá de un largo proceso de entrenamiento para los equipos quirúrgicos jóvenes.

Bibliografía

- Allen MS, Trastk VF, Daly RC, Deschamps C, Pairolero PC. Equipment for thoracoscopy. *Ann Thorac Surg* 1993; 56(3):620-3.
- Arce CA, Dohrmann GJ. Herniated Thoracic discs. *Neurol Clin* 1985; 3: (2) 383-92.
- Blomberg RG, Olsson S. The lumbar epidural space in patients examined with epiduroscopy. *Anesth Analg* 1989; 68: 157-70.
- Castro WHM, Halm H, Rondhus J. The influence of automated percutaneous discectomy on the biomechanics of the lumbar intervertebral disc. An experimental study. *Acta Orthopaedica Belgica* 1992; 58: 400-405.
- Cohen MS, Wall EJ, Brown RA. Cauda Equina anatomy II: Extrathecal roots and dorsal root ganglia. *Spine* 1990; 15: 1248-51.
- Courtheoux F, Theron J. Automated percutaneous nucleotomy in the treatment of cervicobrachial Neuralgia Due Lo Disc Herniation. *J Neuroradiol* 1992; 19: 211-6.
- Cuschieri A, Shimi S, Banting S. Endoscopic oesophagectomy through m right thoracoscopic approach. *JR Coll Surg Edinb* 1992; 37: 7-11.
- Dendrin G, Polizoides J. Spondylodiscitis after percutaneous discectomy. A case diagnosed by MRI. *Acta Orthoped Scand* 1992; 63(2): 219-20.
- Drott C, Gothberg G, Claes G. Endoscopic procedures of the upper-toracic sympathetic chain. A review. *Archives of Surgery* 1993; 128(2): 237-241.
- Duttschi MB. Use of thoracoscopy in clinical practice. *American Journal of Surgery* 1993; 165(5): 592-4.

- Epstein N. Surgically confirmed cauda equina and nerve root injury following percutaneous discectomy at an outside institution. A case report. *Journal of spinal disorders* 1990; 3: 380-3.
- Findlay GFG. Minimally invasive lumbar disc surgery. An editorial. *British Journal of Neurosurgery* 1992; 6: 405-8.
- Flam T, Spitzenpfeil E, Zerbib M, Steg A, Debre B. Complete ureteral transection associated with percutaneous lumbar disc nucleotomy. *The Journal of Urology* 1992; 148: 1249-50.
- Gill K, Blumenthal S. Automated percutaneous discectomy. Long term clinical experience with the nucleotome system. *Acta Orthop Scand* 1993; 64 (S251): 30-3.
- Gossot D, Fourquier P. Exérèse thoracoscopique des tumeurs benignes intrapariétales de l'oesophage. *Gastroenterologie clinique et biologique* 1993; 17: (3): 215-7.
- Horowitz MB, Moossy JJ, Julian T, Ferson PF, Huneke K. Thoracic discectomy using video assisted thoracoscopy. *Spine* 1994; 19(9): 1082-6.
- Horswell JL. Anesthetic techniques for thoracoscopy. *Ann Thorac Surg* 1993; 56: 3, 624-629.
- Huet H, Toulas P, Solassol A, Theron J. Exploration de l'espace epidural par epiduroscopie: intérêt diagnostique et thérapeutique. *Rev Med Orthop* 1993; 32: 39-44.
- Kahanovitz N. Percutaneous discectomy. *Clin Orthop* 1992; 284: 75-79.
- Kambin P. Arthroscopic microdiscectomy of the lumbar spine. *Clinics in sports medicine*, 1993. 12: 143-50.
- Konigs JG. Chymopapain Chemonucleolysis. *Acta Orthop Scand* 1993; 251(64): 27-29.
- Kraenzler EJ, Heam CJ. Anesthetic considerations for video-assisted thoracic surgery. *Seminars in thoracic & cardiovascular surgery* 1993; 5(4), 321-6.
- Landreneau RJ, Mack MJ, Hazelrigg SR et al. Video-assisted thoracic surgery: Basic technicals concepts and intercostal approach strategy. *Ann Thorac Surg* 1992, 54: 800-7.
- Landreneau RJ, Mack MJ, Keenan RJ, Hazelrigg SR, Dowling RD, Ferson PF. Strategic planning for video assisted thoracic surgery. *Ann Thorac Surg* 1991; 56(3): 615-9.
- Lavyne MH. Complications of percutaneous laser nucleolysis. *J Neurosurg* 1992; 76: 1041.
- Lee CK, Rauschnig W, Glenn W. Lateral lumbar spinal canal stenosis: classification, pathologic anatomy and surgical decompression. *Spine* 1988; 13(3): 313-20.
- Leu H, Hauser R, Schreiber A. Percutaneous lumbar spine fusion. *Acta Orthop Scand* 1993; 64 (251): 38-44.
- Lewis RJ, Sisler GE, Caccavale RJ. Imaged thoracic lobectomy. *Ann Thorac Surg* 1992; 54: 80-3.
- Linder A, Friedel G, Toomes H. Prerequisites, indications, and techniques of video-assisted thoracoscopic surgery. *Thoracic & cardiovascular Surgeon*, 1993; 41(3): 140-6.
- Liu HP, Lin PJ, Chang JP, Chang JH. Video-assisted thoracic surgery. Manipulation without trocar in 112 consecutive procedures. *Chest* 1993; 104(5): 1452-54.
- Lo Cicero J. Credentialing issues and complications of video assisted thoracic surgery. *Seminars in thoracic & cardiovascular surgery*, 1993; 5(4) 303-4.
- Mack MJ, Regan JJ, Bobechko WP, Acuff TE. Application of thoracoscopy for discases of the spine. *Ann Thorac Surg* 1993; 56(3): 736-8.
- Maiman DJ, Larson SJ, Luck E, Elghatit A. Lateral extracavitary approach to the spine for thoracic disc herniation: report of 23 cases. *Neurosurgery* 1984; 41: 178-82.
- Mayer HM, Müller G, Schwetlick G. Lasers in percutaneous disc surgery. *Acta Orthop Scand* 1993; 64(S251): 38-45.
- Melki J, Riviere J, Roullee N, Soury P, Testart J. Splanchnicectomie thoracique sous video-thoracoscopie. *Presse medicale-Paris* 1993; 22(23): 1095-7.
- Miller DL, Allen MS. St-up and present indications: video-assisted thoracic surgery. *Seminars in thoracic & cardiovascular surgery*, 1993; 5(4) 280-3.
- Mulder DS. Pain management principles and anesthesia techniques for thoracoscopy. *Ann Thorac Surg* 1993; 56(3): 630-2.

38. Obenchain T. Laparoscopic lumbar discectomy: case report. *Journal of laparoendoscopic surgery* 1991; 1: 145-49.
39. Onik G, Mooney V, Maroon J, Wiltse L et al. Automated percutaneous discectomy: a prospective multi-institutional study. *Neurosurgery* 1990; 26: 228-33.
40. Ooi Y, Satoh Y, Inoue K, Mikanagi K, Morisaki N. Myeloscopy, with special reference to blood flow changes in the cauda equina during Lasegue's test. *Int Orthop* 1981; 4: 30.
41. Ooi Y, Mita F, Satoh Y. Myeloscopic study of lumbar spinal canal stenosis, with special reference to intermittent claudication. *Spine* 1990; 15: 544-49.
42. Ooi Y, Satoh Y, Hirose Y, Mikanagi K, Morisaki N. Myeloscopy. *Acta Orthop Belgica* 1978; 44: 881-94.
43. Parke WW. Anatomic relations of spinal nerve and its surrounding structures. *Seminars in Orthopaedics* 1991; 6: 2, 6-71.
44. Patsiaouras T, Bulstrode C, Cook P, Wilson D. Percutaneous nucleotomy. An anatomic study of the risks of root injury. *Spine* 1991; 16(1): 39-42.
45. Pool JL. Myeloscopy: Intratechal endoscopy. *Surgery* 1942; 11: 169-82.
46. Robertson DP, Simpson RK, Rose JE, Garza JS. Video-assisted endoscopic thoracic ganglionectomy. *Journal of Neurosurgery* 1993; 79(2): 238-40.
47. Rosenthal D, Rosenthal R, de Simone A. Removal of a protruded thoracic disc using microsurgical endoscopy. *Spine* 1994; 19(9): 1087-91.
48. Sakou T, Masuda A. Percutaneous discectomy for lumbar disc herniation. A preliminary report. *Clin Orthop* 1993; 286: 174-9.
49. Savitz MH. Same day microsurgical arthroscopic lateral approach laser assisted (SMALL) fluoroscopic discectomy. *J Neurosurg* 1994; 80: 1039-45.
50. Schaffer J, Kambin P. Percutaneous posterolateral lumbar discectomy and decompression with a 6.9 mm cannula. Analysis of operative failures and complications. *J Bone Joint Surg* 1991; 73(A): 822-31.
51. Shimoji K, Fujioka H, Onodera M, Hokari FS, Fujiwara N, Hatori T. Observation of spinal canal and cisternae with the newly developed small-diameter flexible fibrosopes. *Anesthesiology* 1991; 75: 341-44.
52. Smith G, Hirsch N, Ehrenwerth J. Placement of double-lumen double bronchial tubes. Correlation between clinical impressions and bronchoscopic findings. *Br J Anaesth* 1986; 58: 1317-20.
53. Smith L. Enzyme dissolution of the nucleus pulposus in humans. *JAMA* 1964; 70: 869-75.
54. Stein M, Elliott D, Glen J, Morava-Protzener I. Percutaneous facet joint fusion: preliminary experience. *Journal of vascular and interventional radiology* 1993; 4: 69-74.

Rev Mex Ortop Traum 2000; 14(1): Ene.-Feb: 117-122

Fusión lumbar y lumbosacra. Revisión de conceptos actuales

Dr. Martín Tejeda Barreras*

Instituto de Ortopedia, Artroscopía y Medicina del Deporte Hermosillo, Sonora.

El procedimiento de fusión lumbar y lumbosacra, inicialmente diseñado para control de infecciones y para poder prevenir la deformidad progresiva, ha ganado en la actualidad una atención más amplia, y el número de cirugías de este tipo que se han realizado para el tratamiento del dolor y el déficit neurológico ha ido en aumento explosivo. Deyo y cols.⁹ en 1992, en la reunión de la Sociedad Internacional para el Estudio de la Columna Lumbar (ISSLS), hablaron de un incremento de aproximadamente 20% en la tasa de cirugía de fusión de la Columna Vertebral Lumbar entre 1979 y 1987, en los Estados Unidos de Norteamérica, a pesar de la controversia acerca de las indicaciones quirúrgicas.

La Encuesta Nacional de Altas de Hospital mostró una tasa de complicaciones 2 veces más alta, y una tasa de mortalidad dos veces más alta que en otras cirugías de columna, sin relación a edad o co-morbilidad. Además, los resultados a corto plazo fueron peores para los pacientes sometidos a

fusión de la columna, que los pacientes sometidos a otro tipo de cirugías de columna.

La Historia de la fusión de la columna vertebral comienza realmente con Albee y Hibbs, quienes publicaron sus resultados en 1911.¹ Albee utilizaba un fragmento de tibia entre las apófisis espinosas, y Hibbs fracturaba parcialmente las apófisis espinosas y puenteaba las brechas.

Campbell,⁵ a mediados de los años veinte, ya tomaba tiras de la cresta iliaca y apisonaba el hueso a las puntas de las apófisis transversas de L5 para la fusión lumbosacra. Este fue un procedimiento olvidado hasta que Watkins²⁹ en 1953 publicó su primer artículo. El recomendaba el abordaje para las apófisis transversas desde una posición más lateral.

La fusión intercorpórea se encuentra asociada a los nombres de Burns⁴ (1933), Mercer²⁰ (1936), Harmon¹³ (1960), y Freebody¹⁰ (1971). Las ventajas y desventajas de la fusión intercorpórea y la fusión posterolateral ya han sido discutidas con mucha frecuencia.

La actitud hacia la fusión intercorpórea de muchos cirujanos ha sido influenciada por el artículo de Stauffer y Coventry²⁵ (1972), publicado en el *Journal of Bone and Joint Surgery*, encontrando estos autores que la fusión intercorpórea daba resultados obviamente peores que la fusión poste-

* Médico adscrito al Servicio de Ortopedia.

Dirección para correspondencia:
Dr. Martín Tejeda Barreras. Clínica de Columna, Instituto de Ortopedia, Artroscopía, y Medicina del Deporte Hermosillo, Sonora.

rolateral. La fusión intercorpórea tenía un 36% de buenos resultados, y un 20% de resultados regulares, con una tasa de pseudoartrosis de 44%. En comparación, la fusión posterolateral tenía un 60% de resultados buenos y 21% de resultados regulares, y solamente 20% de tasa de pseudoartrosis.

Los resultados recientes de fusión posterolateral sin fijación interna que han sido presentados en la reunión de la Sociedad Internacional para el Estudio de la Columna Lumbar en 1991, y la 5ª Conferencia Internacional sobre Fusión Lumbar en Osaka en 1991, mostraron resultados excelentes o buenos en 62% hasta 88%, con una tasa de fusión del 74% al 99% en diversas patologías. Estos resultados ya se conocían desde la década de los años sesenta y setenta.

La fusión posterolateral entró en una nueva era a partir de la introducción de los sistemas de fijación de los tornillos pediculares. Se debe recordar, sin embargo, que una fijación interna ya había sido utilizada por Wilson³¹ en los años treinta. El colocaba una placa a las apófisis espinosas. King,¹⁴ usaba tornillos a través de las facetas, en 1944. Roy-Camille²³ desde 1970, y Louis¹⁷ desde 1972, utilizaron la idea de tornillos pediculares y placas, y desde entonces, muchos sistemas de fijación de la columna lumbar han sido utilizados.

Se supone que a mayor estabilidad inicial lograda por la fijación del implante aumenta la formación de fusión ósea sólida. Esta opinión es compartida por muchos cirujanos, pero los resultados excelentes y buenos de la fusión instrumentada presentados en las reuniones mencionadas se lograron en el 69 al 90% de los pacientes, con una correspondiente tasa de fusión del 78 al 94%. Estos resultados no son muy diferentes de los logrados sin una instrumentación.

Sin embargo, estos son estudios principalmente retrospectivos, con datos incompletos, de manera que es imposible comparar los hallazgos pre y postoperatorios, y los resultados de los diferentes autores.

Además, uno tiene que recordar lo difícil que es valorar la consolidación de una fusión, especialmente en presencia de un implante largo. Zucherman y cols.³² en 1992, mostraron que existe una tasa de falsos positivos de pseudoartrosis de 12%, y una tasa de falsos negativos de 40%.

Existen pocos estudios comparativos que comparen la fusión con y sin instrumentación bajo las mismas condiciones. Zucherman y cols. no vieron ventajas con la fusión instrumentada en pacientes con inestabilidad y fusión de L4 a S1. Bernhardt y cols.² en el mismo año trataron pacientes con fusiones lumbares y lumbosacras, y tuvieron un cambio en la escala de dolor de 6 a 3.7 con instrumentación, y de 6 a 4.5 sin instrumentación y casi la misma tasa de pseudoartrosis. Por otra parte, Lorenz y cols.¹⁶ en 1991 compararon fusión sin instrumentación y fusión con placas de Steffee, y tuvieron una mayor mejora del dolor, y sin pseudoartrosis con la fusión con instrumentación.

Si los pre-requisitos para una fusión están dados, tales como un buen lecho óseo, y una buena potencia osteoconductora del material del injerto, los resultados de una fusión no instrumentada no parecen ser esencialmente peores. De

manera que a pesar de los buenos resultados en cuestión, ¿Cuáles son las ventajas de una fusión instrumentada en comparación con una fusión no instrumentada?

La instrumentación puede ciertamente incrementar la rigidez o la estabilidad primaria de los niveles de la columna para así teóricamente mejorar la tasa de fusión. Esto no deberá conducir a una aplicación no crítica de las instrumentaciones, puesto que muchos segmentos dolorosos no son inestables, pero primariamente muestran un incremento de rigidez.

¿Cuáles son las ventajas esenciales de la instrumentación?

1. Corrección de una deformidad si ésta es imposible por otros medios.

- Reducción de fracturas inestables y tumores por medio de extensión y lordosis.
- Corrección de una mala posición debida a inestabilidad degenerativa, por ejemplo, en inestabilidad rotacional, translacional, o listesis, que conducen a irritación de estructuras neurológicas.
- El ensanchamiento de un área seccional de una raíz y el conducto raquídeo mediante distracción y flexión en la estenosis del conducto y la compresión radicular.

2. Restricción de la fusión a un segmento cuando uno no quiere fusionar varios niveles.

3. Una mayor rigidez primaria, especialmente en inestabilidad amplia, con lo que se esperaría una mejor tasa de fusión.

Aunque presenta enormes ventajas, las desventajas de la instrumentación de la columna no se han tomado en consideración, de manera que las indicaciones no se han ampliado mucho.

Existen ciertas restricciones que resultan del implante mismo. Además del aflojamiento, la falla del implante, y la infección, la esclerosis por esfuerzo, o más correctamente, la osteoporosis relacionada con el implante, probablemente pueden ocurrir dentro de la vértebra en respuesta a la instrumentación rígida. Pero McAfee¹⁹ y cols. (1991), en un estudio histológico cuantitativo en un modelo canino, encontraron que las propiedades mecánicas completas de la vértebra que se somete a instrumentación de columna, no están en riesgo de fractura porque la masa de fusión incorporada incrementa la capacidad de carga y por lo tanto compensa la pérdida de densidad ósea volumétrica.

Uno tiene que recordar que la estabilidad mecánica de la fijación con tornillo pedicular depende por una parte de la fortaleza mecánica de la instrumentación misma, y por otra parte de la fortaleza de fijación entre hueso y tornillo. Existe una correlación lineal positiva entre la densidad del material óseo y la fuerza de extracción, (pull-out), de manera que la instrumentación no es necesariamente seguida por una estabilidad sólida bajo todas las condiciones, por ejemplo en la osteoporosis.

También se debe considerar que mientras más rígido sea el sistema, más temprano se desarrollará un aflojamiento poco tiempo después de la cirugía, especialmente en la vértebra con bajo contenido de calcio.

Además, la morbilidad se encuentra esencialmente incrementada con la fijación interna de la columna vertebral. Aunque este procedimiento es técnicamente exigente y la tasa de complicación es alta, uno no debe estar de acuerdo con Whitecloud,³⁰ (1989) quien encontró una tasa total de complicaciones del 46% durante los procedimientos quirúrgicos, ya que en la actualidad esta tasa de complicación no parece ser esencialmente demasiado alta.

A pesar de la curva de aprendizaje, siempre surgirán dificultades y complicaciones unidas principalmente al procedimiento de instrumentación como por ejemplo, la ruptura de un pedículo o la colocación errónea de un tornillo, con el consiguiente déficit neurológico-radicular. Davne y Myers⁶ (1992) tuvieron dificultades con la colocación del tornillo en un 8% de los casos, mientras que otros autores reportaron una tasa aún más alta. También la perforación de la cortical anterior del cuerpo vertebral o el sacro puede causar una lesión grave a los vasos anteriores.

Las ventajas y desventajas tienen que ser balanceadas, si en el caso de una fusión surge la cuestión específica de una fijación interna de la columna. Generalmente, uno tiene que proceder en la presunción de que esencialmente los mejores resultados no son debidos a procedimientos más sofisticados, como por ejemplo, la instrumentación, sino que casi sin excepción son debidos a la correcta indicación quirúrgica. Una buena técnica quirúrgica, el uso de autoinjerto, son por supuesto importantes, pero, como siempre en Medicina, la indicación —con o sin instrumentación— es la clave del éxito para los buenos resultados en las fusiones. Una indicación puede ser la correcta, si el tipo de enfermedad y la especificidad del procedimiento son correspondientes, y si la severidad de la enfermedad no excede los límites del tratamiento, lo que significa si la fusión o la instrumentación pueden controlar las causas de la enfermedad.²⁴

Existen generalmente 3 clases de enfermedades que indican el procedimiento de fusión:

- Inestabilidad y dolor con daño neurológico existente o inminente
- Estabilidad dolorosa debida a osteoartritis
- Mala alineación y dolor con daño neurológico existente o inminente

Los parámetros de dolor, inestabilidad, y mala alineación son de importancia diferente en fracturas, tumores, y enfermedades degenerativas, y la inestabilidad en los tumores y fracturas con o sin daño neurológico. De manera que, primero que nada, tenemos que tratar con el dolor, las malas alineaciones, y la inestabilidad, así como su importancia para el daño neurológico.

Además de lo anterior, hay otras cosas de importancia en las indicaciones de fusión. Una indicación no debe ser hecha con base de una morfología normalmente no vista (¿patológica?), o una conducta dinámica de la columna. Por ejemplo, una fusión no debe ser hecha en caso de movimiento anormal de un segmento de la columna hasta que la llamemos inesta-

bilidad o en el caso de una mala alineación de 2 vértebras, sino únicamente si estas anomalías morfológicas y dinámicas se correlacionan con las quejas y dolencias del paciente.²⁶

Por otra parte, es difícil medir el dolor y la incapacidad. Como sabemos, el dolor tiene que ser visto como un evento multifactorial y es una combinación de personalidad, ganancia psicosocial primaria y secundaria, neuroquímica individual y social, factores económicos y familiares, influencias étnicas y experiencias previas, de manera que, con mucha frecuencia, el dolor no puede ser eliminado por un procedimiento somático.⁸

La inestabilidad y la mala alineación son la principal indicación para la fusión instrumentada en caso de dolor intratable. Pero la cuestión es si los hallazgos en las radiografías representan una inestabilidad, y si esta inestabilidad es también responsable de las molestias del paciente. Sabemos que es difícil diferenciar entre los límites de desplazamiento normal y el patológico en un segmento de movimiento. Por ejemplo, la degeneración y la mala alineación (espondilolistesis) en el segmento L4/L5 no es una indicación para fusión. Uno tiene por lo tanto que traspasar el término “Inestabilidad” a la clínica.

Inestabilidad significa una pérdida de rigidez en una unidad funcional de la columna, de manera que los movimientos y las fuerzas normalmente toleradas pueden conducir a un desplazamiento anormal o deformidades que pueden ocasionar dolor o daño neurológico o radicular.

Con respecto a las fracturas y tumores, uno dispone de conceptos suficientemente definidos de inestabilidad, de manera que no es difícil encontrar una indicación para fusión. Pero la dificultad se encuentra sobre todo en las enfermedades degenerativas para poder resolver el problema clínico de la inestabilidad.

Indicaciones en fracturas. Una indicación en fracturas está establecida por el concepto de las 3 columnas de Denis⁷ (1983), y McAfee y cols.¹⁹ y sus modificaciones,¹⁸ así como por la clasificación de inestabilidad:

1. Mecánica (ej. fractura por compresión severa)
2. Neurológica (ej. fractura por estallamiento)
3. Mecánica y neurológica (ej. fractura-luxación)

Pero aquí también los límites entre estabilidad e inestabilidad son parcialmente nebulosos, si uno recuerda las fracturas primariamente estables en la unión toracolumbar, las fracturas torácicas llamadas estables-inestables-descritas por Nash y cols.²¹ (1977), así como las fracturas por machacamiento, reportadas por Lindahl y cols.¹⁵ en 1983.

Indicaciones en tumores. Ya en los tumores, la indicación para la fusión es mucho más difícil y menos obvia. La indicación para la estabilización está determinada por la inestabilidad y la deformidad, paresia, y dolor.

La agresividad y la dirección del crecimiento de un tumor y la destrucción consecuente es importante. No existe una indicación para los tumores en etapa B1. La indicación de estabilización es opcional en los tumores en etapa B2, y se encuentra establecida en forma definida en los tumores en etapa B3.

La indicación también depende de la localización en un segmento de la columna, ya que la deformidad es debida a fuerzas en la columna, lo que significa que la inestabilidad resultante es condicional en el hecho de que si la lesión afectada se encuentra en una región lordótica o xifótica.

Si el dolor es inducido por inestabilidad, hay indicación para la estabilización, pero no si el tumor es debido a irritación por el crecimiento del tumor. En este caso, la radioterapia produce buenos resultados si el tumor es radiosensible. El dolor inducido mecánicamente y la parálisis son tratados en una mejor manera mediante resección y fusión. Aun en fusiones a varios niveles, los pacientes pueden resistir los esfuerzos.

La indicación es muy variable, pero problemas más difíciles surgen en las enfermedades degenerativas, donde la fusión tiene que ser discutida.

Indicaciones en enfermedades degenerativas. La cuestión es como seleccionar un paciente con enfermedad degenerativa para fusión y qué posibilidades diagnósticas se encuentran disponibles para definir el segmento o los segmentos afectados. Es importante identificar el segmento que probablemente causa el dolor. Sin conocer esto o los segmentos causales, es posible hacer un tratamiento conservador, pero no uno quirúrgico.

¿Existen hallazgos clínicos o procedimientos de imagenología que ayuden en la indicación de fusión? No hay un patrón especial de dolor que pueda estar relacionado con signos radiográficos de inestabilidad. Además, no hay hallazgos clínicos específicos que permitan una indicación para realizar una fusión.³

Las radiografías simples no son de utilidad en la indicación, ya que la mayoría de la gente de más de 40 años tienen evidencia de procesos degenerativos. La altura del disco, los osteófitos de tracción, o la mala alineación no se correlacionan con los síntomas. Las radiografías dinámicas se toman para probar inestabilidad, pero su valor es muy cuestionable. Aun si uno observa una luxación en las radiografías dinámicas, se tiene que discutir su importancia clínica, y la responsabilidad real de las molestias del paciente.

Se sabe que aproximadamente el 20% de los pacientes sintomáticos tienen una luxación a nivel de L4/L5 de 4 mm o más, y aproximadamente el 10% de más de 3 mm en otros niveles. Además, uno se tiene que preguntar si es posible identificar todos los tipos de inestabilidad mediante procedimientos radiográficos y morfológicos, como por ejemplo, los movimientos cualitativamente anormales, o traslacionales y rotacionales incorrectos, pero que uno puede probar en experimentos, y no siempre tienen un equivalente *in vivo*.²⁷

La resonancia magnética es un método sensible para identificar enfermedades de disco degenerativo. Pero Paajanen y cols.²² en 1989 encontraron que un 35% de voluntarios asintomáticos tenían degeneración discal importante. Otros piensan que la degeneración es un proceso normal de la edad, pero no una enfermedad.

Es cuestionable si uno puede identificar un segmento doloroso mediante la reproducción del dolor o bloqueos anestésicos. Los exámenes de reproducción de dolor revelan

que la reproducción exacta del dolor surge con más frecuencia mientras más degenerado está el disco, pero no siempre, y los segmentos sanos ocasionalmente responden con dolor.

Pero la cuestión es si uno puede llegar a la conclusión de si aquellos discos degenerados que producen dolor también son responsables de lumbalgia. También hay correlación entre inestabilidad y la reproducción del dolor por la prueba de inyección al disco. Esto significa que la inestabilidad no es generalmente la razón de las molestias del paciente.

El establecer que solo una parte de los segmentos inestables y degenerados causa una reacción típica de dolor podría ser una suposición de que sólo algunos discos o algunos de los segmentos inestables pueden ser la causa, pero no se sabe con certeza.

Se sabe que el éxito de una intervención quirúrgica se correlaciona con la concordancia de los síntomas clínicos, los hallazgos del examen físico y ciertos cambios en los procedimientos de imagenología, pero ni las radiografías dinámicas u otros procedimientos radiográficos, ni el dolor o las pruebas de dolor en forma aislada dan por resultado una indicación quirúrgica.

Debido a la experiencia, se apoya más un concepto basado en la deformidad e inestabilidad, a pesar de todas las objeciones contra la prueba radiográfica.

El punto esencial de esta concepción es la correlación del dolor a un cierto segmento, lo que significa que concierne a la localización específica del dolor. Por esta razón, diferenciamos entre inestabilidad con deformidad (espondilolistesis) e inestabilidad sin deformidad (espondilolistasia).

La inestabilidad con deformidad significa una luxación de un cuerpo vertebral en el plano x, y, o z, lo cual es obvio en radiografías estáticas, y prueban inestabilidad en las radiografías dinámicas.

En contraste, la inestabilidad sin deformidad primaria en radiografías estáticas no representa una luxación pero presenta inestabilidad en las radiografías dinámicas.

Estas consideraciones están basadas en el hecho de que una deformidad probada radiográficamente debe ser considerada como una indicación, tan pronto como se acompañe de ciertos síntomas, especialmente daño neurológico. Esto conduce nuevamente a la definición antes mencionada de inestabilidad.

En cuanto a la definición de deformidades por inestabilidad, uno sospecha un daño de estructuras neurológicas, raíces nerviosas, o de cauda equina, a menos que ya haya ocurrido. En la espondilolistesis, el movimiento segmentario anormal adicional o la inestabilidad, conducen a un atrapamiento dinámico de una raíz nerviosa a través de movimientos anormales simples o acoplados. Lo mismo podría ocurrir naturalmente en la fase de estabilidad como un atrapamiento estático de una raíz nerviosa. El déficit neurológico es un signo indicativo y confirma la especificidad del nivel, de manera que no se necesitan pruebas adicionales. Estos procedimientos están apoyados si los osteófitos hipertróficos de las articulaciones artrósicas y la protusión discal son debidas a inestabilidad.

Uno de los mecanismos más frecuentes de compromiso de nervio radicular surge cuando una vértebra deslizada o mal alineada toca la raíz nerviosa mediante movimientos anormales. Por lo tanto, la fusión se recomienda en inestabilidades con deformidad. La fusión no sólo ayuda a retirar el dolor lumbar, sino que remueve o previene daños neurológicos existentes o futuros.

En el caso de daño neurológico, uno debe reducir y/o descomprimir además de fusionar, como por ejemplo en caso de deformidad por espondilolistesis.

Para concluir, la indicación para cirugía resulta de luxación e inestabilidad y los hallazgos neurológicos positivos que sirven como síntomas indicadores y determinan el nivel a fusionar. No es necesario realizar otras pruebas para localizar la causa del dolor, puesto que en este caso la deformidad inestable se encuentra claramente definida.

Los elementos neurológicos no siempre se encuentran afectados en la inestabilidad sin deformidades primarias, de manera que el daño neurológico no puede ser el síntoma directo para la determinación del nivel de lesión. A pesar del estrechamiento considerable de los discos, un atrapamiento llamado dinámico es improbable en este caso, aun en caso de inestabilidad, si no está presente una hipertrofia articular u osteófitos.

Sólo si después de fracaso del tratamiento conservador y terapia física, se pruebe que el nivel inestable sea la razón del dolor referido, puede haber una indicación de cirugía. Esto podría ser probado por las formas antes mencionadas de reproducción del dolor, inyecciones al disco, o pruebas de retiro del dolor, como por ejemplo, en las infiltraciones facetarias.

Por otra parte, existe una serie de inestabilidades: translacional, rotacional, y retrolistesis, con y sin deformidades, aisladas y en combinación. Algunos casos especiales de inestabilidad exigen ser considerados en una manera muy especial.

La deformidad de retrolistesis con frecuencia surge sin lumbalgia. Esta deformidad se encuentra bien definida. Es raramente inestable. Un atrapamiento radicular es difícilmente posible, ya que el foramen da suficiente espacio a pesar de la luxación. El paciente con frecuencia sólo anuncia lumbalgia o dolor referido. Por lo tanto, la indicación de fusión debe ser considerada como relativa.

En la deformidad por inestabilidad translacional sin rotación, un atrapamiento radicular es difícilmente esperado. Los pacientes con frecuencia sufren de dolor irradiado a la pierna, y por lo tanto, la indicación de fusión también tiene que ser considerada como relativa.¹²

La deformidad postdiscectomía con inestabilidad está sujeta a los mismos aspectos. Si uno encuentra un deslizamiento en el segmento afectado (operado), no es consecuentemente debido a cirugía del disco, sino a una **inestabilidad preoperatoria no identificada. De acuerdo con algunos autores, aproximadamente un 20% de las cirugías de disco a nivel de L4/L5 son pre y postoperatoriamente inestables, aunque la mayoría asintomáticos.**¹¹

Como éstas no son deformidades con estabilidad de acuerdo a la definición, la causa del dolor tiene que ser probada mediante exámenes y el segmento adyacente tiene que ser revisado muy cuidadosamente después de cirugía de disco, en caso de que surja algún dolor.

El síndrome de espalda fallida (failed back syndrom) es muy impreciso. Las causas de dolor no aliviado o reforzado es debido a una indicación errónea, inestabilidad pre o postoperatoria y/o fibrosis perineural, o aracnoiditis. Una indicación de fusión está dada únicamente si la inestabilidad debe ser considerada como la causa de las molestias. En este caso, uno puede usar la fijación externa de columna, así como pruebas de reproducibilidad del dolor. Como los resultados de una cirugía de revisión para técnicas posteriores convencionales tiene aproximadamente un 45% de tasa de éxitos (Waddell y cols. 1979),²⁸ se recomienda una fusión combinada anterior y posterior.

En contraste, las deformidades con inestabilidad translacional-rotacional, o la espondilolistesis degenerativa representan una indicación para la estabilización si se acompañan de daño neurológico.

La deformidad polisegmentaria translacional-rotacional o la escoliosis degenerativa está básicamente sujeta a los mismos aspectos. En la mayoría de los casos, los síntomas de estenosis ocurren de manera que la claudicación y el atrapamiento tienen que ser eliminados mediante descompresión. En este tipo de patología, cuando se realizan laminectomías descompresivas, se ha visto que no existe una correlación definida entre descompresión, listesis, inestabilidad, y lumbalgia, de manera que la fusión no está indicada, y aun en caso de laminectomía amplia con sólo mantenimiento parcial de las articulaciones, una inestabilidad postoperatoria no sería de esperar, de manera que una laminectomía amplia en estos pacientes no es una indicación de fusión.

Se recomienda que sólo la escoliosis degenerativa no balanceada de más de 30 grados e inestabilidades evidentes preoperatorias deben ser corregidas y fusionadas, además de la descompresión. En caso de mala alineación con atrapamiento radicular que no puede ser removido, o si una amplia descompresión con facetectomía es necesaria, una corrección (distracción y desrotación) de la deformidad para abrir el foramen y/o fusión con instrumentación debe ser realizada.

La fusión sirve para aliviar dolor con el objetivo de quitar o prevenir dolor y daño neurológico. La inestabilidad dolorosa tiene que ser probada y cuidadosamente revisada respecto a la fusión.

Esto concierne sobre todo a la fusión instrumentada. Una inestabilidad con deformidad se acompaña de déficit neurológico existente o inminente, y lo mismo aplica a la mala alineación si se combina con inestabilidad. En estos casos existe una clara indicación de fusión.

Menos definida es la indicación de fusión en el caso de inestabilidad sin deformidad. Pero uno debe recordar que no sólo las inestabilidades son indicación de fusión, sino también las estabilidades de una unidad segmentaria si el dolor puede ser relacionado con este segmento específico.

La fusión instrumentada debe ser realizada si surgen grandes inestabilidades, si hay que corregir deformidades, o si se tienen que realizar fusiones muy largas.

Por último, al realizar el procedimiento de fusión y valorar los resultados, se deben tener en cuenta dos aspectos básicos:

1. Resultado técnico: ¿El cirujano ha logrado lo que se proponía realizar?

2. Resultado clínico: ¿El paciente se ha beneficiado con el procedimiento?

Bibliografía

- Albee FH. Transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott's disease. A preliminary report. *JAMA* 1911; 42: 855.
- Bernhardt M, Swartz DE, Clothiaux PL, Crowell RR, White, AA. III: Posterolateral lumbar and lumbosacral fusion with and without pedicle screw internal fixation. *Clin Orthop* 1992; 284: 109.
- Biering-Sorensen F, Hansen FR, Schroll M, Runeborg O. The relation of spinal X ray to low back pain and physical activity among 60 year old men and women. *Spine* 1985; 10: 445.
- Burns BH. An operation for spondylolisthesis. *Lancet* 1933; 1: 1233.
- Campbell WC. An operation for extra-articular fusion of sacroiliac joint. *Surg Gynecol Obstet* 1927; 45: 218.
- Davne SH, Myers DC. Complications of lumbar spine fusion with transpedicular instrumentation. *Spine* 1992; 17: 184.
- Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8: 817.
- Deyo RA, Diehl AK. Psychosocial predictors of disability in patient with low back pain. *J Rheumatol* 1988; 15: 1557.
- Deyo RA, Cherkin D, Loeler J, Bigos S, Ciol M. Lumbar spine fusion: geographic variations, costs and consequences. Abstract. ISSLS. Chicago 1992.
- Goel VK, Goyal S, Clark C, Nishiyama K, Nye T. Kinematics of the whole lumbar spine. *Spine* 1985; 10: 543.
- Goel VK, Nishiyama K, Weinstein JN, Lin YK. Mechanical properties of lumbar spinal motion segments as affected by partial disc removal. *Spine* 1986; 11: 1008.
- Goel VK, Lim TH, Gilbertson LC et al. Clinically relevant finite element models of a ligamentous lumbar motion segment. *Spine* 1993; 5: 29.
- Harmon PD. Anterior extraperitoneal lumbar disc excision and vertebral body fusion. *Clin Orthop* 1960; 18: 19.
- King D. Internal fixation for lumbo-sacral fusion. *An J Surg* 1994; 66: 357.
- Lindahl S, Willen J, Nordwall A, Istam L. The crush cleavage fracture. A new thoracolumbar unstable fracture. *Spine* 1983; 8: 559.
- Lorenz M, Zindrick M, Schwaegler P, Vrboš L, Collatz MA. A comparison of single-level fusions with and without harwarw. *Spine* 1991; 16: 455.
- Louis R. Fusion of the lumbar and sacral spines by internal fixation with screw plates. *Clin Orthop* 1986; 203: 18.
- Lubicky JP. The value of computer tomography in thoracolumbar fractures. *J Bone Joint Surg* 1983; 65(A): 461.
- McAfee P, Farey ID, Sutterlin CE, Gurr KR, Warden KE. The effect of spinal implant rigidity on vertebral bone density. A canine model. *Spine* 1991; 16: 190.
- Mercer W. Spondylolisthesis. *Educ Med J* 1936; 43: 545.
- Nash CL, Schatzinger LH, Brown RH, Brodkey J. The unstable thoracic compression fracture. *Spine* 1977; 2: 261.
- Paajanen H, Erkinzato M, Kunsela T, Dahlstrom S, Korman M. Magnetic resonance study of disc degeneration in young low back pain patients. *Spine* 1989; 14: 982.
- Roy-Camille R. Osteosynthese du rachis dorsal lombaire et lombo-sacre par plaques metalliques vissees dans les pedicules vertebraux et les apophyses articulaires. *Pres Med* 1970; 78: 1447.
- Stauffer RN, Coventry MB. Anterior interbody lumbar spinal fusion. *J Bone Joint Surg* 1972; 5(A): 756.
- Stauffer RN. Posterolateral lumbar spine fusion. Analysis of Mayo Clinic Series. *J Bone Joint Surg* 1972; 54: 1195.
- Stokes IAF, Wilder DG, Frymoyer JW, Pope MH. Assessment of patients with low back pain by biplanar radiographic measurement of intervertebral motion. *Spine* 1982; 6: 233.
- Tibrenal SB, Percy MJ, Porteck I, Spivey J. A prospective study of lumbar spinal movements before and after discectomy. *Spine* 1985; 7: 225.
- Waddel F. Lumbar spine fusion anterior and posteriorly in patients with prior surgery. *Clin Orthop* 1979; 224: 89.
- Watkins S. Posterolateral lumbosacral fusion. *An Surg* 1953; 134: 98.
- White-Cloud R, Percy LM. Complications rate in lumbosacral fusion procedures. *Spine* 1989; 13: 799.
- Wilson C, McBride R, Jones A. Lumbar interbody fusion by plates on spinous processes. *An Surg* 1938; 35: 114.
- Zucherman J, Hsu K, Picetti G, White A, Wynno G, Taylor L. Clinical efficacy of spinal instrumentation in lumbar degenerative disc disease. *Spine* 1992; 17: 834.

