

Fijación transpedicular y fusion-artrodesis circunferencial para el tratamiento de la espondilolistesis lumbosacra de alto grado. Experiencia multicéntrica

Dr. Javier Matta Ibarra*

Dr. Mauricio Rozo Franco**

Dr. Francisco Restrepo Suárez***

* Ortopedista - Traumatólogo, Jefe Cirugía de Columna Vertebral y Pelvis. Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Militar Central.

** Residente Cuarto año, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Universidad Militar Nueva Granada, Hospital Militar Central.

*** Residente Tercer año, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Fundación Universitaria San Martín.

Resumen

Diseño del estudio. Informe de casos.

Objetivo. Presentar la experiencia quirúrgica en el manejo de espondilolistesis lumbosacra de alto grado.

Marco conceptual. Esta patología ocasiona dolor crónico incapacitante, alteraciones posturales severas y/o déficit neurológico. La estabilización quirúrgica se justifica en adultos que presenten los síntomas o signos anotados y también en niños o adolescentes inclusive asintomáticos, dado el potencial de progresión de la deformidad. Esta estabilización puede efectuarse con o sin reducción del deslizamiento, sin embargo, reducirla implica riesgo de lesión neurológica, falla ósea (aflojamiento) o del implante (ruptura).

Diversos autores recomiendan realizar fusión-artrodesis circunferencial (intercorporal e intertransversa) in situ, asociada a fijación transpedicular para disminuir los riesgos descritos.

Materiales y Método. Ocho pacientes fueron intervenidos entre 1993 - 2002. La patología se analizó según presentación clínica (signos / síntomas), déficit neurológico, alteración postural (cifosis lumbosacra, inclinación sacra), complicaciones y seguimiento.

Resultados. Durante el seguimiento se documentó fusión sólida con mejoría neurológica en todos los casos. Un paciente presentó pie caído que revirtió posteriormente; otro presentó infección superficial de la herida, que fue controlada. La cifosis lumbosacra mejoró entre 8 - 42°, la inclinación sacra hasta 20°.

Recomendaciones. Se recomienda la artrodesis circunferencial "in situ" que puede realizarse en un solo tiempo quirúrgico.

Palabras clave. Espondilolistesis de alto grado, fijación transpedicular, fusión-artrodesis circunferencial.

Abstract

Study Design. Case report.

Objectives. To present the high grade lumbosacral spondylolisthesis surgical experience.

Summary of Background Data. Spondylolisthesis causes chronic disabling pain, postural alterations and/or motor and sensory deficits in the lower extremities.

Surgical stabilization is recommended in symptomatic adults and even in children or adolescents without symptoms because of the deformity progression potential. Stabilization can be done with or without reduction of the slippage, reduction implies neurological damage risk, bone (loosening) or implant (rupture) failure. Many authors recommend to do an "in situ" circumferential fusion-arthrodesis (interbody and intertransverse) associated with a transpedicular fixation in order to minimize the described risks.

Methods. Eight patients were operated from 1993 to 2002. Spondylolisthesis was analyzed according to clinical presentation, neurological dysfunction, postural alterations (slip angle, sacral inclination), complications and follow up.

Results. During follow up solid fusion was obtained with a better neurological function in all cases. One patient presented with a drop foot that reverted posteriorly; other patient had a superficial infection of the wound that was controlled. Slip angle improved between 8-42°, and sacral inclination to 20°.

Recommendations. Present technique is recommended because it can be done a circumferential "in situ" arthrodesis in a single stage operation.

Key words: High-grade spondylolisthesis, transpedicular fixation, circumferential fusion-arthrodesis.

Introducción

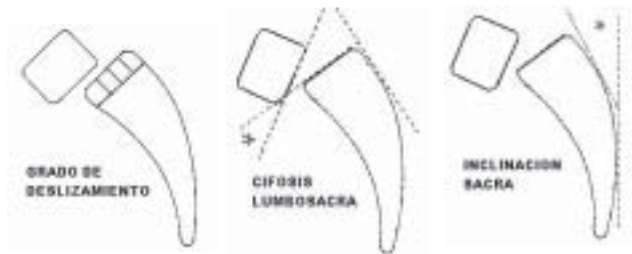
La espondilolistesis ha sido reconocida como una entidad clínica desde que Herbiniaux, un obstetra belga, la describió por primera vez en 1782¹; esta se ha definido como el desplazamiento anterior de un cuerpo vertebral sobre el inmediatamente inferior. El origen de la palabra proviene de las raíces griegas spondyl (columna) y olisthesis (desplazamiento)². Muchos términos se han utilizado para nombrar éste deslizamiento; los principales son: “Olistesis”, “Desplazamiento”, y “Traslación anterior”.²

Entre las múltiples técnicas de medición radiológica para la listesis del segmento lumbosacro, se destacan las siguientes: grado de deslizamiento, cifosis lumbosacra (ángulo de deslizamiento) e inclinación sacra.

Han sido usados dos métodos para medir el grado de deslizamiento, uno es el método de Meyerding, el cual divide en cuartos el diámetro anteroposterior del platillo superior de la primera vértebra sacra y asigna un grado I, II (bajo grado), III ó IV (alto grado) a los respectivos deslizamientos (*Figura 1A*). El otro método, descrito inicialmente por Taillard, expresa el grado de deslizamiento como un porcentaje del diámetro anteroposterior del platillo superior de S1.²

La cifosis lumbosacra cuantifica en grados la angulación del cuerpo de L5 con relación al sacro; normalmente ésta medida debe ser menor o igual a 10°³. La quinta vértebra lumbar tiende a inclinarse hacia delante en la medida que la listesis progresa (*Figura 1B*).

La inclinación sacra cuantifica en grados la angulación del sacro con respecto al plano vertical; su valor normal debe ser mayor de 30°³. El sacro tiende a verticalizarse en la medida que la listesis progresa^{1,2} (*Figura 1C*).



Figuras 1A, 1B y 1C.

En cuanto a la presentación clínica los síntomas / signos predominantes corresponden a dolor lumbar, dolor radicular, lumbociática, retracción de los músculos isquiotibiales y alteraciones de postura y marcha. Otros síntomas están relacionados con anomalías neurológicas como: disminución del reflejo aquiliano, atrofia de los músculos de la pierna, debilidad del extensor hallucis longus, disminución del reflejo patelar, pérdida de la sensibilidad y atrofia del muslo¹. Los pacientes se quejan a su vez por la deformidad marcada a nivel de su “cintura” (cifosis lumbosacra); se ha descrito el síndrome clínico de Newman consistente en retracción de los isquiotibiales, hiperlordosis de la columna lumbar y marcha tambaleante.⁴

La estabilización quirúrgica se justifica en adultos que presenten los síntomas o signos anotados y también en niños o adolescentes inclusive asintomáticos, dado el potencial de progresión de la deformidad. Dicha estabilización puede efectuarse con o sin reducción del deslizamiento, sin embargo, reducirla implica riesgo de lesión neurológica, falla ósea (aflojamiento) o del implante (ruptura).

Existe gran controversia en la literatura en relación con los aspectos de la técnica quirúrgica empleada para el manejo de ésta patología, a saber: vía de abordaje, descompresión, artrodesis y fijación.

Vía de abordaje: La artrodesis intercorporal L5-S1 puede llevarse a efecto por vía transperitoneal anterior^{1,5,4,6}, sin embargo se han reportado complicaciones vasculares, lesión del plexo lumbosacro y eyaculación retrógrada⁷. Smith y Bohlman⁸ por el contrario, propusieron efectuar por vía posterior esta artrodesis intercorporal empleando autoinjertos en bloque de peroné conjuntamente con la fusión intertransversaria, en un solo acto operatorio con un índice de complicaciones inferior a otras técnicas realizadas por otros autores.

La descompresión para Peek y colaboradores⁴ no está indicada, ya que sin efectuarla, obtuvieron fusión sólida y mejoría neurológica; teóricamente la descompresión incrementa la inestabilidad biomecánica y favorece la progresión de la deformidad, pérdida de reducción y falla de los implantes.

La artrodesis puede realizarse “in situ” o con reducción del deslizamiento, esta última técnica puede implicar mayo-

res complicaciones neurológicas y pseudoartrosis.^{1,4,6,9} De otra parte es recomendable en las espondilolistesis de alto grado, artrodesar de forma circunferencial (intertransversa – intercorporal) para minimizar los riesgos de falla por pseudoartrosis.^{5,10}

La fijación históricamente se ha efectuado con métodos de barras distractoras (Harrington)^{1,5,4} o barras y alambra-do sublamina (Luque)⁹. Estas técnicas involucran vértebras y discos intervertebrales sanos, en algunos casos hasta L1, con la consecuente pérdida funcional de la movilidad lumbar; en la actualidad la fijación transpedicular permite involucrar selectivamente las vértebras comprometidas L5-S1¹¹. Es importante aclarar que siendo la Técnica de Bohlman una artrodesis “in situ”, no interviene sobre la cifosis lumbosacra ni sobre la inclinación sacra; medidas biomecánicas que al alterarse determinan la deformidad y cambios posturales en los pacientes. Con la fijación interna transpedicular es posible mejorar en algún grado estas medidas, además de disminuir el riesgo de pseudoartrosis.^{1,5}

El primer autor de este trabajo, reportó previamente su experiencia utilizando la técnica de fijación transpedicular, para el manejo de canal estrecho, espondilolistesis y espondilolisis en columna lumbosacra¹¹, un subgrupo de dicha casuística motivó la presente investigación, con el objetivo de analizar selectivamente los pacientes que presentaban espondilolistesis de alto grado, manejados con la Técnica de Bohlman^{12,8} en combinación con fijación transpedicular, con el objeto de corregir la deformidad, estabilizar (mediante fijación interna / fusión-artrodesis circunferencial) y descomprimir cuando se justifica, todo esto por abordaje posterior en un acto quirúrgico (*Figura 2*).

Materiales y método

Estudio observacional descriptivo, tipo serie de casos, prospectivo y multicéntrico que revisa la experiencia en el manejo de espondilolistesis lumbosacra de alto grado combinando fusión-artrodesis circunferencial con fijación transpedicular por vía posterior.

El estudio comprende 8 pacientes ingresados por muestreo secuencial (no aleatorio), durante un periodo de 10 años, comprendido entre junio de 1993 y septiembre del 2002. Se llevaron a cabo en el Hospital Militar Central (Bogotá) 3

casos, Clínica San Rafael (Bogotá) 2 casos, Clínica del Country (Bogotá) 2 casos, y Clínica de Nuestra Señora de los Remedios (Cali) 1 caso.

Se incluyeron casos que cumplieron los siguientes criterios anatómicos, diagnósticos, radiológicos y quirúrgicos: Pacientes con espondilolistesis lumbosacra L5-S1 de alto grado (mayor del 50%) a quienes se les realizó la técnica descrita con la participación directa del primer autor.

Se excluyeron casos que presentaban las siguientes características: Pacientes con espondilolistesis lumbosacra menor del 50%, pacientes con espondilolistesis en nivel diferente a L5-S1.

Con respecto a los instrumentos de medición, se diseñó una tabla de recolección de información cuyos datos se registraron prospectivamente por el primer autor. Las variables consideradas se encuentran consignadas en las tablas N°1 y N°2.

Técnica Quirúrgica

El paciente se coloca en posición prona, se utiliza un abordaje estándar por línea media desde L3 hasta S2 (**Figura 3A**), se realiza disección subperióstica de las apófisis transversas de L5 y del alerón sacro en forma bilateral. Se practica resección del arco posterior de L5, laminotomía bilateral de S1, foraminotomía con el objeto de descomprimir las raíces de L5 y S1, en caso de que el paciente presente déficit neurológico franco. Posteriormente se coloca el fijador transpedicular autoestable en L5-S1 (**Figura 3B**), corrigiendo en lo posible la cifosis lumbosacra e inclinación sacra.

Para la técnica de artrodesis intercorporal se introduce un clavo-guía en cada lado, entre las raíces S1-S2; el punto de inserción de los clavos se sitúa aproximadamente 1cm por fuera de la línea media del cuerpo vertebral de S1; los clavos se dirigen en sentido postero-anterior hacia el cuerpo de L5. A continuación se pasa sobre la guía una broca canulada de 8mm (disponible en los instrumentales para la fijación de fracturas de cadera DHS o supracondíleas femorales DCS o en el instrumental de reconstrucción de ligamento cruzado de rodilla).

Se obtiene un bloque de la diáfisis del peroné, que se divide longitudinalmente y cada uno de los fragmentos se

moldea de modo que pueda ser introducido en el orificio preparado con la broca (Figura 3C). Se recoloca el arco posterior de L5 y se realiza una fusión intertransversa bilateral entre L5 y S1 con autoinjertos libres corticoesponjosos de cresta ilíaca tomados a través de la misma incisión (Figura 3D).

Se da de alta al paciente con un corsé LSO continuando su control clínico por consulta externa a las dos, seis, doce semanas y posteriormente de acuerdo a necesidad, según evolución. La ortesis se retira una vez la consolidación radiológica está confirmada (generalmente a las 12 semanas) mediante rayos X, tomografía lineal o tomografía computarizada.

Se solicitan estudios radiológicos en el trans-operatorio, post-operatorio inmediato y en el seguimiento a las seis y doce semanas, seis meses y un año; posteriormente de acuerdo a necesidad individualizada.

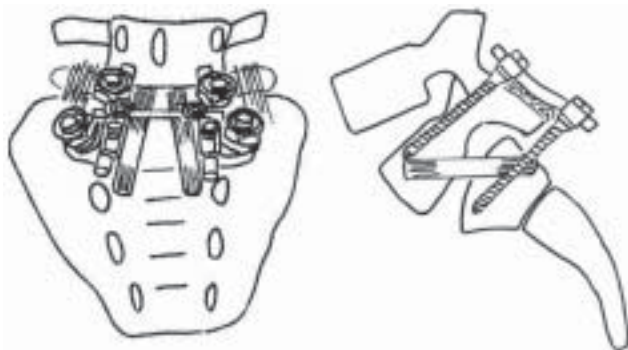


Figura 2. Planeamiento quirúrgico que muestra esquemáticamente la fijación y la fusión-artrodesis circunferencial.



Figura 3A. Colocación del paciente y demarcación de las referencias anatómicas para el abordaje.

Figura 3B. Imagen intraoperatoria, donde se aprecia el saco dural una vez retirado el arco posterior de L5.



Figura 3C. Ubicación de los injertos de peroné antes de su compactación.



Figura 3D. Recolocación del arco posterior de L5.

Resultados

En cuanto a la evaluación pre-operatoria (Tabla 1) de los ocho pacientes analizados seis fueron hombres y dos mujeres; con edades comprendidas entre 11 y 22 años. La magnitud de la listesis fue grado III en seis casos, grado IV en un caso y grado V en otro paciente. La cifosis lumbosacra se cuantificó entre 20 - 62° y la inclinación sacra entre 20 - 46°. Clínicamente los pacientes presentaban lumbago, lumbociática, alteración postural y síntomas radiculares L4-L5-S1; además en tres de los pacientes (casos N° 4, 5 y 7) se evidenció déficit neurológico objetivo de tipo radicular.

Las indicaciones quirúrgicas fueron severo dolor lumbar en los ocho pacientes, dolor radicular unilateral constante e incapacitante en dos de ellos y dolor radicular bilateral en un paciente ya operado previamente; en este último caso se demostró pseudoartrosis asociada en L5-S1.

TABLA 1 EVALUACIÓN PREOPERATORIA								
Caso	Edad	Sexo	Grado de Listests	Cifosis Lumbosacra	Inclinación Sacra	Síntomas Signos	Déficit Neurológico	Cirugía Previa
1	22	M	III	21	25	Dolor Lumbar Alteración postural	No	No
2	18	M	III	28	35	Dolor Lumbar Alteración postural	No	No
3	22	F	III	20	20	Dolor Lumbar Alteración postural	No	No
4	20	M	III	25	35	Lumbociática Izquierda Alteración postural	Radiculopatía S1 izquierda Arreflexia Aquiliana	No
5	13	M	IV	40	37	Lumbociática bilateral Alteración postural	Radiculopatía L4 L5 bilatero. parésia cuádriceps dorsiflexores 4/3	Descompresión Artrocesis Laminectomía L5
6	15	M	III	20	46	Lumbociática bilateral Alteración postural	No	No
7	11	F	V	62	28	Lumbociática derecha Escoliosis antálgica Alteración postural	Radiculopatía S1 derecha	No
8	21	M	III	33	23	Lumbociática izquierda Alteración postural	No	No

Tabla 1. Evaluación preoperatoria

Con respecto a los resultados post-operatorios (Tabla N° 2), la descompresión se realizó únicamente en los tres pacientes con déficit neurológico franco; se fusionaron y artrodesaron tres vértebras (L4, L5, S1) en 5 casos y 2 vértebras (L5, S1) en los restantes. En todos los pacientes se utilizaron injertos óseos autógenos de peroné y cresta iliaca (Figuras 4 y 5); la inmovilización post-quirúrgica se llevó a efecto con corsé lumbosacro (LSO) en polipropileno de uso

diurno. La cifosis lumbosacra mejoró entre 8-42° y la inclinación sacra hasta 20°. El periodo de seguimiento osciló entre 5 y 119 meses. Como complicaciones se presentaron pie caído en el post-quirúrgico inmediato del caso N° 3, condición que revirtió con fisioterapia; en este paciente se detectó también en el seguimiento ruptura asintomática de los tornillos sacros, sin que hasta el momento se haya justificado su remoción.

En el caso N° 6 se identificó falsa ruta de un tornillo colocado lateral al pedículo de L5, situación manifestada por dolor intratable en el post-operatorio inmediato. La falsa ruta se confirmó mediante rayos X y tomografía computarizada; esta complicación se manejó recolocando el tornillo.

A la paciente del caso N° 7 fue necesario retirarle el fijador transpedicular al segundo año post-quirúrgico, ya que siendo una niña de contextura delgada el instrumental pro-

truía subcutáneamente. En el caso N° 8 se presentó infección aguda por *Enterobacter cloacae* en el área donante de injertos óseos de la cresta ilíaca; se controló con un lavado quirúrgico y administración de Ciprofloxacina endovenosa. Todos los pacientes manifestaron durante el seguimiento mejoría del lumbago y la ciatralgia, de otra parte en ninguno de ellos se ha documentado pseudoartrosis ni se ha requerido revisión quirúrgica por recurrencia de los síntomas.

TABLA 2 RESULTADOS POST OPERATORIOS

Caso	Descompresión	Niveles Fusionarios	Tipo Injertos	Ortesis	Cifosis Lumbosacra	Inclinación Sacra	Periodo de Seguimiento (meses)	Complicaciones
1	No	L4 L5 S1	Peroné # 2 autólogos Cresta ilíaca	LSO polipropileno	5	45	119	Ninguna
2	No	L4 L5 S1	Peroné # 2 autólogos Cresta ilíaca	LSO polipropileno	7	46	111	Ninguna
3	No	L4 L5 S1	Peroné # 2 autólogos Cresta ilíaca	LSO polipropileno	4	40	108	Pie caído Ruptura tornillos sacros
4	Foraminotomía L5 S1 r. izquierda Recolocación arco L5	L5 S1	Peroné # 2 autólogos Cresta ilíaca	LSO polipropileno	2	42	58	Ninguna
5	Foraminotomía bilateral L4 L5 L5 S1	L4 L5 S1	Peroné # 2 autólogos Cresta ilíaca	LSO polipropileno	28	40	54	Ninguna
6	No Recolocación arco L5	L5 S1	Peroné # 2 autólogos Cresta ilíaca	LSO polipropileno	4	46	46	Falsa ruta L5 recolocación tornillo
7	Foraminotomía L5 S1 derecha Discectomía L5 S1	L4 L5 S1	Peroné # 2 autólogos Cresta ilíaca	LSO polipropileno	20	37	32	Ninguna
8	No Recolocación arco L5	L5 S1	Peroné # 2 autólogos Cresta ilíaca	LSO polipropileno	25	31	5	Infección cresta ilíaca por <i>Enterobacter Cloacae</i>

Tabla 2. Resultados post-operatorios.

Discusión

La espondilolistesis de alto grado es una patología infrecuente, en consecuencia los aspectos técnicos de su manejo quirúrgico se prestan a controversia; estos aspectos ya mencionados previamente, corresponden a vía de abordaje, descompresión, artrodesis y fijación. Estando justificada la artrodesis intercorporal L5-S1 como complemento de la fusión posterior, la Técnica de Bohlman puede considerarse como el método de elección con este objetivo, ya que por una parte obvia un segundo tiempo operatorio vía transperitoneal anterior y por otra evita las complicaciones relacionadas con la manipulación de las estructuras vasculares y neurológicas pre-sacras^{1,13,14,11}.

Con respecto a la descompresión, en la presente serie se efectuó únicamente en tres pacientes (casos N° 4, 5 y 7) que presentaban déficit neurológico franco; en los demás casos la signología-sintomatología prequirúrgica se resolvió espontáneamente con la estabilización.

Con la fusión-artrodesis posterior como técnica aislada según Boxall y colaboradores¹ puede presentarse hasta 25% de pseudoartrosis, complicación ausente en la casuística de Bohlman y en la nuestra, atribuible a la práctica de artrodesis circunferencial. De otra parte, es importante analizar si la fusión-artrodesis debe efectuarse “*in situ*” o posterior a la reducción de la listesis; de acuerdo a la literatura la reducción puede conllevar complicaciones neurológicas (neuropaxia L5 o raíces proximales, síndrome de cauda equina)^{15, 13, 4, 14, 9, 11, 6, 16, 17, 18} y hasta 21% de pseudoartrosis; ^{1, 15} en consecuencia es preferible optar por la técnica “*in situ*” para minimizar estos riesgos.

La fijación interna transpedicular cumple con tres objetivos específicos, disminuir el riesgo de pseudoartrosis^{1,5}, preservar en mayor grado la función articular de la columna lumbar puesto que a diferencia de otros tipos de fijación, permite involucrar selectivamente las vértebras comprometidas L5-S1 o en casos extremos L4-L5-S1. El tercer objetivo se relaciona con la intervención sobre la cifosis lumbosacra y la inclinación sacra, aspecto que no es tenido en cuenta en la Técnica original de Bohlman. Es evidente que la alteración progresiva de estas medidas, se correlaciona con mayor deformidad y deterioro postural, por lo tanto, su mejoría representa una ganancia estética y funcional para el paciente. En la Tabla No 2 se confirma cuantitativamente la ganancia y mejoría objetiva de estas dos medidas biomecánicas.

El objetivo primordial del tratamiento es la estabilización biomecánica de la listesis mediante fusión-artrodesis y fijación, la reducción, no lo es. Peek⁴ considera que aún en las manos del más experto cirujano ocurren complicaciones; para Nachemson y Wiltse “es cuestionable si se debe intentar reducir la listesis en plan de investigación ya que la fusión *in situ* da buenos resultados”⁵.

Con base en los aspectos analizados y en los resultados satisfactorios de esta serie, es recomendable tratar la espondilolistesis lumbosacra de alto grado (con indicación quirúrgica) mediante una técnica de fusión-artrodesis circunferencial “*in situ*”, fijación transpedicular (con mejoría de la cifosis lumbosacra e inclinación sacra), descompresión cuando esté justificada, todo esto vía posterior y en un solo acto operatorio.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta la experiencia reunida, la presente técnica se recomienda por los siguientes aspectos:

- La artrodesis intercorporal lumbosacra realizada por abordaje posterior, evita los riesgos que pueden presentarse por una vía anterior.
- La fijación “*in situ*” de L5-S1, minimiza las complicaciones asociadas a la reducción de la listesis.
- La descompresión (como factor de inestabilidad) se justifica únicamente en aquellos pacientes que presenten déficit neurológico franco.
- Esta es una técnica que permite efectuar los procedimientos descritos y la fijación transpedicular en un sólo acto quirúrgico.

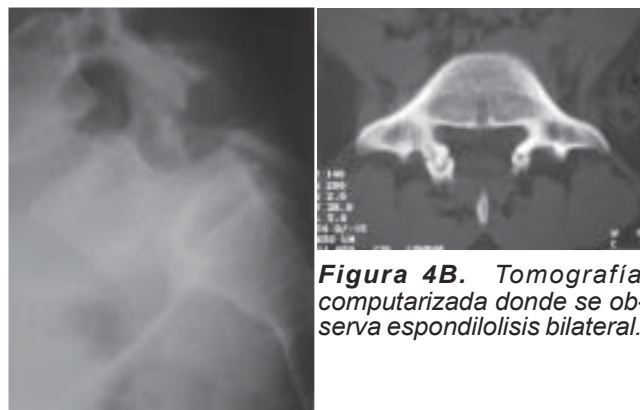


Figura 4A. Rx lateral columna lumbosacra del paciente, caso N° 4.

Figura 4B. Tomografía computarizada donde se observa espondilolisis bilateral.



Figura 4C. Rx AP y lateral post-operatoria que evidencia claramente la colocación de los injertos intertransversos L4-L5-S1 e intercorporales de peroné L5-S1.

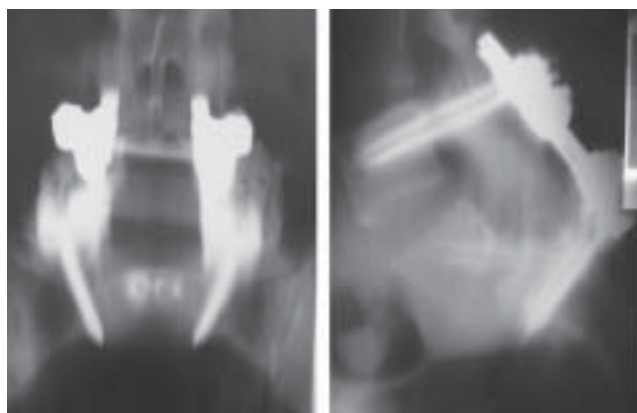


Figura 4D. Tomografía lineal AP y lateral durante el seguimiento que muestra la integración de los injertos intertransversos L4-L5-S1 e intercorporales L5-S1.

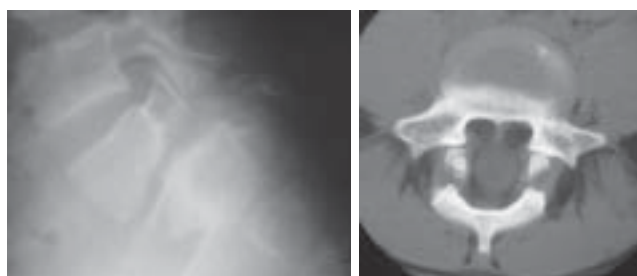


Figura 5A. Rx lateral columna lumbosacra del paciente, caso N° 6.



Figura 5B. Tomografía computarizada donde se observa espondilolisis bilateral.

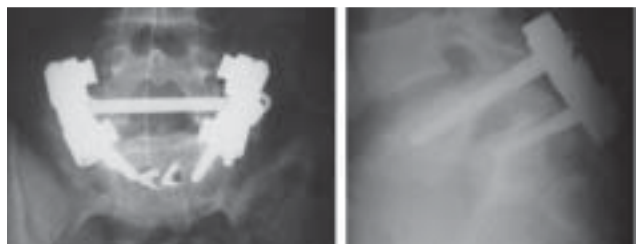


Figura 5C. Rx AP y lateral post-operatoria que evidencia claramente la colocación de los injertos intertransversos e intercorporales de peroné L5-S1.

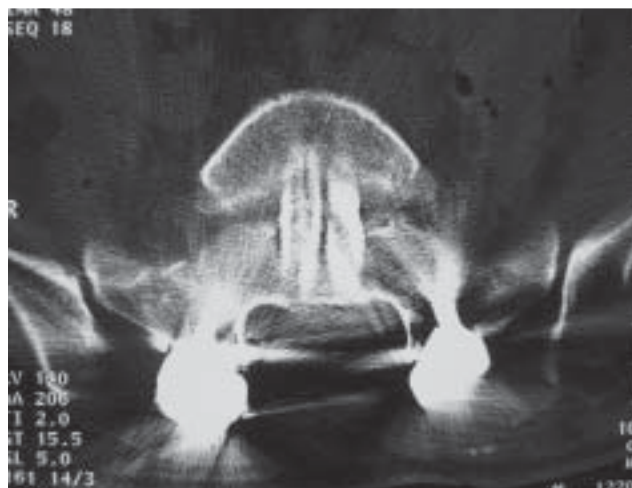


Figura 5D. Tomografía computarizada post-operatoria que confirma la artrodesis intercorporal L5-S1 con los injertos de peroné.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos:

- Al servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Militar Central por su permanente apoyo y estímulo para realizar este tipo de estudios.
- Al grupo de especialistas de otras instituciones por su colaboración con el manejo de los pacientes incluidos en este trabajo.
- Dr. Germán Ochoa Amaya – Hospital Clínica San Rafael, Bogotá, D.C.
- Dr. Alvaro Silva Ardila – Clínica del Country, Bogotá, D.C.
- Dr. José María Rodríguez García – Fundación Santa Fe de Bogotá.
- Dr. Gersaín Rojas Valdés – Hospital Universitario del Valle, Santiago de Cali.
- Dr. Germán Orrego Aristizábal – Hospital Universitario del Valle, Santiago de Cali.
- Dr. Mario Germán González Tenorio – Fundación Valle de Lili, Santiago de Cali.

Bibliografía

1. BOXALL D, WINTER RB, Moe JH. Management of Severe Spondylolisthesis in Children and Adolescents. *J.Bone Joint Surg*. 1979; 61A: 479-495.
2. STEFFEE AD, SITKOWSKI DJ. Reduction and Stabilization of Grade IV Spondylolisthesis. *Clin Orthop*. 1988; 227: 82-89
3. BRADFORD DS. Spondylolisis and Spondylolisthesis. En: Bradford, Loustein, Ogilvie, Winter editors. *Scoliosis and other Spinal Deformities*. 2ND ed. Philadelphia WB Saunders co; 1981 p.408-409.
4. DEWALD RL, FAUT MM, TADDONIO RF, NEUWIRTH MG. Severe Lumbosacral Spondylolisthesis in Adolescents and Children. *J.Bone Joint Surg*. 1981; 63A: 619-626.
5. BRADFORD DS, GOTTFRIED Y. Treatment of Severe Spondylolisthesis by Anterior and Posterior Reduction and Stabilization. *J.Bone Joint Surg*. 1990; 72A: 1060-1066.
6. MCPHEE IB, O'BRIEN JP. Reduction of Severe Spondylolisthesis: A preliminary report. *Spine*. 1979; 4: 430-434.
7. PEEK RD, WILTSE LL, REYNOLDS JB, THOMAS JC, GUYER DW, WIDELL EH. *In Situ* Arthrodesis without Decompression for Grade-III or IV Isthmic Spondylolisthesis in adults who have severe sciatica. *J.Bone Joint Surg*. 1989; 71A: 62-68.
8. SMITH MD, BOHLMAN HH. Spondylolisthesis Treated by a Single-Stage Operation Combining Decompression with *in situ* Posterolateral and Anterior Fusion. *J.Bone Joint Surg*. 1990; 72A: 415-420.
9. LUQUE ER. The anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation. *Spine*. 1982; 7:256-262
10. ESSES SI, NAZAR N, PHELPS K. Posterior Interbody Arthrodesis with a Fibular Strut Graft in Spondylolisthesis. *J.Bone Joint Surg*. 1995; 77A: 172-176.
11. MATTA J, DÍAZ CL, GAMBA CE. Fijación transpedicular en espondilolistesis, Espóndilolisis y Canal lumbar estrecho de la Columna lumbosacra. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*. 2002; 16-3: 18-24.
12. BOHLMAN HH, Cook SS. One Stage Decompression and Posterolateral and Interbody Fusion for Lumbosacral Spondyloptosis Through a Posterior Approach. *J.Bone Joint Surg*. 64A: 415-418
13. BRADFORD DS, GOTTFRIED Y. Staged Salvage Reconstruction of Grade-IV and V Spondylolisthesis. *J.Bone Joint Surg*. 1987; 69A: 191-202.
14. FREEMAN BL, DONATI NL. Spinal Arthrodesis for Severe Spondylolisthesis in Children and Adolescents. *J.Bone Joint Surg*. 1989; 71A: 594-598.
15. BRADFORD DS. Treatment of Severe Spondylolisthesis: A combined Approach for Reduction and Stabilization. *Spine* 1979; 4: 423-429.
16. SCHOENECKER PL, COLE HO, HERRING JA, CAPELLI AM, BRADFORD DS. Cauda Equina Syndrome After *In Situ* Arthrodesis for Severe Spondylolisthesis at the Lumbosacral Junction. *J.Bone Joint Surg*. 1990; 72A: 369-377.
17. TRANSFELDT EE, DENDRINOS GK, BRADFORD DS. Paresis of Proximal Lumbar Roots after Reduction of L5-S1 Spondylolisthesis. Briefly Noted. *Spine*. 1988; 14: 884-887.
18. DICK WT, SCHNEBEL B. Severe Spondylolisthesis: Reduction and Internal Fixation. *Clin Orthop*. 1988; 232: 70-79.
19. SEITSALO S, ÖSTERMAN, HYVÄRINEN H, SCHLENZCA D, POUSSA M. Severe Spondylolisthesis in Children and Adolescents. *J.Bone Joint Surg*. 1990; 72B: 259-265.
20. WILTSE L, WINTER RB. Terminology and Measurement of Spondylolisthesis. *J.Bone Joint Surg* 1983; 65A: 768-772.

