

## ORIGINAL

# El cirujano vascular y la cirugía mínimamente invasiva de la columna lumbar: complicaciones vasculares durante 9 años

F. Vaquero-Morillo<sup>a</sup>, M. Ballesteros-Pomar<sup>a,\*</sup>, C. Fernández-Morán<sup>a</sup>  
y A. Mostaza Saavedra<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Angiología, Cirugía Vascular y Endovascular, Hospital de León, León, España

<sup>b</sup> Servicio de Neurocirugía, Hospital de León, León, España

Recibido el 23 de noviembre de 2010; aceptado el 16 de febrero de 2011

### PALABRAS CLAVE

Columna lumbar;  
Espacio  
retroperitoneal;  
Vena iliaca;  
Arteria iliaca;  
Complicaciones  
vasculares

### Resumen

**Introducción:** La evolución de la cirugía de columna lumbar en la última década ha implicado la aparición de nuevas vías para el acceso a la cara anterior y anterolateral de la columna lumbar. La necesidad de disecar y movilizar los vasos iliacos para acceder al espacio discal ha supuesto la participación del cirujano vascular en este tipo de cirugía.

**Objetivo:** Describir las complicaciones vasculares de la cirugía de columna lumbar para la implantación de prótesis discal, realizada de forma mínimamente invasiva a través de un abordaje retroperitoneal anterior con una mini-incisión transversa y asistencia laparoscópica.

**Material y métodos:** Estudio descriptivo retrospectivo de pacientes intervenidos entre 2000-2009 con implantación de prótesis discal lumbar (72 pacientes). Se describen los pasos técnicos del abordaje retroperitoneal anterior de la columna realizado mediante asistencia laparoscópica, con movilización de los vasos iliacos (niveles L5-S1 y L4-L5).

**Resultados:** Se evalúan los resultados en función de las complicaciones surgidas. Complicaciones generales: un linfocele retroperitoneal; una dehiscencia de vaina del recto; un paciente presentó eyaculación retrógrada. Complicaciones vasculares: una hemorragia por soltarse la ligadura de la vena circunfleja, realizándose sutura directa; una lesión de la vena iliaca primitiva izquierda, que precisó sutura directa; una hemorragia difusa que requirió transfusión postoperatoria de dos concentrados de hemáties.

**Conclusión:** La cirugía de columna lumbar, para implantación de prótesis discal mediante abordaje asistido laparoscópico mínimamente invasivo, es un procedimiento seguro. Las escasas complicaciones vasculares cosechadas son la consecuencia de la realización del procedimiento por un equipo multidisciplinar constituido por un cirujano de columna y un cirujano vascular, ambos con experiencia en cirugía endoscópica-laparoscópica.

© 2010 SEACV. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [mballesterosp@telefonica.net](mailto:mballesterosp@telefonica.net) (M. Ballesteros-Pomar).

**KEYWORDS**

Lumbar spine;  
Retroperitoneal  
space;  
Iliac vein;  
Iliac artery;  
Vascular  
complications

**The vascular surgeon and minimally invasive surgery of the lumbar spine****Abstract**

**Introduction:** The advances in lumbar spinal surgery over the last few years have led to new approaches to anterior and anterior-lateral surfaces of the lumbar spine. As the exposure of disc space requires dissection and mobilization of iliac vessels, vascular surgeons often use this approach.

**Objective:** To describe general and vascular complications, which occurred over a nine-year period, using the anterior retroperitoneal approach for the implantation of a total lumbar disc replacement, with a small abdominal skin incision.

**Material and methods:** Retrospective study of patients operated on between 2000-2009 (72 patients). The technical steps of the anterior retroperitoneal approach in lumbar spinal surgery with laparoscopic assistance and a minimal incision (L5-S1 and L4-L5) are described, as well as general and vascular complications.

**Results:** The following complications were recorded: one lymphocele; one dehiscence of the rectus sheath; one patient with retrograde ejaculation; one hemorrhage as a result of a wrong ligature of the circumflex iliac vein performing a direct suture; one hemorrhage requiring two units of packed red cells; and a lesion in the left common iliac vein needing a direct suture.

**Conclusion:** Lumbar spinal surgery for the implantation of a total lumbar disc replacement from an anterior retroperitoneal approach and with laparoscopic assistance is a safe and minimally invasive procedure. In our series vascular complications have been very unusual; in our opinion, due to a multidisciplinary team consisting of a vascular surgeon and a lumbar spine surgeon, both of whom have experience in endoscopic-laparoscopic surgery operating on these patients.

© 2010 SEACV. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introducción**

Los cambios quirúrgicos efectuados en la última década, propiciados por los avances en la instrumentación de la patología de la columna vertebral, en especial las técnicas de fusión y las prótesis discales, han conducido a una gran demanda de exposición de la cara anterior y antero-lateral de la columna, especialmente de la columna lumbar.

Esta exposición, como en todas las fases de las cirugías innovadoras, ha sufrido diversos procesos de adaptación, buscando la vía más adecuada que reuniera tanto las condiciones de bienestar para el paciente, como de seguridad y comodidad para el cirujano, teniendo siempre presente que la exposición de la cara anterior de la columna lumbar significa la disección y movilización de los grandes vasos ilíacos.

El cirujano vascular es quien posee la mayor capacidad técnica para el manejo de estos vasos, evitando daños durante la disección y reparando, con relativa facilidad, aquellos que se pueden producir, por lo que es el compañero idóneo para formar parte de un equipo multidisciplinario de cirugía de columna.

**Objetivos**

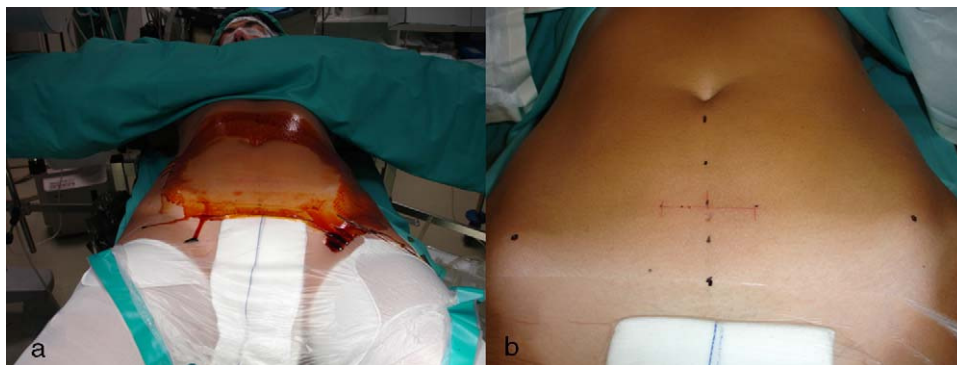
Describir las complicaciones generales y vasculares de la cirugía de columna lumbar para la implantación de prótesis discal, realizada de forma mínimamente invasiva a través de un abordaje retroperitoneal anterior con una mini-incisión transversa y asistencia laparoscópica.

**Material y métodos**

Estudio descriptivo con reclutamiento retrospectivo de 72 pacientes intervenidos en un período de 9 años (desde el año 2000 al 2009) por enfermedad degenerativa de columna lumbar e implante de prótesis discal. Dieciocho varones y 54 mujeres. Edad media: 36,2 años (varones) y 32,6 años (mujeres) (tabla 1). Se han utilizado tres tipos diferentes de implantes (Prodisc-L, Activ-L, Sinfix) y en el mismo acto quirúrgico nunca se ha colocado más de una prótesis. Se registran las complicaciones surgidas, clasificándose en dos grupos: generales y vasculares, y éstas, a su vez, en mayores y menores. Son complicaciones vasculares mayores las que requieren reparación vascular compleja, diferente de la

**Tabla 1** Pacientes intervenidos según sexo. Niveles intervenidos

	Número	Edad	Intervalo de edad
<i>Pacientes intervenidos</i>			
Hombres	18	36,2	22-52
Mujeres	54	32,6	21-48
Total	72		
	Hombres	Mujeres	Total
<i>Niveles intervenidos</i>			
L4-L5	1	6	7
L5-S1	17	48	65
Total	18	54	72



**Figura 1** a. Posición del paciente en decúbito supino con abducción de 15° de la articulación de la cadera y leve flexión de muslo y rodilla. b. Mini-incisión transversal abdominal de unos 5 cm de longitud, en la unión de los dos tercios superiores con el tercio inferior de una línea perpendicular comprendida entre el ombligo y la sínfisis púbica.

sutura directa arterial o venosa (tipo angioplastia en parche, sustitución protésica, *by-pass*, etc.). Se definen como complicaciones vasculares menores aquellas en que el sangrado es inferior a 600 cc o la transfusión no supera los dos concentrados de hematíes y/o la reparación vascular se realiza con sutura directa.

El equipo quirúrgico está integrado por un neurocirujano, especializado en cirugía de columna, y un cirujano vascular, ambos con experiencia en cirugía endoscópica-laparoscópica<sup>1,2</sup>. La decisión e indicación del tipo de intervención corre a cargo, exclusivamente, del cirujano de columna. Con el paciente anestesiado, antes de la colocación y preparación del campo, se realiza una exploración arterial con palpación de pulsos y exploración venosa de miembros inferiores<sup>3,4</sup>.

El cirujano vascular es quien realiza el abordaje. Una vez efectuadas todas las maniobras para la exposición del espacio discal y colocados los separadores metálicos que protegen los vasos ilíacos, el cirujano vascular continúa, durante el implante protésico, como colaborador de la intervención, para revisar finalmente el campo operatorio antes del cierre de la incisión.

### Técnica quirúrgica

Para la realización del abordaje retroperitoneal anterior, una vez hecha la incisión cutánea se precisa una torre de endoscopia, con óptica de 10 mm a cero grados, cámara de vídeo tecnología 3CCD y fuente de luz de Xenon (Olimpus Visera 2). Mediante el fluoroscopio, con el arco en C, se localiza el nivel discal deseado.

El paciente es colocado, bajo anestesia general, en decúbito supino con una abducción de unos 15 grados de la articulación de la cadera, y ligera flexión de muslo y rodilla; se coloca, transitoriamente, debajo de la columna lumbar una almohadilla, para provocar hiperlordosis. El cirujano vascular se coloca a la derecha del paciente y el de columna entre las piernas, que se mantienen abiertas colocadas sobre soportes (fig. 1a).

El abordaje se inicia con una mini-incisión cutánea transversal abdominal de unos 5 cm de longitud, en la unión de los dos tercios superiores con el tercio inferior de una línea perpendicular trazada entre el ombligo y la sínfisis del

pubis (fig. 1b). Con asistencia laparoscópica, empleándose una óptica de cero grados colocada en el campo quirúrgico mediante un brazo articulado, se realiza el despegamiento del tejido celular subcutáneo por termocoagulación, exponiéndose la fascia de los rectos, desde la sínfisis al ombligo. Incisión vertical media infraumbilical sobre la línea alba. Despegamiento manual preperitoneal, por debajo del músculo recto anterior izquierdo, realizando hemostasia con coagulación bipolar, si es necesario, de los vasos epigástricos, hasta alcanzar el flanco izquierdo; se prosigue el despegamiento del saco peritoneal por encima del músculo psoas, así como de los vasos ilíacos externos, la bifurcación y los vasos ilíacos primitivos<sup>5</sup>.

### Exposición del espacio L5-S1

Alcanzado este nivel, cuando se precisa exponer la cara anterior completa del disco intervertebral L5-S1, se palpa el promontorio para orientar el despegamiento del saco peritoneal y se rechaza éste hacia el flanco derecho con valvas profundas, cuidando que el uréter izquierdo lo acompañe. Es importante no despegar el tejido graso que acompaña al retroperitoneo con objeto de mantener la inervación simpática para evitar la secuela de eyaculación retrógrada en el varón. Se sigue el borde caudal de la vena iliaca primitiva izquierda, haciendo hemostasia de la arteria y vena sacra media y de las pequeñas arterias y venas laterales, que cruzan por encima del promontorio, lo que permite disecar ampliamente el espacio discal.

Tras esta movilización es posible rechazar el saco peritoneal hacia el lado derecho justo desde el cruce de la arteria iliaca primitiva derecha, exponiendo la mitad inferior del cuerpo vertebral de L5, el espacio discal y la primera vértebra sacra. Para un centrado preciso se marca radiológicamente el espacio antes del comienzo.

Se emplean 4 valvas para conformar un marco metálico de separación y protección de los vasos ilíacos y del contenido peritoneal. Por medio de una aguja de Kirschner se clavan al cuerpo vertebral, las dos craneales al cuerpo de L5 y las dos caudales al de S1 (fig. 2), quedando inmovilizadas durante toda la instrumentación, lo que aporta estabilidad sin ocupar espacio.

**Tabla 2** Tipos de prótesis con tiempos operatorios y pérdidas hemáticas

Tipos de prótesis	Sexo	Número	Edad	Tiempo operatorio	Pérdida de sangre
Prodisc-L	Hombres	14	35,4	131 minutos	230 ml
	Mujeres	49	32,4		
Activ-L	Hombres	3	40,1	150 minutos	250 ml
	Mujeres	5	39,2		
Sinfix	Hombres	1	43	140 minutos	260 ml
	Mujeres	0			

### Exposición del espacio L4-L5

Para exponer la cara anterior de la columna lumbar inferior, desde L3 a L5, se disecciona el espacio retroperitoneal incluyendo la bifurcación de los vasos ilíacos y el músculo psoas. Es necesario identificar y ligar todas las ramas colaterales venosas que desembocan en las venas ilíacas, antes de intentar ninguna movilización, y, especialmente importante, diseccionar por completo la bifurcación venosa ilíaca, por ser lugar habitual de desembocadura de una vena segmentaria, y de la vena iliolumbar ascendente. Estas venas se ligan por transfixión, evitándose los clips hemostáticos. Una vez esqueletizados los grandes vasos, se puede retraer la aorta abdominal hacia el lado derecho. En este punto es preciso ligar una o dos ramas arteriales segmentarias de la aorta así como las venas lumbares acompañantes, que cruzan la cadena simpática, dejando libre la cara anterior del disco intervertebral y de los cuerpos vertebrales. La exposición del espacio discal con las valvas y las agujas de Kirschner es similar a la anterior.

A continuación se procede a la instrumentación habitual propia de la inserción de la prótesis discal. Durante toda esta fase de instrumentación es necesario vigilar las valvas para que cubran permanentemente los grandes vasos, tanto durante la discectomía, como durante el tiempo de colocación de la máscara protésica, primero, y posteriormente, de la prótesis verdadera. La prevención, basada en una visión permanente a través de la videocámara y en la



**Figura 2** Marco metálico conformado por cuatro valvas clavadas al cuerpo vertebral mediante agujas de Kirschner para separación y protección de los vasos ilíacos y del contenido peritoneal.

atención constante de todo el equipo, es la mejor inversión para evitar traumatismos vasculares provocados por los instrumentos, con las consiguientes complicaciones.

Una vez finalizado el procedimiento se retiran bajo visión directa las agujas de Kirschner que sujetan las espátulas separadoras, maniobra delicada, porque pueden producirse pinchazos de la vena ilíaca (fig. 3a). El orificio de las agujas en el hueso se tapona con cera; colocamos una lámina de PTFE entre la prótesis y los grandes vasos; se evacúan los coágulos y se deja un drenaje aspirativo. Revisamos los vasos diseccionados, procediendo al cierre por planos.

### Resultados

Mediante este abordaje, mínimamente invasivo, han sido intervenidos 72 pacientes (7 pacientes con abordaje L4-L5 y 65 pacientes con abordaje L5-S1), produciéndose algún tipo de complicación en 6 del total.

Los tiempos quirúrgicos y las pérdidas hemáticas se recogen en la tabla 2.

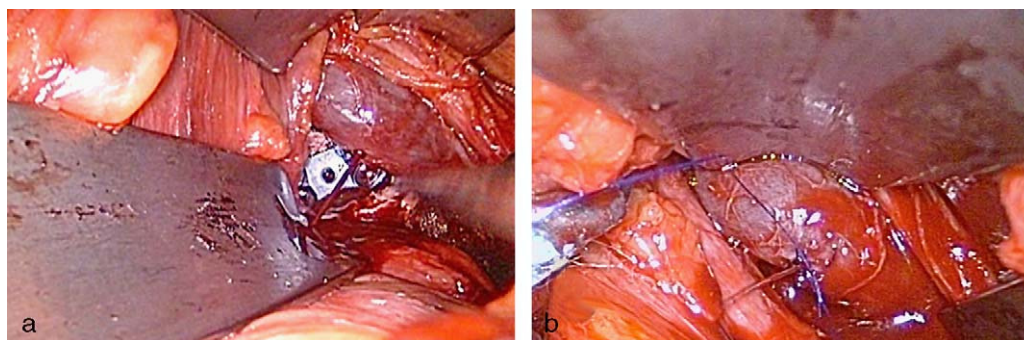
Los resultados del procedimiento y abordaje se expresan en términos de las complicaciones surgidas, generales y vasculares.

Las complicaciones generales ligadas al abordaje han sido:

1. Un linfocelo retroperitoneal, manifestado por discreto flebedema de muslo izquierdo, comprobado por ecografía; éste no precisó drenaje, se solucionó espontáneamente a los dos meses.
2. En una paciente se produjo una dehiscencia de la fascia del recto anterior, precisando nueva sutura sin malla.
3. Un paciente estuvo durante 6 meses con eyaculación retrógrada.
4. Otra complicación consistió en la rotura de un diente de acero en el instrumento que sustenta la prótesis para introducirla, siendo imposible su inserción. Una vez reparado, la paciente fue reintervenida a los 7 días por la misma vía, siendo la única redisección que hemos efectuado de toda la serie. Al haber transcurrido pocos días, la fibrosis era poco marcada, no siendo especialmente difícil, ni el nuevo despegamiento retroperitoneal, ni la redisección de los vasos ilíacos, por no haberse establecido adherencias firmes al espacio discal (discectomía completa ya realizada), ni al resto de las estructuras.

Las complicaciones vasculares son reflejadas en la literatura como mayores y menores<sup>6,7</sup>. No hemos tenido ninguna complicación vascular mayor.





**Figura 3** a. Hemorragia secundaria a perforación de vena iliaca primitiva izquierda. b. Reparación de lesión venosa en vena iliaca primitiva izquierda con puntos sueltos de polipropileno.

**Tabla 3** Complicaciones postoperatorias

Complicaciones poscirugía	Tipo	Solución
Complicaciones generales	Linfocele izquierdo	Resolución espontánea
	Dehiscencia vaina recto	Cirugía
	Eyaculación retrógrada	Resolución espontánea
Complicaciones vasculares	Lesión vena iliaca primitiva izquierda	<b>Sutura directa</b>
	Mala ligadura de vena circunfleja	<b>Sutura directa</b>
	Hemorragia difusa	Transfusión de dos concentrados de hemáties

Dentro de las complicaciones vasculares menores, hemos tenido una perforación anterior de la vena iliaca primitiva izquierda, al retirar un clavo de Kirschner, que se reparó fácilmente con clampaje lateral y dos puntos de polipropileno (fig. 3b) (en un abordaje L5-S1), y una hemorragia que requirió transfusión por soltarse la ligadura de una vena circunfleja iliaca izquierda (en un abordaje L4-L5); esta complicación fue solucionada con clampaje lateral y sutura directa del muñón. Otra complicación menor ha sido la necesidad de transfusión de dos concentrados de hemáties en una paciente con sangrado difuso durante las maniobras de inserción de la prótesis (tabla 3).

## Discusión

La exposición de la columna lumbar por vía anterior retroperitoneal requiere que el cirujano esté familiarizado tanto con la anatomía y relaciones del retroperitoneo, como con la de los grandes vasos iliacos y la aorta abdominal infrarrenal. La implicación del cirujano vascular como cirujano expositor parece lógica por ser el que, con más frecuencia, realiza estos abordajes, y el que, además, mejor puede resolver las complicaciones vasculares que se pueden presentar, tan características de la vía anterior retroperitoneal<sup>8</sup>.

Sin embargo, la participación del cirujano vascular expositor es un tema controvertido, como lo es la constitución

de equipos mixtos multidisciplinarios; en algunos hospitales la exposición corre a cargo de un equipo vascular, entrando a continuación el equipo de columna para continuar la cirugía. En otros hospitales la constitución de equipos mixtos, con implicación del cirujano vascular expositor, es la solución preferida<sup>6,7,9-12</sup>. En otros casos, el abordaje lo realiza un cirujano de columna senior, con una muy baja incidencia de complicaciones vasculares en una serie de más de 400 pacientes<sup>9</sup>. Nuestra preferencia está claramente orientada hacia la constitución de un equipo mixto estable, con presencia continua del cirujano vascular.

Otra cuestión es el aprovechamiento de esta vía para el entrenamiento y consecución de habilidades, tanto para la realización del abordaje, como para la reparación de los potenciales traumatismos vasculares, por parte de los cirujanos generales de tercer año y residentes avanzados de cirugía vascular, lo que sucede en algunas instituciones<sup>6</sup> (EE. UU.); en este hospital consideran esta vía como una ventana de oportunidad para el aprendizaje de sus residentes, debidamente supervisados por un cirujano vascular senior, al haber disminuido drásticamente el número de cirugías vasculares abiertas por el aumento de las técnicas endovasculares.

Respecto a la incisión para la vía de abordaje, muchos cirujanos prefieren la infraumbilical paramediana izquierda<sup>7,11</sup>, dependiendo de la longitud del espacio requerido en cada caso, siendo más alta y extensa cuando el espacio a diseccionar es L3-L4 o L4-L5. Sólo en caso de abordajes L5-S1, y habitualmente en mujeres, prefieren una incisión transversa tipo Pfannenstiel. Chiriano et al<sup>6</sup> utilizan una vía similar, pero más extensa, transversa, para L4-L5-S1 y vertical para niveles superiores. Nuestra mini-incisión en la piel es transversa, por ser más estética, transformándose, en planos más profundos, en una vertical media infraumbilical sobre la línea alba, tanto más alta si el abordaje es L4-L5. Creemos que seguir la línea alba es importante para que el «centraje» de la prótesis sea el más perfecto posible.

La disección de los vasos y su movilización para exponer los correspondientes espacios que nosotros realizamos es similar a la referida en la literatura revisada<sup>7,9,10</sup>. Sin embargo, también aparecen descritas otras variantes<sup>6</sup>, con movilización extensa de la arteria y vena iliaca primitiva izquierda, que son separadas de forma individual, lo que comporta un alto porcentaje de traumatismos, en el 45% de los casos. Las complicaciones totales relacionadas con la exposición de la columna por vía anterior son altas,

refiriéndose cifras entre el 30 y 40%, incluyendo no sólo las vasculares, como traumatismo, laceración y trombosis, sino también daños al plexo nervioso lumbosacro, uréter, perforación intestinal, infección postoperatoria, seroma, íleo paralítico, hernia incisional, etc.

Las complicaciones vasculares, que son las más prevalentes y peligrosas, se describen como mayores y menores; las primeras son aquellas en las cuales se precisa reparación arterial o venosa compleja o sustitución por prótesis o injerto vascular; menores son las que se resuelven con sutura directa, aunque Hamdan et al<sup>7</sup> también consideran complicación mayor cuando se precisa transfusión por encima de 300 cc.

El porcentaje de complicaciones vasculares es muy heterogéneo, describiéndose entre el 1 y el 15% según las diferentes descripciones y clasificación del traumatismo<sup>6,7,9</sup>. Brau et al<sup>10</sup> revisan 1.315 pacientes y encuentran un porcentaje de complicaciones vasculares mayores, arteriales y venosas, del 0,45 y 1,4%, respectivamente. En nuestra serie no hemos tenido ninguna complicación de este estilo, aunque también es más pequeña que las referidas anteriormente.

Aunque en general parecería lógico que cuanto mayor sea la necesidad de movilización de los vasos, mayor sería el número de traumatismos referido, no siempre es así. Chiriano et al<sup>6</sup> describen en su serie de 176 hombres y 229 mujeres, un 23,5% de traumatismos menores, adjudicándose el 43% a la disección y un 57% a la instrumentación, todas referidas a la vena iliaca común izquierda o a sus afluentes. Tuvieron un 3% de traumatismos mayores, curiosamente siempre relacionados con la instrumentación, nunca con el abordaje. Lo que se recomienda durante la disección y movilización de la vena iliaca común, es buscar sus tributarias, especialmente la vena iliolumbar, para ligarla adecuadamente, debido a su tendencia a retraerse provocando un importante sangrado<sup>7</sup>, como ha sucedido en un caso de nuestra serie. También refieren en su experiencia que el abordaje por encima de L5-S1 está más ligado al traumatismo venoso iliaco, lo que es corroborado por otros autores<sup>9,10</sup>, refiriendo que el 85% de los mismos ocurrieron durante estas exposiciones y describiendo el abordaje L4-L5 como un predictor de riesgo independiente de traumatismo.

La instrumentación previa de la columna por vía posterior se describe en algunas series como una causa de mayor incidencia de traumatismos, lo que sería debido a la mayor dificultad durante la disección por las adherencias que se hubieren producido en el retroperitoneo. Aunque al ser siempre subgrupos pequeños no hay evidencia suficiente para confirmarlo, en su serie refiere que el 66% de sus casos ocurrieron en esta situación<sup>7</sup>. También establece que en la mayoría de las ocasiones cuando una columna está previamente instrumentada por vía posterior, tiende a evitarse el abordaje por vía anterior, para obviar complicaciones causadas por las adherencias desarrolladas. Nosotros sólo hemos realizado una reintervención, a los 7 días, por rotura del dispositivo portador de la prótesis, repitiéndose la misma vía de abordaje anterior por mini-incisión transversa vídeo-asistida, sin ninguna complicación.

## Conclusión

La vía retroperitoneal anterior efectuada de forma mínimamente invasiva, por mini-incisión transversa y media infraumbilical vídeo-asistida, es una técnica segura para la inserción de prótesis discales, lo que se desprende del bajo porcentaje de complicaciones vasculares.

La realización de la técnica y abordaje por un equipo multidisciplinar, compuesto de un cirujano vascular y un cirujano de columna, ambos con experiencia en cirugía endoscópica-laparoscópica, es un factor clave que asegura la ausencia de complicaciones.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Vaquero-Morillo F, Ballesteros-Pomar M, Fernández-Morán C, Zarco-Castillo J, Coggia M. Total laparoscopic repair of the aortic abdominal aneurysm. *Cir Esp*. 2010;87:179–82.
2. Mostaza A, Vaquero F, Robla J, González E. Fusión espinal anterior. En: Villarejo F. *Hernia discal lumbar: diagnóstico y tratamiento* (2 vols.). 1.ª ed. Madrid: Ed. Ergón Creación, S.A.; 2011.
3. Fujiwara A, Lim TH, An HS, Tanaka N, Jeon CH, Andersson GB, et al. The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine. *Spine*. 2000;25:3036–44.
4. Pfirrmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine*. 2001;26:1873–8.
5. Ballesteros-Pomar M, Vaquero-Morillo F, Fernández-Morán C, Mostaza-Saavedra A. El abordaje retroperitoneal anterior para la cirugía de columna y su aplicación en cirugía vascular. *Angiología*. 2010;62:118–22.
6. Chiriano J, Abou-Zamzam AM, Urayeneza O, Zhang WW, Cheng W. The role of the vascular surgeon in anterior retroperitoneal spine exposure: Preservation of open surgical training. *J Vasc Surg*. 2009;50:148–51.
7. Hamdan AD, Malek JY, Schermerhorn ML, Aulivola B, Blattman SB, Pomposelli FB. Vascular injury during anterior exposure of the spine. *J Vasc Surg*. 2008;48:650–4.
8. Sicard GA, Reilly JM, Rubin BG. Transabdominal versus retroperitoneal incision for abdominal aortic surgery. Report of a prospective randomized trial. *J Vasc Surg*. 1995;21:174–83.
9. Sasso RC, Best NM, Mummaneni PV, Reilly TM, Hussain SM. Analysis of operative complications in a series of 471 anterior lumbar interbody fusion procedures. *Spine*. 2005;30:670–4.
10. Brau SA, Delamarter RB, Schiffman ML, Williams LA, Watkins RG. Vascular injury during anterior lumbar surgery. *Spine J*. 2004;4:409–12.
11. Bianchi C, Ballard JL, Abou-Zammam AM, Teruya TH, Abu-Assal ML. Anterior retroperitoneal lumbosacral spine exposure: operative technique and results. *Ann Vasc Surg*. 2003;17:137–42.
12. Kulkarni SS, Lowery GL, Ross RE, Ravi Sankar K, Lykomyros V. Arterial complications following anterior lumbar interbody fusion: report of eight cases. *Eur Spine J*. 2003;12:48–54.