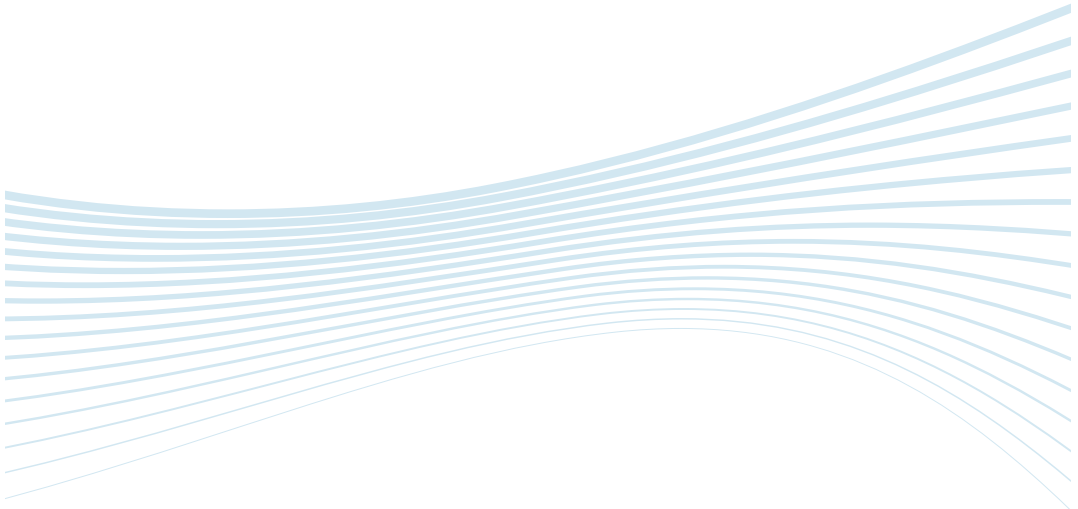


Programa de Formación Continua AOSpine

Patología Degenerativa

# Reemplazo de disco lumbar

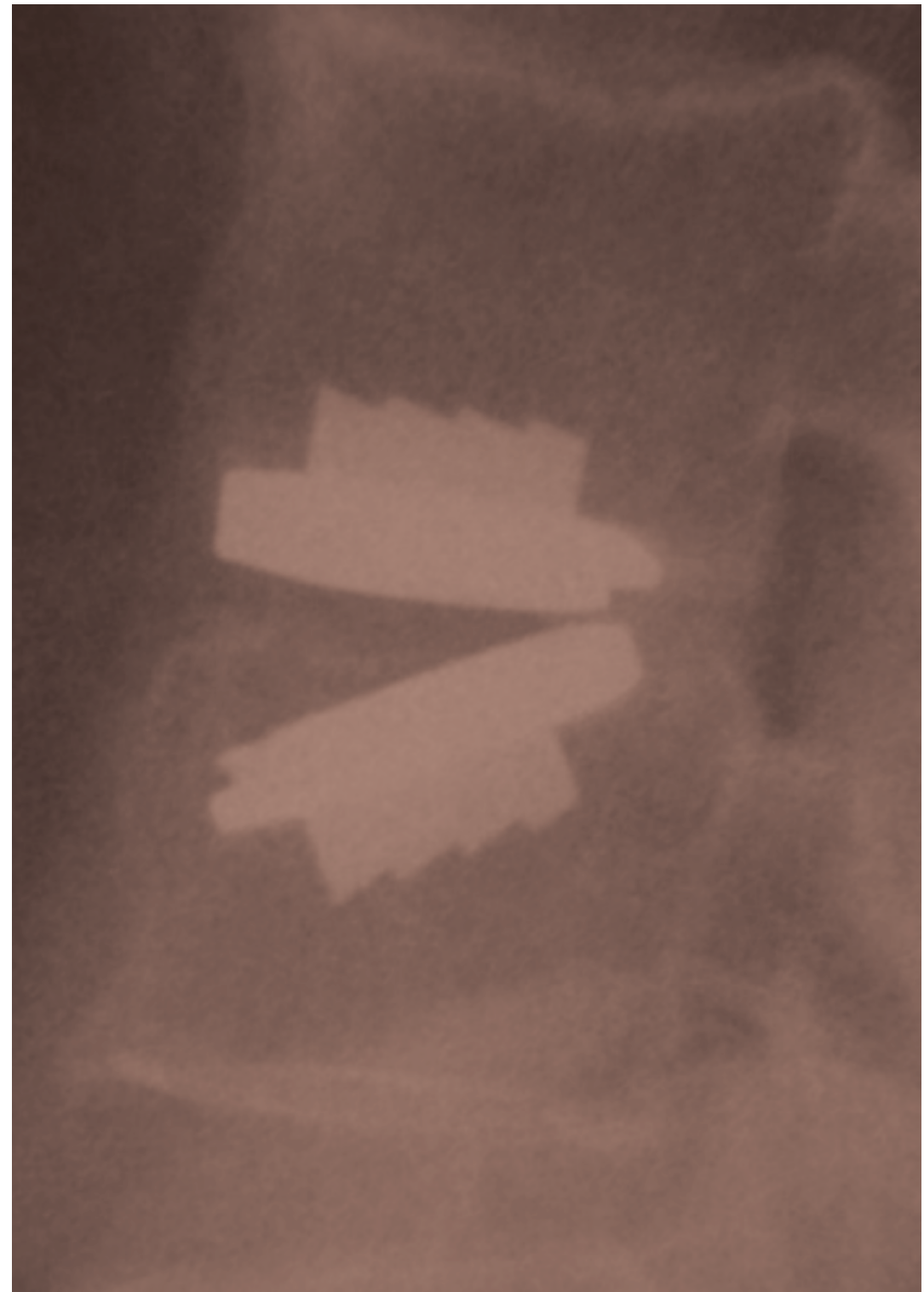


**Autor**

Dr. Pablo Vela De los Ríos

**Editor**

Dr. Néstor Fiore



# Reemplazo de disco lumbar

**Autor**

Dr. Pablo Vela De los Ríos

**Editor**

Dr. Néstor Fiore



## OBJETIVOS

- ▶ Describir los aspectos biomecánicos del reemplazo de disco lumbar.
- ▶ Definir las indicaciones actuales.
- ▶ Reconocer detalles de la técnica quirúrgica.
- ▶ Identificar las posibles complicaciones.



# ÍNDICE

1. Introducción .....	04
Conceptos generales .....	04
2. Biomecánica.....	05
3. Indicaciones y contraindicaciones.....	06
4. Tratamiento quirúrgico .....	07
Técnica quirúrgica .....	07
Posición operatoria .....	07
Abordaje .....	08
Colocación del implante .....	08
Complicaciones.....	09
5. Resultados actuales.....	11
6. Síntesis .....	13
Bibliografía.....	14



# 1. INTRODUCCIÓN

## Conceptos generales

El motivo de consulta más frecuente en la práctica diaria de los cirujanos de columna (Blumenthal et al., 2005b) es el dolor lumbar, y de este gran grupo de pacientes se desprenden aquellos a quienes se les diagnostica dolor discógeno secundario a discopatía degenerativa lumbar (DDD, por sus siglas en inglés).

Se calcula que entre el 1% y el 4% de los pacientes con dolor lumbar pueden, en algún momento, ser candidatos a un procedimiento quirúrgico (Blumenthal et al., 2005b; Mirza, 2005) cuando han fracasado todas las medidas conservadoras para mitigar el síntoma.

Actualmente, con los medios diagnósticos disponibles, como la tomografía computada (TC), la resonancia magnética (RM), los bloqueos diagnósticos y la discografía, es posible, en este pequeño número de pacientes, determinar si se trata de un paciente con dolor de origen discógeno (Delamarter, Fribourg, Kanim y Bae, 2003).

De manera similar, en las últimas dos décadas, las opciones quirúrgicas para tratar este problema han sido muy diversas, con buenos resultados en cuanto al éxito del procedimiento que van de un 60% a un 90%. Las siguientes técnicas quirúrgicas tienen una amplia acogida en la literatura, con pros y contras para cada una de ellas (Bertagnoli y Kumar, 2002; Mayer, Wiechert, Korge y Qose, 2002; Mirza, 2005; Tropiano, Huang, Girardi y Marnay, 2003):

- discectomía,
- termocoagulación intradiscal (IDET),
- fusión por abordaje posterolateral con síntesis transpedicular,
- fusión intercorporal lumbar posterior (PLIF),
- fusión intercorporal transforaminal (TLIF),
- fusión intercorporal lateral (XLIF o DLIF),
- fusión intercorporal lumbar anterior aislada sin fusión posterior (ALIF *stand-alone*),
- fusión intercorporal lumbar anterior (ALIF) más fusión posterior.

Desafortunadamente, el hecho de fusionar uno o más segmentos implica sacrificar el movimiento y además sobrecargar los adyacentes. Esto podría acelerar el proceso degenerativo, situación ampliamente reconocida en la literatura, de dos diferentes maneras: degeneración del segmento adyacente radiológica, cuando aparecen cambios en los segmentos móviles, pero sin implicación clínica, con tasas de incidencia de alrededor del 34%, o enfermedad del segmento adyacente, cuando los síntomas que manifiesta el paciente pueden ser atribuidos a este nuevo segmento comprometido, con tasas de incidencia en un promedio del 14% (Harrop et al., 2008).

El concepto de artroplastia discal fue descrito en 1966 por Fernström (Smith, Vaccaro, Yuan, Papadopoulos y Sasso, 2006), quien utilizó una bola de acero inoxidable como espaciador para restaurar la altura discal y preservar el movimiento, con resultados bastante desalentadores. Posteriormente, se han patentado más de 70 sistemas para preservar el movimiento del disco (Blondel, Tropiano, Gaudart, Huang y Marnay 2011; Delamarter et al., 2003; McAfee et al., 2005), sin embargo, solo unos pocos han logrado pasar la prueba del tiempo (Blondel et al., 2003).

En Europa, especialmente en Alemania y Francia (Jacobs et al., 2013), es donde más temprano se ha desarrollado el uso de las prótesis discales lumbares, comenzando su uso clínico a mediados de la década de 1980. Los implantes aprobados por la FDA son los siguientes (Delarmarter et al., 2003):

- **ProDisc (De Puy-Synthes):** Diseñado por Thierry Marnay en Francia (Harrop et al., 2008; McAfee et al., 2005).
- **Charité (De Puy):** Diseñado por Schellnack y Büttner-Janz en Alemania, en el hospital del mismo nombre (Blumenthal, Donna, Guyer y Hochschuler, 2003; Hallab, Link y McAfee, 2003).

Estos dispositivos, junto con el Maverick (Sofamor Danek), son los que se encuentran actualmente disponibles en el mercado latinoamericano.

En general, se considera la fusión quirúrgica de uno o varios segmentos comprometidos a como el procedimiento quirúrgico "gold standard" para la discopatía degenerativa lumbar (McAfee et al., 2005).





## 2. BIOMECÁNICA

En general, con este tipo de cirugía se aspira a alcanzar los siguientes objetivos:

- Corregir el movimiento anormal del segmento;
- Restaurar la altura del espacio discal, la lordosis y el eje de rotación del espacio intervertebral;
- Mantener, en el tiempo, el movimiento corregido del espacio intervertebral intervenido;
- Mejorar el dolor y que el paciente pueda retornar a su trabajo (I Geisler).

Si se logran estos objetivos, los segmentos adyacentes permanecerán estables, no estarán sujetos a cargas o movimientos anormales y, por lo tanto, se desacelerará o se protegerá el desarrollo de la enfermedad discal del segmento adyacente (Delamarter et al., 2003).

Las prótesis discales se han clasificado de acuerdo a su diseño y cinemática (Delamarter et al., 2003; Gornet, Burkus, Dryer y Pelosa, 2011):

### **Unconstrained**

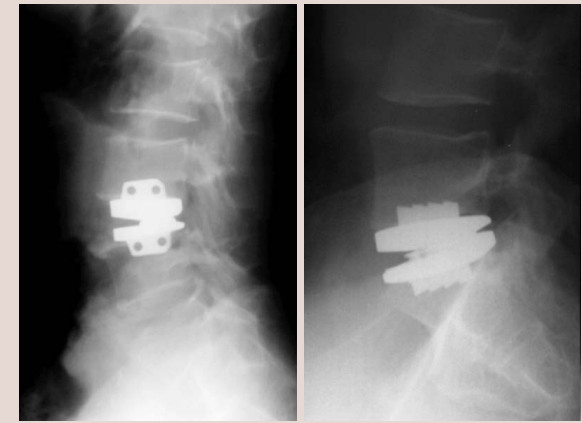
El núcleo de la prótesis no está adherido a ninguno de los platos y por lo tanto tiene mayor movilidad, como la Charité.



Modelo Charité

### **Semiconstrained**

El núcleo de la prótesis está fijo al plato inferior y se mueve en el superior, como la ProDisc y Maverick.



Modelos Maverick (A-Mav) y ProDisc II

Las ventajas clínicas que implica este concepto todavía no se conocen, puesto que no hay ningún estudio que compare en forma prospectiva los diferentes tipos de prótesis. Experimentalmente, se han evaluado las implicancias que podrían tener el diseño y uso de biomateriales de la prótesis (Geisler et al., 2004) y la repercusión biomecánica en la repartición de cargas entre los elementos posteriores y anteriores (Blumenthal et al., 2005b; Gornet et al., 2011).

La experiencia del autor de este material es mayor con el uso de ProDisc, y en menor número con la Charité y Maverick (A-Mav). No es posible dar alguna recomendación para preferir una u otra, sin embargo, es importante enfatizar que antes de realizar el procedimiento se debe recibir entrenamiento en el manejo de cada uno de los instrumentales.



### 3. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Para definir las indicaciones actuales, se deben considerar varios elementos (Bertagnoli y Kumar, 2002; Blumenthal et al., 2005a; Zdeblick, 2000):

- Edad entre 18-60 años.
- Historia del dolor lumbar predominante con o sin dolor radicular, de al menos nueve meses de evolución, que no haya mejorado con un adecuado manejo interdisciplinario no quirúrgico.
- Enfermedad discal degenerativa (DDD) documentada en radiografías simples, TC o RM.
- Alguno de los siguientes hallazgos en la RM:
  - cambios Modic (especialmente tipo I),
  - zonas de alta intensidad (HIZ) en el anillo fibroso,
  - pérdida de altura del disco,
  - signos de disminución de hidratación del disco.
- Articulaciones facetarias normales en el nivel comprometido (Gornet et al., 2011).
- Índice de Oswestry de al menos 30 y no mayor a 80.
- Escala análoga visual igual o mayor a 6.
- Uno o dos niveles sintomáticos, preferiblemente L4-L5, con menos frecuencia L5-S1 y, ocasionalmente, L3-L4.
- La discografía provocativa en los niveles sintomáticos se realiza cada vez con menos frecuencia (Gornet et al., 2011). Aunque al principio la literatura recomendaba que se considerara la discografía como un examen fundamental para seleccionar los casos, actualmente no se realiza con este criterio. Se prefiere, en algunos casos, realizar bloqueos facetarios o en la articulación sacroilíaca para descartar dolor lumbar no discógeno (Siepe, Mayer, Heinz-Leisenheimer y Korge, 2007).

Se pueden considerar como contraindicaciones las siguientes situaciones:

- Pacientes con dolor radicular predominante, con signos de irritación radicular.
- Diagnóstico inicial primario de una enfermedad espinal diferente a enfermedad discal degenerativa en el nivel comprometido.
- Antecedente de cirugía de fusión lumbar posterior en el nivel comprometido.
- Antecedente de cirugía lumbar previa con morbilidad importante (discectomía abierta, laminotomía/laminectomía). Se excluyen microdiscectomía microscópica o endoscópica.
- Antecedente de cirugía por vía anterior lumbar en el nivel comprometido.
- Patología severa de las articulaciones facetarias del nivel comprometido (Gornet et al., 2011).
- Compromiso o insuficiencia de elementos posteriores.
- Espondilolistesis, estenosis espinal o escoliosis en el nivel comprometido.
- Osteoporosis (la osteodensitometría debe ser realizada en pacientes de alto riesgo).
- Enfermedades infecciosas activas, cáncer o enfermedades autoinmunes u otras que puedan dificultar la evaluación y seguimientos clínicos.
- Enfermedades endocrinas o metabólicas que afecten la osteogénesis.
- Enfermedad mental.
- Signos Waddell que sugieren origen no orgánico de la enfermedad: tres signos o más (Gornet et al., 2011).
- Índice de masa corporal (BMI) mayor a 30.



## 4. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Es de gran importancia reconocer en la RM, en forma muy clara, la distribución de los vasos en el retroperitoneo, es decir, saber dónde se bifurcan la aorta y la cava, siguiendo en los cortes axiales estas estructuras. De esta forma, se obtiene una muy buena información. Algunos autores, sin embargo, recomiendan realizar angioTC en forma rutinaria (Huang, Girardi, Cammisa y Wright, 2003).

El autor de este material y su equipo, después de un importante número de abordajes para realizar ALIF y prótesis discal, realizan el abordaje sin participación del cirujano vascular o general, pero siempre se lo consulta para que asista en cualquier complicación o dificultad.



Se recomienda, para quienes no tengan suficiente experiencia, planear la cirugía con un cirujano general o vascular.

### Técnica quirúrgica

#### Posición operatoria

El paciente debe ubicarse en una mesa radiolúcida ya sea con las piernas abiertas para operar entre ellas o con las extremidades juntas, ubicándose el cirujano del lado izquierdo del enfermo en los casos de abordaje del espacio L4-L5 o en dos niveles y del lado derecho en los casos de abordaje del espacio L5-S1. Para el autor, es preferible realizar la cirugía con los miembros inferiores del paciente juntos.



Posición tradicional del paciente con hiperextensión en la región lumbar y con las piernas abiertas. El cirujano se ubica entre los miembros inferiores del paciente.



Paciente en posición neutra y con las extremidades juntas. El cirujano se ubica al lado derecho para abordar L5-S1 y en el izquierdo para las otras situaciones.

Posición operatoria

## Abordaje

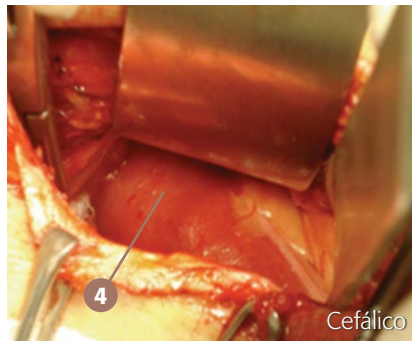
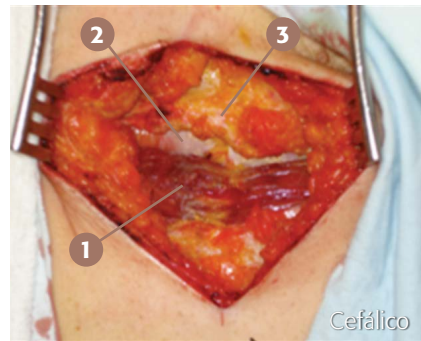
La columna es abordada a través de una incisión transversa de 4 a 8 cm; paramediana izquierda cuando es solo un nivel, y oblicua o vertical cuando se trata de dos niveles (Mayer et al., 2002).

Se incide la fascia del músculo recto abdominal en forma vertical y se rechaza el músculo en sentido lateral. Luego, se abre la fascia transversalis y se separa del peritoneo medialmente con la ayuda de torundas, identificando el psoas mayor. El uréter y los vasos retroperitoneales se rechazan medialmente.

Cuando se trata del espacio L5-S1, se separan los vasos en medio de la bifurcación, siempre ligando la arteria y las venas sacras medias. En los espacios L4-L5 y L3-L4, se ligan los vasos segmentarios y la vena iliolumbar, y se separan los grandes vasos hacia el lado derecho.

Es preferible utilizar los separadores de Hohmann, fijados a un separador tipo Synframe o Thompson: dos en el lado contralateral al abordaje y un ipsilateral al abordaje en la vértebra superior. Esto permite la exposición de todo el disco en su aspecto anterior.

Siempre se debe corroborar el nivel con intensificador de imágenes y la línea media, que es un punto clave para la ubicación final de la prótesis.



1. Músculo recto abdominal
2. Fascia transversalis
3. Aponeurosis superficial
4. Psoas mayor
5. Disco
6. Separadores de Hohmann
7. Disco L4-L5

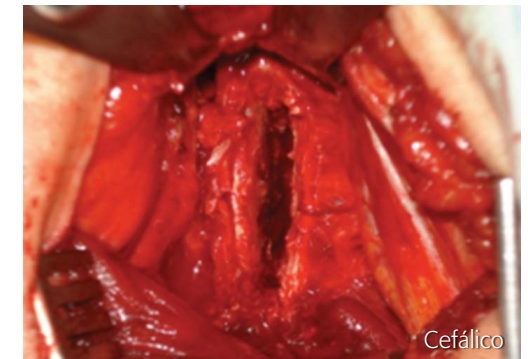
Abordaje del lado izquierdo para el disco L4-L5

## Colocación del implante

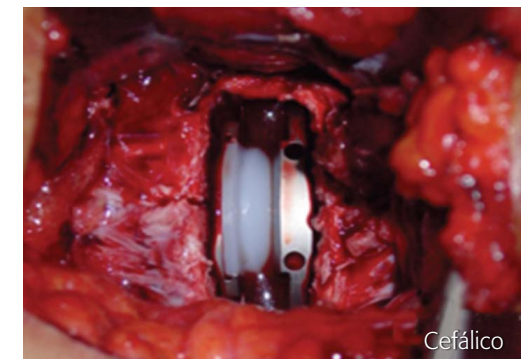
A continuación, se realiza la discectomía en la parte posterior, que debe ser lo más amplia posible, hasta liberar el ligamento vertebral común posterior, de tal forma que el espacio discal pueda ser abierto.

Se debe remover la parte cartilaginosa de los platillos terminales, pero no dañar la parte ósea porque predispone a la subsidencia de la prótesis.

Finalmente, se ubica la prótesis elegida para cada paciente, teniendo en cuenta el tamaño y las angulaciones disponibles.



Se observa el espacio una vez completada la discectomía.



Se observa la prótesis ubicada en su sitio.

Reemplazo discal L4-L5



## Complicaciones

Según el informe del autor (Vela y Cadavid, 2006), en una muestra de 15 pacientes operados, se ha presentado alguna complicación (menor o mayor) en siete pacientes (47%): cinco relacionadas con el abordaje y dos relacionadas con el implante:

- Íleo posoperatorio en un paciente con resolución espontánea, a las 72 horas como máximo.
- Infección superficial de la herida quirúrgica en un caso que se trató con ciclo de antibióticos ambulatorio.

- Un caso de ruptura de la vena ilíaca primitiva izquierda, que se reparó y requirió manejo profiláctico para trombosis profunda en el posoperatorio y se resolvió sin secuelas.
- Dos pacientes con compromiso del simpático en quienes desapareció la sensación de calor a los 2 y 4 meses respectivamente.
- Dos pacientes con complicaciones mecánicas relacionadas con la prótesis.

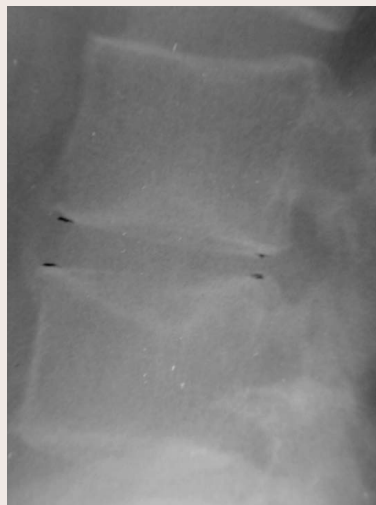


### EJEMPLO

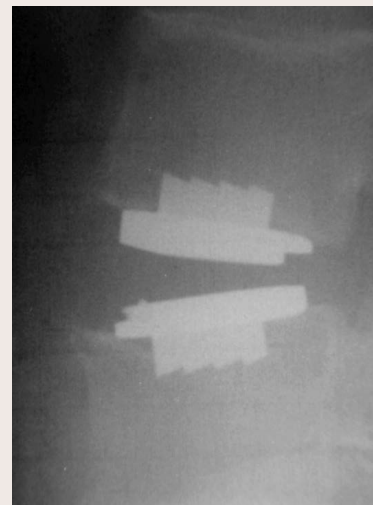
Paciente que, a los tres meses del posoperatorio, presenta una subsidencia del platillo vertebral superior de la vértebra inferior en las radiografías. Progresó a la autofusión, manteniéndose siempre asintomático.

Se cometieron tres errores conceptuales importantes:

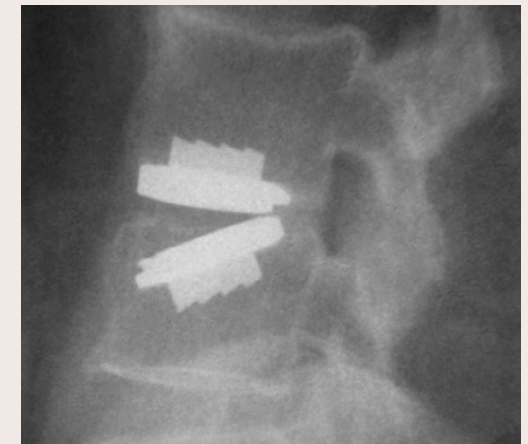
- Existía una contraindicación para colocar una prótesis, que era la depresión o ruptura del platillo vertebral superior de la vértebra inferior del disco comprometido.
- La prótesis implantada era pequeña.
- La ubicación de la prótesis era muy anterior.



Se observa clara alteración en el platillo superior de la vértebra inferior al disco comprometido.



Se observa el tamaño pequeño de la prótesis seleccionada.



Al año de operado, se observa la subsidencia y fusión.

Radiografías de perfil de columna lumbo-sacra



## EJEMPLO

Paciente con prótesis mal ubicada en el plano frontal, hacia un lateral a 6 mm de la línea media (Lemaire et al., 1997), persistiendo con dolor en el posoperatorio.

Se intentó una revisión por vía anterior sin éxito por fibrosis, y se continuó con manejo médico con analgésicos con resultado funcional mediocre.



Se observa una inadecuada posición de la prótesis, con claro desplazamiento al lado izquierdo. No hay desbalance coronal, ni osificación heterotópica.

Radiografías de frente de columna lumbosacra

Las complicaciones y eventos adversos en este tipo de cirugía son elevados, incluso con tasas del 75% (Marnay, 2002), pero los que requieren reintervención, ya sea remoción o fusión suplementaria, pueden estar alrededor del 5% (Marnay, 2002; McAfee, Fedder, Saiedy, Shucosky y Cunningham, 2003).



La gran mayoría de los eventos adversos se resuelven con el transcurso del tiempo, sin secuelas para el paciente y sin importantes intervenciones por parte del cirujano.

También es importante tener en mente las complicaciones a largo plazo, especialmente el debris, con sus consecuencias para el funcionamiento del implante, y la osificación heterotópica (HO), que puede llegar hasta la autofusión, afortunadamente sin grandes consecuencias para los pacientes (Huang, Girardi, Cammisa y Wright, 2003).



## 5. RESULTADOS ACTUALES

Una de las situaciones más controversiales en la actualidad es el tratamiento médico o quirúrgico del dolor lumbar crónico, sin o con mínima radiculopatía, secundario a degeneración del disco intervertebral en uno o múltiples niveles.

Con el advenimiento de las prótesis discales, existe una de las más atractivas y excitantes opciones de tratamiento. Sin embargo, y a pesar de la ya larga experiencia de algunos cirujanos en Europa (Bertagnoli y Kumar, 2002; Hallab et al., 2003; Harrop et al., 2008; Huang et al., 2003; McAfee et al., 2005), no está claro si es la mejor opción.

▶ Cuando la indicación es precisa, se pueden lograr buenos resultados en cuanto a la evolución neurológica, mejoría del dolor, retorno al trabajo y satisfacción del paciente, tal como han sido reportados en la literatura (Blumenthal et al., 2005a; Gornet et al., 2011, Stieber y Donald, 2006). A pesar de este optimismo, se debe ser muy prudente debido a los siguientes puntos (Huang et al., 2003, McAfee et al., 2005; Smith et al., 2006):

- no se ha logrado demostrar disminución de los índices de enfermedad del segmento adyacente (punto cardinal para demostrar su efectividad);
- aún no se dio a conocer su comportamiento a largo plazo;
- en manos inexpertas, puede haber complicaciones muy importantes con secuelas definitivas.

▶ La mayoría de los artículos hacen referencia a series de casos, con tiempos de observación variables entre seis meses a once años (Blondel et al., 2011; Harrop et al., 2008, McAfee et al., 2005). En estos estudios, se informan buenos y excelentes resultados: en un 79% a 90% de los pacientes, la mejoría perdura en el tiempo, y la prótesis no tiene significativas fallas en su funcionamiento, siendo baja la tasa de reintervenciones y autofusión (Harrop et al., 2008).

▶ Ziegler et al. (2003) compararon en forma prospectiva y randomizada 39 pacientes con un seguimiento mínimo de seis meses: en once casos se les practicó ALIF más artrodesis posterolateral e instrumentación transpedicular y en 28 casos, prótesis discal (Prodisc).

Aunque la muestra es pequeña, es importante resaltar que el resultado clínico es similar en ambos grupos, pero que el sangrado quirúrgico, el tiempo quirúrgico y la estancia hospitalaria fueron significativamente menores en el grupo de la prótesis.

- ▶ Delamarter et al., (2003), en un estudio prospectivo randomizado, comparando 35 pacientes con ProDisc y 18 pacientes con artrodesis circunferencial, informaron resultados similares, con una mejoría más pronta en el grupo de prótesis, pero sin diferencias significativas a los seis meses.
- ▶ Para que la prótesis tipo Charité fuera aprobada en USA por la FDA, se publicaron tres interesantes artículos multicéntricos, prospectivos, randomizados, en los que se hace énfasis en las complicaciones neurológicas (Dooris, Goel, Grosland, Gilbertson y Wilder, 2001), en los resultados clínicos (Blumenthal et al., 2003) y en la evaluación radiológica (Lemaire et al., 1997).

En estos trabajos, se compararon 205 casos de prótesis en un solo nivel L4-L5 o L5-S1 contra 99 pacientes con ALIF *stand-alone*, y se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- A pesar que la cirugía de prótesis es más demandante desde el punto de vista técnico, los resultados clínicos son mejores, pero sin significancia estadística.
- La hospitalización fue más corta en casos utilizando prótesis.
- La tasa de reintervenciones fue menor.
- Se logró la preservación del movimiento con diferencias significativas.

Naturalmente, estos trabajos no son perfectos y han sido criticados (Marnay, 2002) en los siguientes aspectos:

- El grupo control es ALIF *stand-alone* y no con complemento por vía posterior, que sería lo más respaldado por la literatura y por la práctica general.
- La definición de éxito, que es de un 25% de mejoría en el test de Oswestry y en la EAV, es muy modesta.
- La preservación de movimiento, en los casos donde este es menor a 5°, se debería considerar y reportar como fusión, de acuerdo a los criterios dados por la FDA.

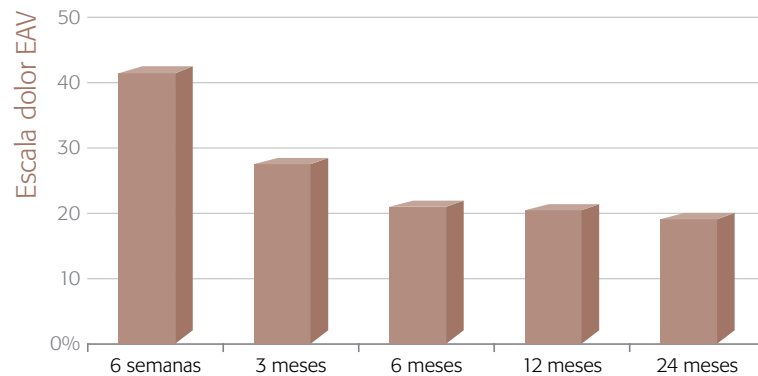
Las ventajas potenciales del disco artificial son evidentes: preserva el movimiento, evita el abordaje posterior con sus implicaciones y, por lo menos teóricamente, reduce la posibilidad de degeneración del segmento adyacente (Smith et al., 2006).



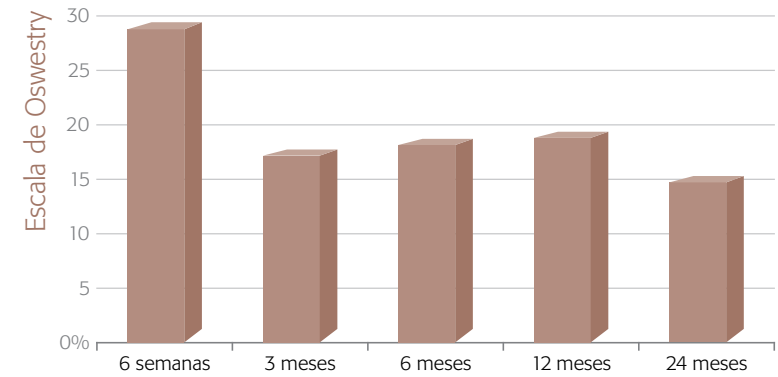
Estas inquietudes ya han sido respondidas por algunos autores (Blumenthal et al., 2005), y resultados similares han sido reportados en estudios prospectivos randomizados con el uso de ProDisc-L y con Maverick (Gornet et al., 2011).

- La experiencia del autor con el uso de prótesis discal lumbar en pacientes con dolor lumbar crónico secundario a discopatía degenerativa en uno o dos niveles es bastante similar (Vela y Cadavid, 2006). Se evaluaron a los primeros 15 pacientes con un mínimo seguimiento de un año, en quienes se colocaron 17 prótesis y dos cajas tipo ALIF. La localización fue diferente en cada uno de los pacientes: ocho en el nivel L5-S1, cinco en el nivel L4-L5 y dos en el nivel L3-L4.

En cuatro pacientes se intervinieron dos niveles L4 a S1: dos con prótesis y dos con cirugía híbrida, prótesis en L4-L5 y ALIF en L5-S1. El resultado se evaluó con la Escala Análoga Visual (EAV) y con el test de incapacidad de Oswestry, obteniendo mejoría de la sintomatología y retorno al trabajo en el 87% de los casos. Esta respuesta favorable se notó desde las primeras semanas del posoperatorio y se mantuvo en el tiempo (24 meses o más, en ocho casos).



Evolución de acuerdo a la EAV, hasta los 24 meses posoperatorio sobre un grupo de 15 pacientes



Evolución de acuerdo al test de Oswestry, hasta los 24 meses posoperatorio sobre un grupo de 15 pacientes

En esta serie inicial, hubo dos casos con una evolución poco satisfactoria. Estos pacientes no se lograron reincorporar a su labor, a pesar que el consumo de medicamentos era menor y, en las pruebas de dolor, había una leve mejoría. Es importante notar que ambos tenían litigio laboral aún no resuelto. Después de esta observación inicial, la selección de los pacientes a intervenir se tornó más exigente.

Este comportamiento también fue reportado en la serie de Ziegler (Ziegler et al., 2003), donde cuatro pacientes con litigios laborales, que fueron randomizados al grupo de prótesis, no retornaron a trabajar al cabo de los seis meses de seguimiento.

La situación del último estudio, que se presenta con frecuencia en la práctica con los pacientes provenientes de las administradoras de riesgos profesionales (ARP), plantea el dilema sobre si vale la pena llevar a cirugía a estos pacientes, conociendo las bajas tasas de éxito, o si, por este hecho, se le puede negar esta opción de tratamiento a un paciente con síntomas y estudios concluyentes de discopatía degenerativa lumbar. Por ahora, no hay respuesta.





## 6. SÍNTESIS



A pesar que la consulta de dolor lumbar es la más frecuente en la práctica diaria, probablemente una de las decisiones más difíciles es recomendar algún tipo de cirugía en estos pacientes.

Cuando después de analizar el cuadro clínico y los estudios imagenológicos se concluye que el paciente tiene dolor discogénico y se agotaron los métodos incruentos de tratamiento, la prótesis puede ser una alternativa de tratamiento.

La cirugía de reemplazo de disco lumbar es una práctica demandante y con riesgos que pueden ser potencialmente graves.

Los resultados parecen comparables a los métodos de fusión, y el debate continúa abierto respecto a cuál es la mejor opción en la actualidad.



# BIBLIOGRAFÍA

Bertagnoli, R. y Kumar, S. (2002) Indications for full prosthetic disc arthroplasty: a correlation of clinical outcome against a variety of indications. *Eur Spine J*, 11(suppl 2): S131-S136.

Blondel, B., Tropiano, P., Gaudart, J., Huang, R. C. y Marnay, T. (2011) Clinical results of lumbar total disc arthroplasty in accordance with modic signs, with a 2-year-minimum follow-up. *Spine*, 36(26), 2309-2315.

Blumenthal, S. L., Donna, D. O., Guyer, R. D. y Hochschuler, S. H. (2003) Prospective study evaluating total disc replacement. Preliminary results. *J Spinal Disord Tech*, 16(5), 450-454.

Blumenthal, S. L., McAfee, P. C., Guyer, R. D., Hochschuler, S. H., Geisler, F. H., Holt, R. T. et al. (2005a) A prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemptions study of lumbar total disc replacement with the Charité artificial disc versus lumbar fusion. Part I: evaluation of clinical outcomes. *Spine*, 30(14), 1565-1575.

Blumenthal, S. L., McAfee, P. C., Geisler, F. H., Banco, R. J., Bitan, F., Brown, C. et al. (2005b) Response to the editorial an points of view regarding the ide study of the CHARITÉ artificial disc. *Spine Journal*, 30(14).

Dooris, A. P., Goel, V. K., Grosland, N. M., Gilbertson, L. G. y Wilder, D. G. (2001) Load-sharing between anterior and posterior elements in a lumbar motion segment implanted with an artificial disc. *Spine*, 26(6), E122-E129.

Delamarter, R. B., Fribourg, D. M., Kanim, L. E. y Bae, H. (2003) Prodisc artificial total lumbar disc replacement: introduction and early results from the United States clinical trial. *Spine*, 28(20S), S167-S175.

Geisler, F. H., Blumenthal, S. L., Guyer, R. D., McAfee, P. C., Regan, J. J., Johnson, J. P. et al. (2004) Neurological complications of lumbar artificial disc replacement and comparison of clinical results with those related to lumbar arthrodesis in the literature: results of a multicenter, prospective, randomized investigational device exemption study of Charité intervertebral disc. *J Neurosurg Spine*, 1(2), 143-154.

Gornet, M. F., Burkus, J. K., Dryer, R. F. y Peloza, J. H. (2011) Lumbar disc arthroplasty with maverick disc versus stand-alone interbody fusion. A prospective, randomized, controlled, multicenter investigational device exemption trial. *Spine*, 36(25), E1600-E1611.

Hallab, N., Link, H. D. y McAfee, P. C. (2003) Biomaterial Optimization in total disc arthroplasty. *Spine*, 28(20S), S139-S152.

Harrop, J. S., Youssef, J. A., Maltenfort, M., Vorwald, P., Jabbour, P., Bono, C. M. et al. (2008) Lumbar adjacent segment degeneration and disease after arthrodesis and total disc arthroplasty. *Spine* 33(15), 1701-1707.

Huang, R. C., Girardi, F. P., Cammisa, F. P. y Wright, T. M. (2003) The implications of constraint in lumbar total disc replacement. *J Spinal Disord Tech*, 16(4), 412-417.

Jacobs, W. C., van der Gaag, N. A., Kruyt, M. C., Tuschel, A., de Kleuver, M., Peul, W. C. et al. (2013) Total disc replacement for chronic discogenic low back pain. A Cochrane Review. *Spine*, 38(1), 24-36.

Lemaire, J. P., Skalli, W., Lavaste, F., Templier, A., Mendes, F., Diop, A. et al. (1997) Intervertebral disc prosthesis. results and prospects for the year 2000. *Clin Orthop Relat Res*, 337, 64-76.

Marnay, T. (2002) Lumbar disc replacement: 7 to 11-year results with Prodisc. *Spine J*, 2, 94S.

Mayer, H. M., Wiechert, K., Korge, A. y Qose, I. (2002) Minimally invasive total disc replacement: surgical technique and preliminary clinical results. *Eur Spine J*, 11(Suppl 2), S124-S130.

McAfee, P. C., Fedder, I. L., Saiedy, S., Shucosky, E. M. y Cunningham, B. W. (2003) Experimental design of total disk replacement- experience with a prospective randomized study of the SB Charité. *Spine* 28(20S), S153-S162.

McAfee, P. C., Cunningham, B., Hosapple, G., Adams, K., Blumenthal, S., Guyer, R. D. et al. (2005) A prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of lumbar total disc replacement with the CHARITÉ artificial disc versus lumbar fusion. Part II: Evaluation of radiographic outcomes and correlation of surgical technique accuracy with clinical outcomes. *Spine*, 30(14), 1576-1583.

Mirza, S. K. (2005) Point of view: commentary on the research reports that led to food and drug administration approval of an artificial disc. *Spine*, 30(14), 1561-1564.

Siepe, C. J., Mayer, M., Heinz-Leisenheimer, M. y Korge, A. (2007) Total lumbar disc replacement different results for different levels. *Spine*, 32(7), 782-790.

Smith, H. E., Vaccaro, A. R., Yuan, P. S., Papadopoulos, S. y Sasso, R. (2006) The use of computerized image guidance in lumbar disk arthroplasty. *J Spinal Disord Tech*, 19(1), 22-27.

Stieber, J. R. y Donald, G. D. (2006) Early failure of lumbar disc replacement. case report and review of the literature. *J Spinal Disord Tech*, 19(1), 55-60.

Tropiano, P., Huang, R. C., Girardi, F. P. y Marnay, T. (2003) Lumbar disc replacement. preliminary results with ProDisc II after a minimum follow-up period of 1 year. *J Spinal Disord Tech*, 16(4), 362-368.

Vela, P. y Cadavid, M. (2006) Evaluación de la cirugía de prótesis discal lumbar. Estudio con mínimo 6 meses de observación. *Neurociencias en Colombia*, 14(1), 141-148.

Zdeblick, T. A. (2000) Dorsalgia discógena. En H. N. Herkowitz, S. R. Gasrfin y R. A. Balderston (Eds.), *Columna Vertebral Rothman-Simeone* (4 Ed.) (pp. 767-784). México: McGraw Hill.

Ziegler, J. E., Burd, T. A., Vialle, E. N., Sachs, B. L., Rashbaum, R. F. y Ohnmeiss, D. D. (2003) Lumbar spine arthroplasty. Early results using the ProDisc II: A prospective randomized trial of arthroplasty versus fusion. *J Spinal Disord Tech*, 16(4), 352-361.