

**FIJACIÓN TRANSPEDICULAR Y ARTRODESIS POSTEROLATERAL EN EL CANAL LUMBAR ESTRECHO Y ESPONDILOLISTESIS DEGENERATIVA.**

**REVISION DE SERIE DE CASOS, EVALUANDO RESULTADOS DE ESTA TECNICA QUIRURGICA.**

**Dr. Javier Matta Ibarra. €**

**Dr. Diego Muñoz Fuentes. £**

**Dr. Mario Marín Troncoso. α**

**Dr. Fernando Alvarado Gómez. ¥**

**Dr. Juan Pablo Suescún Moreno. Ψ**

**Dr. Julian Escobar Rincón. Β**

€. Ortopedista – Traumatólogo. Director Programa de Especialización en Cirugía de Columna Vertebral, Pelvis y Acetábulo – Universidad Militar Nueva Granada. Jefe Clínica Columna Vertebral - Servicio de Ortopedia y Traumatología - Hospital Militar Central. Bogotá, D.C.

£. Ortopedista – Traumatólogo. Cirugía de Columna Vertebral. Clínica la Estancia. Hospital Universitario San José. Docente Universidad del Cauca. Popayán.

α. Ortopedista – Traumatólogo. Cirugía de Columna Vertebral - Clínica Proinsalud - Hospital Infantil Los Ángeles. Pasto.

¥. Ortopedista – Traumatólogo. Especialista en Entrenamiento Programa de Especialización en Cirugía de Columna Vertebral, Pelvis y Acetábulo – Universidad Militar Nueva Granada – Hospital Militar Central – Servicio de Ortopedia y Traumatología, Bogotá, D.C.

Ψ. Médico Residente IV año. Programa de Especialización en Ortopedia y Traumatología - Universidad Militar Nueva Granada – Hospital Militar Central – Servicio de Ortopedia y Traumatología, Bogotá - D.C.

Β. Médico Residente III año. Programa de Especialización en Ortopedia y Traumatología - Universidad Militar Nueva Granada – Hospital Militar Central – Servicio de Ortopedia y Traumatología, Bogotá - D.C.

Email: jematta@yahoo.es

## CONTENIDO

Resumen	3
Introducción	4
Identificación y Formulación del problema	5
Justificación	5
Objetivo general	6
Objetivos secundarios	6
Marco teórico	7
Metodología	11
Población de estudio	11
Criterios de inclusión	13
Criterios de exclusión	13
Técnicas de recolección de información	14
Procedimiento de recolección de información	14
Plan de análisis	15
Implicaciones éticas	17
Resultados	18
Discusión	25
Recomendaciones	28
Referencias bibliográficas	29

## RESUMEN

**Introducción:** El canal lumbar estrecho y la espondilolistesis degenerativa son patologías frecuentes en la consulta de columna. Las opciones terapéuticas actuales van desde el manejo conservador hasta la cirugía con tasas de éxito del 90 al 96% y complicaciones hasta el 16%. En el presente estudio se evaluaron los resultados a largo plazo con la técnica de fijación transpedicular y artrodesis posterolateral en canal lumbar estrecho y espondilolistesis degenerativa.

**Metodología:** Se diseñó un estudio descriptivo, prospectivo, multicéntrico, tipo serie de casos con el objetivo de analizar la experiencia con la técnica descrita para el tratamiento de pacientes con canal lumbar estrecho degenerativo y espondilolistesis degenerativa, realizado en el Hospital Militar Central; se excluyeron aquellos pacientes que presentaban canal estrecho constitucional. La muestra fue de ciento treinta y cuatro pacientes (134) que fueron intervenidos secuencialmente entre febrero de 1992 hasta diciembre de 2009, en ellos se analizaron diferentes variables socio demográficas y clínico quirúrgicas.

**Resultados:** En el Hospital Militar Central se operaron el 60.4% de los pacientes, los restantes 39.6% en otras instituciones. La media para la edad fue 58.81 años, el género se distribuyó 41.8% masculino y 58.2% femenino. Según diagnóstico se presentó canal lumbar estrecho en 50% y espondilolistesis degenerativa en 50%. En cuanto a la sintomatología se encontró radiculopatía 68% y lumbalgia 13.4%. Los principales niveles intervenidos fueron L5-S1 31,3%, L4-L5 23,5%. La media del tiempo quirúrgico de ortopedia fue de 214 minutos.

Se presentaron como complicaciones ruptura de la duramadre 7.46%, infección superficial 3.73%, infección profunda 3.73%, falla ósea (aflojamiento de implantes o subsidencia) 2.23%, déficit neurológico 2.23%, ruptura del material 1.49%, falsa ruta en la orientación de los tornillos transpediculares 1.49%, pseudoartrosis 1.49% y seroma 0.74% y dolor crónico en el área donante de los autoinjertos de cresta iliaca 0%.

**Conclusión:** La técnica quirúrgica utilizada fue efectiva para el tratamiento de las patologías descritas, la incidencia de complicaciones se encuentra dentro de lo reportado en la literatura internacional. Teniendo en cuenta el riesgo beneficio no se justifica agregar a la técnica procedimientos adicionales como colocación de implantes y artrodesis intercorporal. La descompresión quirúrgica debe efectuarse únicamente en pacientes con signología y/o sintomatología neurológica objetiva.

**Palabras clave:** Fijación transpedicular, artrodesis posterolateral, canal lumbar estrecho, espondilolistesis degenerativa.

## ABSTRACT

**Introduction:** The lumbar spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis are common diseases in the column. Current treatment options range from conservative management to surgery with success rates of 90 to 96% and complications by 16%. This study evaluated long-term results with the technique of posterolateral fusion and transpedicular fixation in lumbar spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis.

**Methodology:** We performed a descriptive, prospective, multicenter case series in order to analyze the experience with the technique described for the treatment of patients with degenerative lumbar spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis, held at the Central Military Hospital, were excluded patients who had constitutional narrow channel. The sample was one hundred and thirty-four patients (134) that were operated sequentially from February 1992 to December 2009, they analyzed different demographics and clinical surgery.

**Results:** In the Central Military Hospital underwent surgery 60.4% of patients, the remaining 39.6% in other institutions. The mean age was 58.81 years, gender was distributed 41.8% male and 58.2% female. According diagnosis is presented in lumbar spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis 50% to 50%. As radiculopathy symptoms was found 68% and 13.4% low back pain. The main levels were L5-S1 surgery 31.3%, 23.5% L4-L5. The mean operative time was 214 orthopedic minutes.

Complications were presented as rupture of the duramater 7.46% 3.73% superficial infection, deep infection 3.73%, marrow failure (implant loosening or subsidence) 2.23% 2.23% neurological deficit, breaking the 1.49% material, false path in the direction of transpedicular screws 1.49%, 1.49% and seroma nonunion 0.74% and chronic pain in the donor area of the iliac crest autografts 0%.

**Conclusion:** The surgical technique was effective for the treatment of the diseases described above, the complication rate is within that reported in international literature. Taking into account the risk benefit does not justify adding additional procedures to the technique as implant placement and interbody fusion. Surgical decompression should be performed only in patients with signology and / or objective neurological symptoms.

**Keywords:** transpedicular fixation, arthrodesis posterolateral, lumbar spinal stenosis, degenerative spondylolisthesis.

## INTRODUCCION

La fijación transpedicular es una técnica que ha evolucionado de manera sustancial desde los reportes iniciales de *Roy Camille* [1,2,3] y posteriormente de *Steffe* [4] entre otros autores; los tornillos transpediculares fijan las tres columna descritas por *Denis* [5]; por otra parte se involucra un menor número de vertebras en la instrumentación, preservando la funcionalidad lumbar en los niveles adyacentes.

Entre las patologías que afectan el segmento lumbosacro, vale la pena destacar como las más frecuentes al canal lumbar estrecho, la espondilolistesis degenerativa, la espondilolistesis secundaria a espondilólisis y la espondilolistesis displásica. El canal lumbar estrecho degenerativo consiste en una disminución progresiva de las dimensiones del canal espinal lumbar y del foramen neural, que conducen a una constricción de las raíces nerviosas. Este estrechamiento es causado por un proceso degenerativo crónico con hipertrofia de las facetas articulares y del ligamento amarillo asociados a una enfermedad discal degenerativa central y para central [6].

Existen diferentes alternativas en el tratamiento que va desde el manejo conservador hasta las diferentes opciones quirúrgicas. Las indicaciones generales para la intervención quirúrgica de los pacientes con este tipo de afecciones son el dolor lumbar y/o radicular incapacitante, que no haya respondido al tratamiento médico y a la rehabilitación integral, a la presencia de un déficit neurológico progresivo o la progresión radiográfica de la listesis [6].

Este trabajo reporta la experiencia multicéntrica en 17 años, utilizando la técnica convencional de fijación transpedicular y artrodesis posterolateral para el tratamiento de canal lumbar estrecho y espondilolistesis degenerativa.

## **IDENTIFICACION Y FORMULACION DEL PROBLEMA**

En la columna lumbar la patología de tipo degenerativo (canal estrecho y espondilolistesis degenerativa) es uno de los principales problemas que padecen los pacientes adultos mayores en nuestra consulta, ocasionando hipertrofia de las estructuras del canal raquídeo, compresión de las estructuras neurológicas, dolor lumbar y/o radicular.

Dentro de las opciones terapéuticas actuales para su manejo quirúrgico encontramos una gran variedad de alternativas que van desde artrodesis posterolateral sin y con instrumentación, hasta artrodesis circunferenciales.

Se evaluó en nuestra institución cuáles son los resultados a largo plazo de la fijación transpedicular y artrodesis posterolateral en canal lumbar estrecho y en la espondilolistesis degenerativa, comparados con la literatura.

## **JUSTIFICACION**

Este trabajo de investigación aporta conocimiento de la experiencia y los resultados del Grupo de Cirugía de Columna del Hospital Militar Central y otras Instituciones de tercer o cuarto nivel de Bogotá, D.C. y/o el país, en el manejo del canal lumbar estrecho y la espondilolistesis degenerativa mediante la técnica de fijación transpedicular y artrodesis posterolateral. Lo anterior con el propósito de establecer los resultados de dicho procedimiento en un seguimiento a largo plazo y compararlos con la literatura, lo cual permitirá establecer parámetros de guías a seguir para nuestro Servicio.

## **OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS**

### **Objetivo General**

Evaluar los resultados clínicos del postoperatorio mediante fijación transpedicular y artrodesis posterolateral en pacientes con canal lumbar estrecho y espondilolistesis degenerativa atendidos en el Hospital Militar Central y otras Instituciones de tercer o cuarto nivel de Bogotá, D.C. y/o el País, desde 1992 hasta el 2009.

### **Objetivos Específicos**

Describir la distribución de pacientes operados de canal lumbar estrecho y espondilolistesis degenerativa mediante la técnica de fijación transpedicular y artrodesis posterolateral, según diferentes variables.

Analizar las complicaciones que se pueden presentar con la fijación transpedicular y artrodesis posterolateral en pacientes con canal lumbar estrecho y espondilolistesis degenerativa.

Describir resultados clínicos evaluados durante el seguimiento de la fijación transpedicular y artrodesis posterolateral en pacientes con canal lumbar estrecho y espondilolistesis degenerativa.

## MARCO TEORICO

La espondilolistesis ha sido reconocida como una entidad clínica desde *Herbinaux*, un obstetra belga, quien la describió por primera vez en 1782 [7]; también fue reportada entre 1850-1854 anterior al descubrimiento de los rayos X, cuando el Dr. *Killian*, ginecólogo alemán, describió la entidad en especímenes de autopsia. Esta fue definida como el desplazamiento anterior de un cuerpo vertebral sobre el inmediatamente inferior en el plano transversal, más frecuentemente en L4-L5 y L5-S1. Se clasifica según *Wiltse, Newman y Macnab* basados en el trabajo de *Neugebauer* [8] como tipo I displásica en presencia de anomalías congénitas de la unión lumbosacra, más frecuentemente de los arcos y facetas sacras, no existe defecto de la pars; tipo II ístmica cuando hay un defecto de la pars interarticularis (espondilólisis); tipo III degenerativa si el desplazamiento es debido a inestabilidad y degeneración del disco y las facetas de manera crónica; tipo IV traumática, por fracturas de las facetas de L5-S1 y el desplazamiento puede ocurrir de forma insidiosa posterior a la lesión, tipo V patológica debida a destrucción de la pars interarticularis, pedículos o facetas, por enfermedades locales o generales que produzcan debilidad ósea.

Se han usado dos métodos para medir el grado de deslizamiento, uno es el método de Meyerding, el cual divide en cuartos el diámetro antero posterior del platillo superior de la vertebra inferior, el otro método, descrito inicialmente por Taillard, expresa el grado de deslizamiento como un porcentaje del diámetro antero posterior del platillo superior de S1, otorgándoles un porcentaje al grado I hasta el 25%, II hasta el 50%; las cuales se consideran de bajo grado y III hasta el 75%, IV hasta el 100%, V más del 100% o espondiloptosis; determinándose estas últimas como de alto grado. [9,10].

El riesgo de progresión puede empeorar si el paciente realiza movimientos repetitivos de flexión y la progresión de los síntomas clínicos no se correlaciona con la progresión de deslizamiento.

El diagnostico se realiza con una buena historia clínica, examen físico y siempre evaluar si existe radiculopatía o claudicación neurogénica asociado o no a dolor mecánico.

Muchos pacientes permanecen asintomáticos durante toda su vida y nunca presentan síntomas clínicos. De presentarse algún síntoma este está relacionado con dolor lumbar y menos común con radiculopatía [11].

Las ayudas diagnosticas son la radiografía lateral y la resonancia magnética (RM), en casos de contraindicación de esta última el mieloTAC puede ser de utilidad.

Por otra parte existe una patología que afecta a un grupo mayor de edad la cual es el canal lumbar estrecho que consiste en una disminución progresiva de las dimensiones del canal espinal lumbar y/o del foramen neural, que conduce a una constricción de las raíces nerviosas y de la cauda equina; este estrechamiento es causado por un proceso degenerativo crónico con hipertrofia de las facetas articulares y del ligamento amarillo



asociado a una enfermedad discal degenerativa central y paracentral[6]. Estas pueden ser clasificadas como congénitas o adquiridas dentro de las que se incluyen según su causa de tipo degenerativo, iatrogénica, miscelánea o traumática.

Esta patología se manifiesta entre la 5ª y la 6ª décadas de la vida presentándose con una incidencia de 5/1000 en personas mayores 50 años y está estimado que es una de las principales causas de cirugía en pacientes mayores de 65 años.

Ocurre principalmente entre los niveles de L3- L4 y L4- L5 y se presenta en un 95% con claudicación neurogénica, seguida en un 70 % de alteraciones en la sensibilidad de miembros inferiores, un 12 % con alteraciones a nivel de control esfínteres y su distribución se comporta afectando de manera unilateral en un 58% y bilateral en un 42%.

En cuanto al enfoque diagnóstico el estándar de oro sigue siendo la resonancia magnética en la cual se logra determinar el grado de compromiso a nivel del canal raquídeo.

Existen diferentes opciones terapéuticas en ambos grupos de pacientes que van desde el espectro del manejo conservador al manejo quirúrgico.

Las indicaciones generales para la intervención quirúrgica en los pacientes son el dolor lumbar y/o radicular incapacitante que no haya respondido al tratamiento médico y a la rehabilitación integral, la presencia de un déficit neurológico progresivo o la progresión radiográfica en el caso de la listesis [12].

Como se sabe, la fijación transpedicular es una técnica que ha evolucionado de manera sustancial desde los reportes iniciales de *Roy Camille* [3] y posteriormente de *Steffe* [4]. Con la técnica transpedicular se fijan las tres columnas descritas por Denis. [5]. Por otra parte involucra un menor número de vertebras, preservando la movilidad articular en mayor grado.

La técnica de artrodesis posterolateral fue descrita por Watkins hace más de 50 años y es la forma más común de artrodesis lumbar. El injerto óseo es posicionado sobre las superficies decorticadas de las transversas, pars interarticularis y articulación facetaria. La artrodesis posterolateral puede ser complementada con fijación mediante implantes que reducen la movilidad y mejoran las tasas de fusión reportadas en la literatura hasta de un 96%. Otros tipos de fijación como el uso de ganchos han mostrado propiedades biomecánicas inferiores a la fijación con tornillos pediculares [1].

La artrodesis de columna lumbar ha comenzado a ser una cirugía que se realiza con frecuencia y su uso ha venido en aumento. Se estima que en Estados Unidos se ha incrementado ésta en un 77% entre 1996 y el 2001. Inicialmente fue indicada en casos de infecciones, escoliosis del adolescente y trauma pero su indicación también llegó al manejo de enfermedades de tipo degenerativo, espondilolistesis y enfermedad discogénica [13].

Las indicaciones quirúrgicas para la realización de artrodesis posterolateral son la presencia de inestabilidad clínica y radiográfica (traslación > 4 mm o Angulación >10°), trauma, escoliosis, tumores, infección o enfermedades degenerativas, espondilolistesis Grado I-II sin respuesta al manejo conservador o grado III- IV, dolor discogénico, hernia recurrente discal con dolor mecánico y finalmente como tratamiento de la pseudoartrosis.

*Herkowitz et al*, en un estudio prospectivo de 50 pacientes con espondilolistesis Grado I y canal lumbar estrecho, encontró que la descompresión y la artrodesis intertransversa disminuyó el dolor lumbar y la irradiación a miembro inferior con un 96% de resultados satisfactorios comparado con la descompresión sola que solo fue de un 44% con un seguimiento de 3 años. La espondilolistesis progresó en un 96% de los pacientes sin artrodesis y solo en un 28% con artrodesis con una tasa de pseudoartrosis del un 36% documentado en radiografías. Concluyó que la artrodesis en conjunto con descompresión provee mejores resultados clínicos y previene la progresión de la listesis [1].

A lo mencionado anteriormente otros autores como *Mardjetko, Fischgrund y Bridwell*, en sus estudios encontraron buenos resultados con la artrodesis mas instrumentación, el primero en un meta análisis donde evaluó 25 estudios de un período desde 1970 hasta 1993, donde fueron incluidos 889 pacientes con espondilolistesis y canal lumbar estrecho, encontrando que los pacientes tratados con descompresión sola presentaron un 69% de buenos resultados, mientras que los tratados con descompresión más artrodesis presentaron un 90% de buenos resultados muy similares a los reportados por los otros autores con tasas de fusión del 82% y 87.5% respectivamente . [14, 15,16].

Ante estos buenos resultados mencionados también existe literatura controversial como la reportada por *Thomsen et al*, en el que encuentra resultados similares en la artrodesis con y sin instrumentación concluyendo que el grupo instrumentado presento mayor tiempo quirúrgico, mayor pérdida sanguínea y re operación temprana, concluyendo que en general el uso de fijación mediante tornillos pediculares no es justificado [17].

En general la instrumentación transpedicular tiene tasas de complicaciones que se han reportado hasta en un 54%, con un 4-5% de riesgo de infección profunda, 4% de lesión de duramadre, 2% de neuropraxia transitoria, 2% de lesión permanente de raíz nerviosa, 3-12% de falla de material de osteosíntesis [17].

Existen otras técnicas quirúrgicas más modernas dentro de las que se incluyen las diferentes formas de artrodesis intercorporal como el ALIF (Anterior lumbar interbody fusión), PLIF (Posterior lumbar interbody fusión), TLIF (Transforaminal lumbar interbody fusión), XLIF (Lateral lumbar interbody fusión) [18]. En cuanto a la evidencia acerca de las diferentes técnicas de artrodesis circunferencial *Yashiro et al*, demostró tasas de fusión del 91% con PLIF comparado con un 60% en paciente con artrodesis posterolateral en un seguimiento a 11 meses [19].

Por otro lado autores como *Brantigan et al*, reportaron tasas de fusión de 100% a los 2 años y de 96.7% a los 10 años realizando PLIF con cajas de fibra de carbono. También reporto buenos resultados clínicos por encima del 87% para los dos seguimientos [20], La literatura ha reportado tasas de fusión con TLIF hasta de un 100%.

Aun en la literatura existen controversias acerca de los resultados entre la artrodesis circunferencial y la artrodesis posterolateral, siendo la primera la que presenta mayores tasas de fusión pero resultados contrarios también han sido reportados.

## **METODOLOGIA**

### **TIPO DE ESTUDIO**

El presente es un estudio descriptivo, prospectivo, multicéntrico, tipo serie de casos. Realizado con el objetivo de evaluar la experiencia quirúrgica de la fijación transpedicular y artrodesis posterolateral para el tratamiento del canal lumbar estrecho y la espondilolistesis degenerativa, intervenidos por el Grupo de Cirugía de Columna del Hospital Militar Central y otras Instituciones de tercer o cuarto nivel de Bogotá, D.C. y/o el país, entre febrero de 1992 y diciembre de 2009.

### **POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Muestra: Se revisaron en total 353 historias clínicas, correspondientes a los pacientes intervenidos quirúrgicamente vía abordaje posterior, por patologías de la columna lumbar y lumbosacra correspondientes a inestabilidad y neurocompresión no traumática. Analizando la distribución de frecuencias en los pacientes, encontramos que se intervinieron 134 pacientes por canal lumbar estrecho y espondilolistesis degenerativa mediante fijación transpedicular y artrodesis posterolateral, a 112 pacientes con hernia discal se les practicó discectomía por incisión mínima, 68 pacientes con espondilólisis, espondilolistesis ístmica y displásica de bajo grado se intervinieron también mediante fijación transpedicular y artrodesis posterolateral, a 16 pacientes se les realizó fijación transpedicular y artrodesis circunferencial adicionando cajas e injertos óseos intercorporales, a 13 pacientes se les reparó la espondilólisis sin artrodesis y en 10 pacientes con espondilolistesis ístmica y/o displásica de alto grado se efectuó fijación transpedicular y artrodesis circunferencial.

La población a estudio en el presente trabajo, está constituida en su totalidad por pacientes del Hospital Militar Central y otras Instituciones de tercer o cuarto nivel de Bogotá, D.C. y/o el país, atendidos con diagnóstico de canal lumbar estrecho degenerativo y espondilolistesis degenerativa que requirieron manejo quirúrgico mediante la técnica de fijación transpedicular y artrodesis posterolateral.

El estudio comprende 134 pacientes ingresados de manera secuencial durante un periodo de 17 años, comprendidos entre febrero de 1992 y diciembre de 2009. Fueron intervenidos en el Hospital Militar Central y otras Instituciones de tercer o cuarto nivel de Bogotá, D.C. y/o el País. Se incluyeron los pacientes seleccionados en la consulta externa, que cumplían los criterios de indicación quirúrgica para las patologías objeto del estudio y un tiempo de seguimiento postoperatorio mínimo de 12 meses.

En ambas patologías tanto Espondilolistesis degenerativa como Canal lumbar estrecho, se realizó la misma técnica quirúrgica, no son dos grupos de estudio diferentes, son 2 patologías que pueden coexistir en el paciente o presentarse individualmente que generan sintomatología similar y su manejo es igual; Ambas patologías fueron manejadas con igual técnica quirúrgica. Los pacientes incluidos en el estudio no presentaban cirugía previa fallida necesariamente.

Se realizó un estudio retrospectivo, sin embargo en los controles realizados en consulta externa si el paciente se encontraba dentro de la población a estudio y cumplía los criterios de inclusión se les informaba y solicitaba autorización con firma de consentimiento informado para acceder al estudio su caso clínico.

## **LISTA DE DEFINICIONES**

La espondilólisis se define como una fractura de la pars interarticularis de la vertebra, a su vez se clasifica en V tipos así:

- Tipo I displásica no existe defecto de la pars
- Tipo II ístmica cuando hay un defecto de la pars interarticularis (espondilólisis)
- Tipo III degenerativa si el desplazamiento es debido a inestabilidad
- Tipo IV traumática fracturas de las facetas de L5-S1
- Tipo V patológica debida a destrucción de la pars interarticularis, pedículos o facetas

La Espondilolistesis es el desplazamiento por una traslación anterior anormal que realiza una vértebra sobre la vertebra inmediatamente inferior, produciendo en consecuencia un canal lumbar estrecho.

El Canal lumbar estrecho se define como la patología que realiza una compresión de la medula espinal o la cauda equina por pérdida del espacio normal del canal vertebral lumbar.

La Espondilolistesis a su vez se divide según la clasificación de Meyerding en 5 tipos, los primeros 2 tipos corresponden a traslaciones anteriores menores al 50% del ancho del cuerpo vertebral y se consideran espondilolistesis de bajo grado.

## CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION

### Criterios de Inclusión:

- Paciente con canal lumbar estrecho y/o espondilolistesis degenerativa que requirieron manejo quirúrgico.
- Procedimiento quirúrgico realizado posterior a manejo conservador fallido. (Manejo medico, no quirúrgico).
- Técnica quirúrgica de fijación transpedicular y artrodesis posterolateral.
- Seguimiento mínimo de 12 meses.
- Firma y autorización por parte del paciente para ingresar al estudio, al ser controlado y evaluado en la consulta externa.

### Criterios Exclusión:

- Pacientes cuya historia clínica no cuente con reporte quirúrgico o datos incompletos cruciales para la investigación.  
Pacientes con fijación interna previa al ingreso al presente estudio
- Pacientes con fijación transpedicular y artrodesis circunferencial.
- Pacientes tratados quirúrgicamente por patologías diferentes a las de la presente investigación.

## **Técnicas de Recolección de Información**

Se realizó la búsqueda de los pacientes operados mediante la técnica de fijación transpedicular y posterolateral con diagnóstico de canal lumbar estrecho y espondilolistesis degenerativa en la base de datos del Servicio, se complementó la información en las historias clínicas institucionales cuando fue necesario.

Se registró número de historia clínica, edad, sexo, ocupación, diagnóstico, sintomatología (lumbalgia, radiculopatía, claudicación neurogénica), localización anatómica de la patología, niveles fijados – artrodesados, descompresión asociada, tipo de injerto utilizado (autógeno, sustituto), sangrado, complicaciones intraoperatorias (ruptura duramadre), tiempo quirúrgico, complicaciones postoperatoria (déficit neurológico, infección superficial o profunda, falla ósea como aflojamiento de implantes o subsidencia, ruptura de implantes, pseudoartrosis), seguimiento (mínimo un año).

## **Procedimiento de Recolección de Información**

Los datos se consignaron en un formulario previamente diseñado el cuál contenía las variables de análisis: Número de historia clínica, edad, sexo, ocupación, diagnóstico, sintomatología (lumbalgia, radiculopatía, claudicación neurogénica), localización anatómica de la patología (nivel vertebral), presencia de anomalías transicionales lumbosacras, niveles fijados – artrodesados según localización anatómica, número de vértebras fijadas, descompresión asociada, tipo de injerto utilizado (autógeno, sustituto o mixto), sangrado, complicaciones intraoperatorias (ruptura dura madre), tiempo quirúrgico el cual se consignó de manera independiente para cada especialidad participante (anestesia, neurocirugía, ortopedia), complicaciones postoperatorias (déficit neurológico, seroma, infección superficial o profunda, dolor crónico área donante injerto óseo cresta iliaca, falla ósea como aflojamiento de implantes o subsidencia, ruptura de implantes, pseudoartrosis), inestabilidad tardía nivel adyacente a la fijación transpedicular, seguimiento (mínimo un año).

## PLAN DE ANALISIS

### DEFINICIÓN DE CONCEPTOS Y VARIABLES

#### **Sociodemográficas:**

- Numero de historia: Número asignado a la historia clínica que corresponde al documento de identidad. Variable Cuantitativa.
- Edad: tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento hasta el momento de la lesión, definida en años cumplidos. Variable-cuantitativa.
- Sexo: conjunto de fenómenos genéticos y del desarrollo que causan la diferencia de un individuo en masculino o femenino, variable cualitativa, nominal definida como masculino y femenino.
- Ocupación: Tipo de actividad que realiza el individuo en su vida cotidiana. Cualitativa nominal, expresada en la profesión y/o actividad.

#### **Clínico – Quirúrgicas:**

- Diagnostico: Cualitativa nominal
- Sintomatología: Cualitativa nominal
- Localización anatómica de la lesión: Cualitativa nominal
- Niveles fijados artrodesados: Cuantitativa Discreta
- Descompresión asociada: Cualitativa nominal
- Tipo de injerto utilizado: Cualitativa nominal
- Sangrado: Indica el sangrado quirúrgico valorado según el conteo de compresas. Cuantitativa, de razón con un indicador en centímetros cúbicos.
- Complicaciones intraoperatorias: describe si durante el acto quirúrgico se presento alguna eventualidad que pudiera afectar el procedimiento y su resultado final. Cualitativa, nominal con indicadores de: lesión vascular, lesión neurológica, etc
- Tiempo quirúrgico: Describe el tiempo de duración de los procedimientos. Cuantitativa, de razón con un indicador en minutos.



- Complicaciones postoperatorias: describe si posterior al acto quirúrgico se presento alguna eventualidad que pudiera afectar el resultado final. Cualitativa, nominal con indicadores de: infección, pseudoartrosis, etc
- Seguimiento: tiempo en años por el cual se siguió al paciente con un mínimo de 1 año. Cuantitativa discreta.

Estos datos se consignaron en un formulario previamente diseñado el cual contenía las variables; las cualitativas se analizaron estadísticamente mediante distribuciones porcentuales y a las cuantitativas se les aplicaron medidas de tendencia central (moda), medidas de dispersión como la desviación estándar y rango (valor máximo y mínimo). Algunos de éstos resultados se representaron en gráficas o cuadros.

### **Programas de análisis**

Se utilizaron 2 programas: EXCEL para la recolección de datos, SPSS 16 para el análisis.

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Se realizó una revisión bibliográfica en Medline en donde fue posible la recopilación de artículos, apoyados en las bibliotecas de la Facultad de Medicina de la Universidad Militar Nueva Granada y del Hospital Militar Central de Bogotá, D.C.

## IMPLICACIONES ÉTICAS

La investigación descriptiva prospectiva planeada, donde los datos se obtienen de la historia clínica, tienen en cuenta un planteamiento ético que responde a los principios básicos de toda interacción humana como son: Respeto por el otro, beneficios potenciales - reales y la eficacia.

Respeto por las personas: (Basados en el artículo 5, res. N° 008430 del código de ética médica) Considerando la dignidad y protección de los derechos y bienestar de los pacientes se protegieron las identidades, usando sólo el número de la historia clínica para su identificación y la información se presentó en datos consolidados y no individuales.

Todos los pacientes fueron informados sobre la técnica quirúrgica y autorizaron el procedimiento dejando constancia por escrito.

El protocolo y la realización del presente proyecto se basó en la resolución 8430 de 1993 en donde queda constatado que es un tipo de investigación sin riesgo.

## RESULTADOS

Se analizaron 134 pacientes con canal lumbar estrecho y/o espondilolistesis degenerativa intervenidos quirúrgicamente en un periodo de 17 años, el 60.4 % (81 pacientes) fueron operados en el Hospital Militar Central y el 39.6 % (53 pacientes) en otras instituciones de tercer y cuarto nivel de Bogotá, D.C. y/o el país; la media de la edad fue 58.81 años, edad mínima de 37 años y máxima de 79 años, con una desviación estándar de 10.985 años, figura 1. La distribución por género fue masculino el 41.8 % (56 pacientes) y femenino el 58.2 % (78 pacientes). La media de seguimiento fue de 7.5 años con un rango mínimo de 1.1 años y máximo de 16.8 años. Se diagnosticó canal lumbar estrecho en el 50 % (67 de pacientes) y el otro 50 % restante se diagnosticó espondilolistesis degenerativa (67 de pacientes). Del grupo total de pacientes intervenidos, el 14.2% (19 pacientes) tenían antecedentes de cirugía descompresiva previa (discectomía y laminectomía) y el 2.2% (3 pacientes) tenían antecedente de artrodesis y fusión previa sin fijación interna.

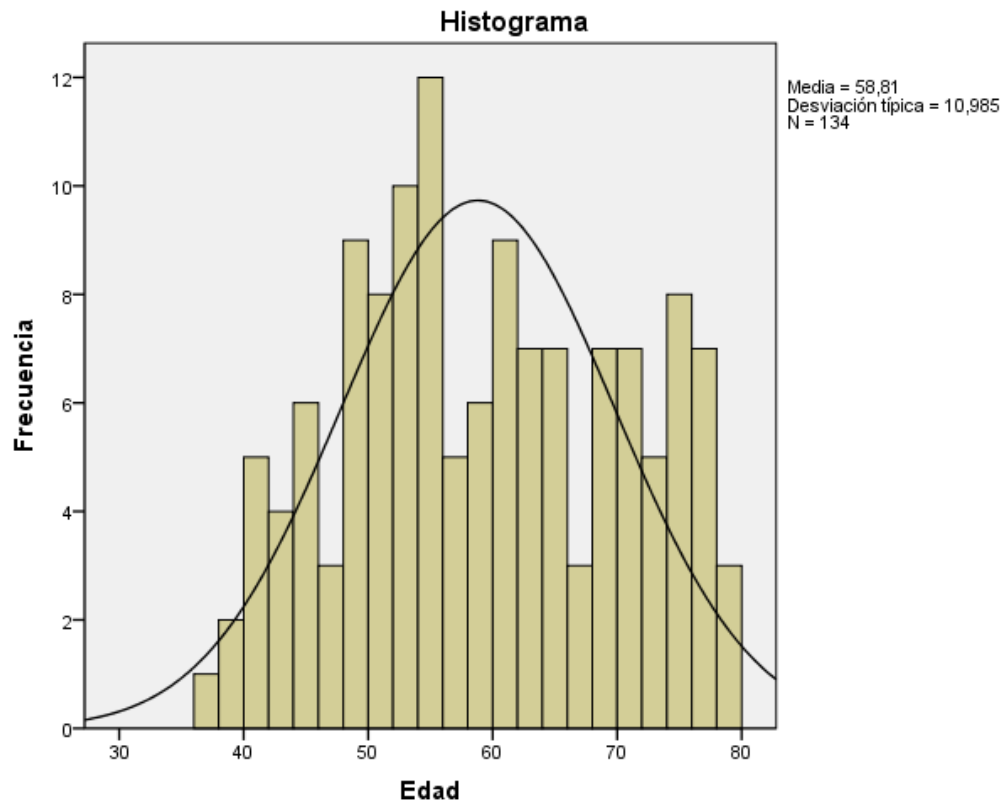


Figura 1

En relación con la sintomatología de las patologías analizadas en la investigación, los resultados mostraron mayor frecuencia de radiculopatía en un 68% (92 pacientes), lumbalgia en un 13.4% (18 pacientes), lumbalgia con radiculopatía en el 12.7% (17 pacientes) y claudicación neurogénica el 5.2 % (7 pacientes). Tabla 1. En cuanto a la asociación en los pacientes operados de anomalías transicionales en la región lumbosacra, se encontró esta alteración en un 5.2% de la muestra (7 pacientes).

Presentación Clínica	Numero de paciente	Porcentaje
Radiculopatía	92	68,7 %
Lumbalgia	18	13,4 %
Lumbalgia con radiculopatía	17	12,7 %
Claudicación neurogénica	7	5,2 %
Total	134	100%

Tabla 1. Presentación de sintomatología

Con respecto a los niveles anatómicos intervenidos, el nivel L5 - S1 representó el 31.3% de los casos (42 pacientes), seguido del nivel L4 - L5 en un 23.5% (32 pacientes) y el restante 45.2% (60 pacientes) correspondieron a otros segmentos lumbares. El número de vértebras fijadas y artrodesadas en todo el grupo de pacientes fueron 335 (promedio de 2.5 vértebras por paciente, producto de la división del número total de vértebras fijadas: 335 en los 134 pacientes); en la mayoría de los casos se fijaron dos vértebras 61.9% (83 pacientes), tres vértebras en un 27.6% (37 pacientes), cuatro vértebras en un 9% (12 pacientes) y cinco vértebras en un 1.5% (2 pacientes). Figura 2.



Figura 2

Se colocaron en total 628 tornillos pediculares, 4.68 tornillos por caso (promedio); se realizó fijación con cuatro tornillos en el 71.6% de los casos (96 pacientes), seguido por fijación con seis tornillos en un 22.4% (30 pacientes). Figura 3. En cuanto se refiere a la descompresión asociada a la técnica de fijación transpedicular y artrodesis, se practicó en un 76.1% (102 pacientes).Figura 4. La artrodesis y fusión posterolateral se efectuó mediante injertos óseos de tipo autógeno tomados de cresta iliaca en un 85.8% (115 pacientes), en el 13.4% (18 pacientes) se utilizaron injertos combinando autógenos con substitutos y en tan solo el 0.7% (1 paciente) se utilizó substitutos óseo de manera aislada Figura 5.



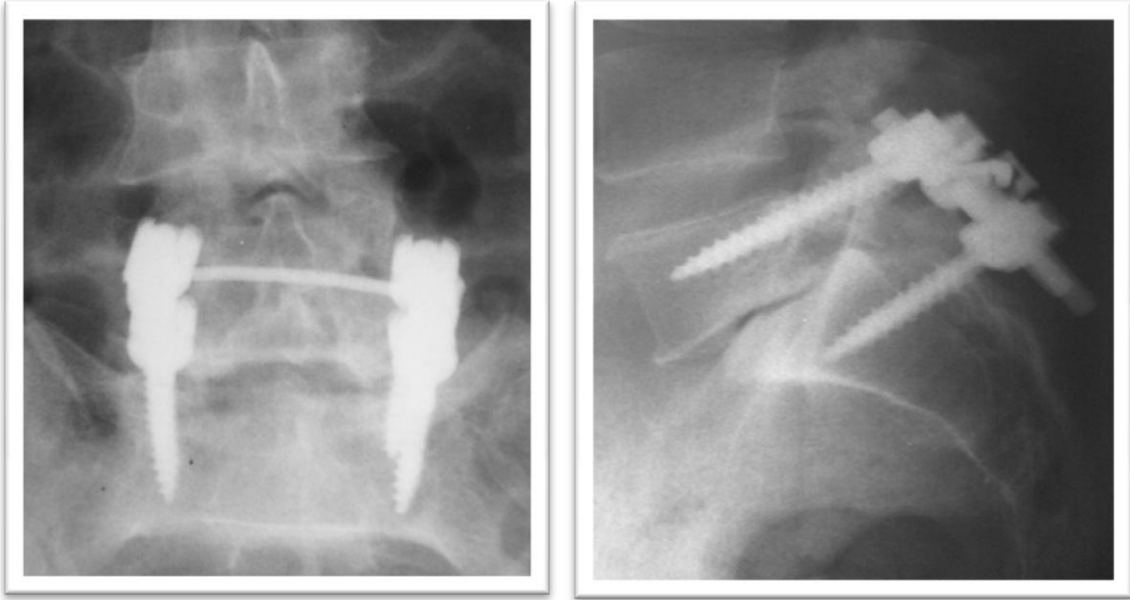
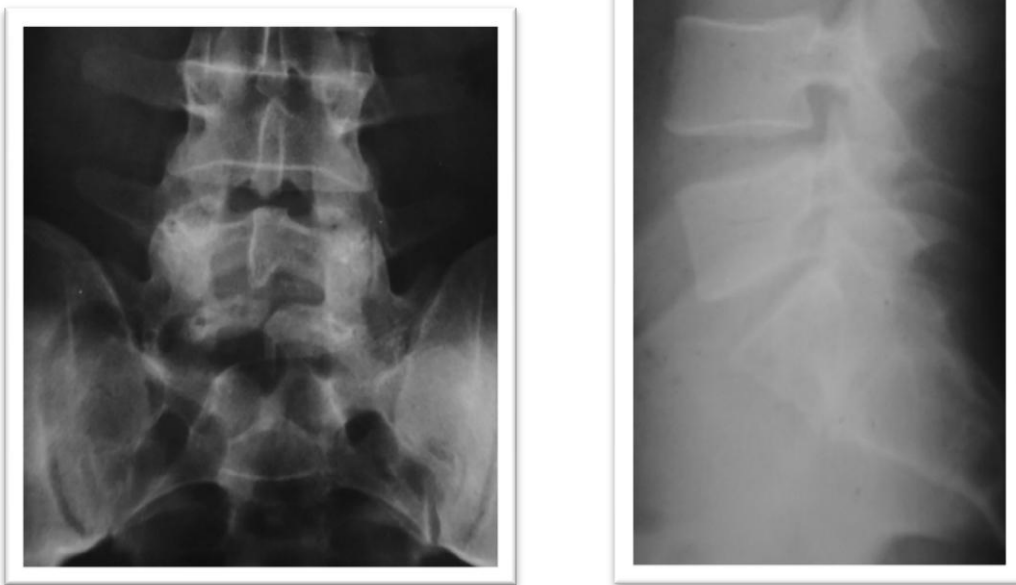


Figura 3 Paciente con espondilolistesis degenerativa



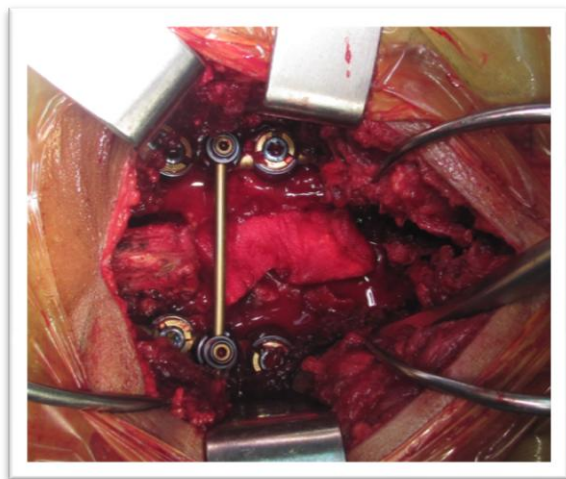
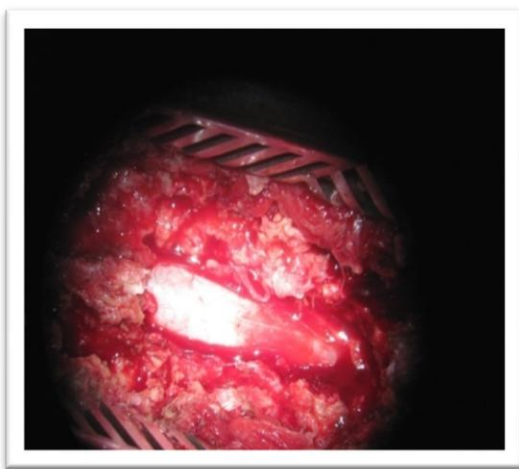
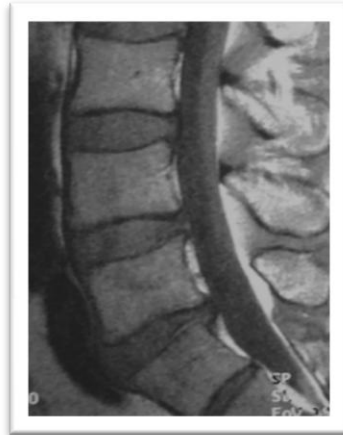


Figura 4. Paciente con canal lumbar estrecho

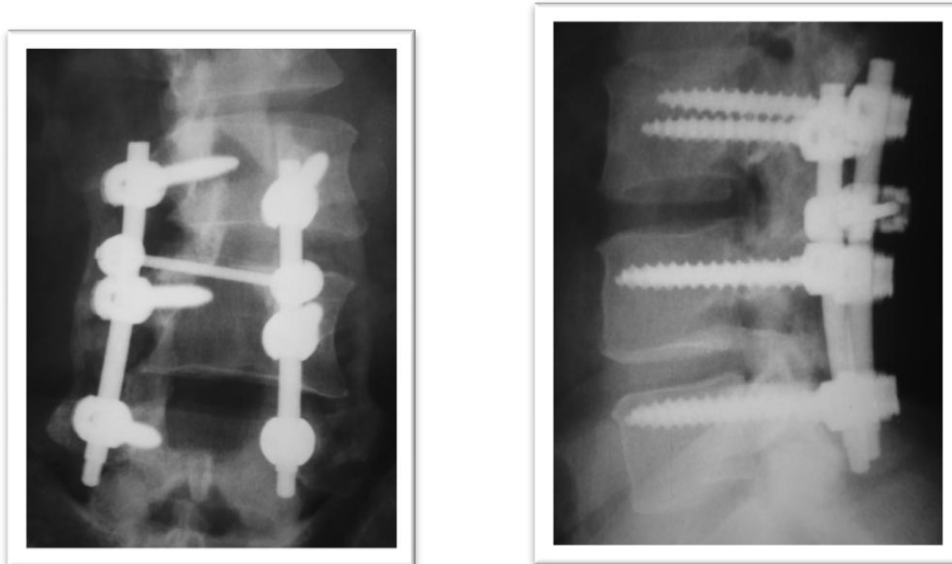


Figura 5. Resultado de fusión con el uso de autoinjertos

El tiempo quirúrgico consignado de manera independiente para cada especialidad participante reportó para Anestesia una media de 60 minutos (30 – 180 minutos), Neurocirugía media de 110 minutos (40 – 270 minutos) y para ortopedia la media fue de 214 minutos (60 - 420 minutos).

Respecto a las complicaciones, se presentó seroma en 0,7% de los casos (1 paciente), infección superficial en el 3.7% de los casos (5 pacientes) e infección profunda en el 3.7% (5 pacientes); los gérmenes cultivados fueron estafilococo dorado, pseudomona, estreptococo betahemolítico del grupo A y enterococo fecalis. De los pacientes infectados seis se manejaron con lavados quirúrgicos y antibioticoterapia de acuerdo a indicaciones por parte del Servicio de Infectología. Cuatro pacientes requirieron de un retiro tardío del material de osteosíntesis.

Con respecto a la lesión de estructuras neurológicas durante la descompresión se lesionó la duramadre en el 7.4% (10 pacientes) sin que se fistulizara en el postoperatorio. Se presentó pie caído en el 2.2% (3 pacientes), uno de ellos por lesión radicular durante la descompresión, y en los otros dos pacientes probablemente ocasionado por la tracción de las raíces nerviosas. Solo un paciente de los tres casos mencionados anteriormente, persiste con pie caído en la actualidad.

En ninguno de los pacientes se presentó dolor en el área donante de los autoinjertos de cresta iliaca.

La falsa ruta se registró en el 1.4% (2 pacientes), en el primero se invadió el foramen L5-S1 y se lesionó la raíz L5, en el segundo caso existió perforación lateral del pedículo por el tornillo sin llegar a fijar el cuerpo vertebral; los dos casos se solucionaron en el posquirúrgico inmediato mediante revisión de la fijación.



La ruptura del material se presentó en el 1.4% (2 pacientes), en uno de estos pacientes se asoció a metalosis (titanio), en este paciente el material fue retirado al segundo año postoperatorio.

En el 2.2% de los casos (3 pacientes) se presentó falla ósea; en el primer paciente (51 años) con diagnóstico de artritis reumatoidea y osteoporosis, se detectó subsidencia de los tornillos, siendo manejado con retiro tardío del material. En los otros dos pacientes (mayores de 70 años) con espondiloartrosis severa y osteoporosis, se detectó aflojamiento de los tornillos pero se encuentran asintomáticos y no se les ha retirado el material.

No se ha presentado inestabilidad en el nivel adyacente a la fijación posterior transpedicular.

Es de resaltar que en el 75.3% de los casos (101 pacientes) no se presentaron complicaciones relacionadas con la técnica quirúrgica. En 1.4% (2 pacientes) se detectó pseudoartrosis, uno de ellos asociado a ruptura del material (mujer de 52 años con espondilolistesis degenerativa), revisada quirúrgicamente 9 meses después; el otro caso (hombre de 75 años con canal lumbar estrecho) también revisado quirúrgicamente en el seguimiento. Figura 6

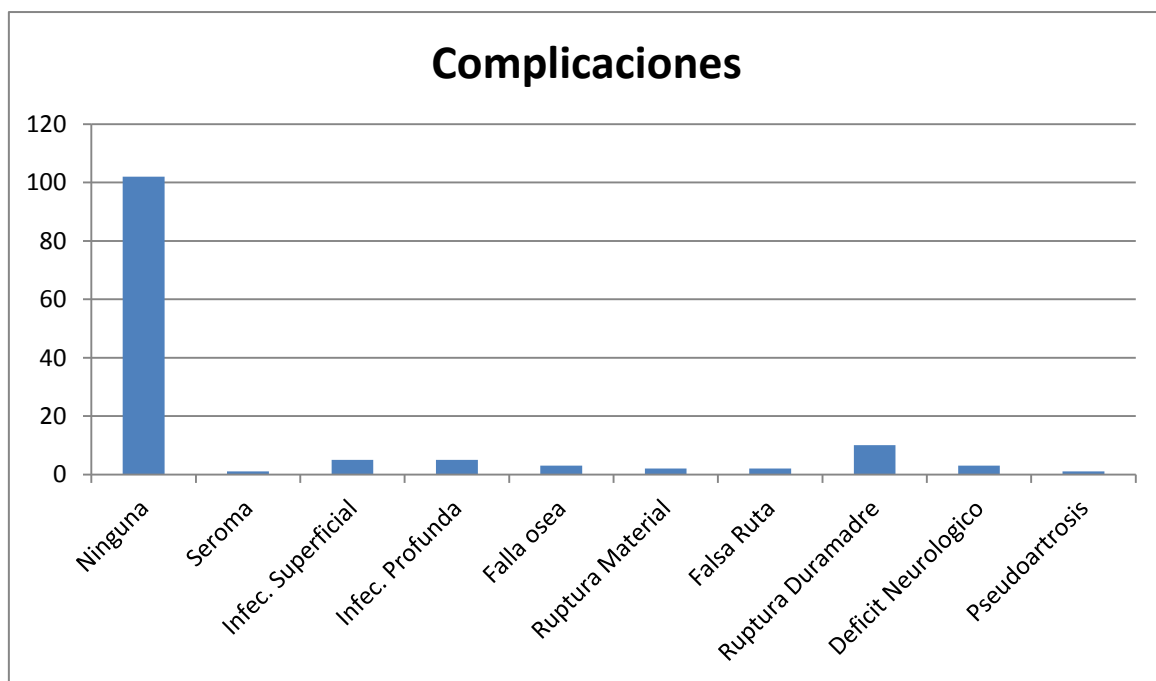


Figura 6

## DISCUSION

En este estudio se analizaron 134 pacientes, encontrando una distribución por patología similar en canal lumbar estrecho ( 50 %) y espondilolistesis degenerativa (50 %), en la cual se nota el aumento de indicación quirúrgica para el canal lumbar estrecho en comparación con el estudio previo publicado por el primer autor [6], donde la distribución fue para espondilolistesis degenerativa (41.3%) y canal lumbar estrecho (25%), dicho hallazgo también fue documentado por *Gibson et al*, quienes concluyen que el canal lumbar estrecho es la principal causa de incremento en las indicaciones de cirugía en pacientes mayores de 65 años [21].

Analizando los resultados se encontró mayor prevalencia de este tipo de patologías degenerativas en la población femenina (58.2%), con una edad promedio de 58 años, lo que se correlaciona con lo descrito por el primer autor y la literatura internacional [6,22].

Acerca de los síntomas y/o signos presentados por nuestros pacientes, encontramos que la mayoría de ellos (86.6%) tuvo como indicación de cirugía déficit neurológico objetivo como radiculopatía (68%), claudicación neurogénica (5.2%) y en algunos casos radiculopatía y lumbalgia (12.7%); solamente el 13,4 % se intervinieron por lumbalgia pura. Estos resultados demuestran que estamos realizando un diagnóstico y tratamiento temprano, evitando que los pacientes lleguen a un estadio de discapacidad más avanzado como la claudicación neurogénica [23].

En lo referente a la estabilización intervertebral (fijación - artrodesis) en columna degenerativa, la artrodesis posterolateral comparada con el manejo conservador o con la descompresión aislada, ha demostrado mejores resultados clínicos en el seguimiento [18 y 24].

Con respecto al número de niveles intervertebrales artrodesados y fijados, nuestros hallazgos fueron acordes con otro reporte de la literatura [25] que destaca el beneficio de las estabilizaciones en segmentos anatómicos cortos, preservando mayor funcionalidad lumbar en los segmentos adyacentes.

Acerca de la descompresión (laminectomía, foraminotomía) asociada a la fijación transpedicular, nuestra experiencia fue similar a otros reportes [26] puesto que la descompresión no se practico en todos los casos de rutina, lo cual conlleva mayor riesgo de inestabilidad y presentación de pseudoartrosis. La descompresión se practico en 76.1% de los pacientes, cuando existía déficit neurológico radicular y claudicación neurogénica.

Revisando lo concerniente a fusión intervertebral *Herkowitz et al*, *Mardjetko et al* entre otros autores, han encontrado que pacientes con espondilolistesis y canal lumbar estrecho que han sido tratados con descompresión mas artrodesis, presentan tasas entre 87.5 - 96%, asociado a esto reportan buenos resultados clínicos entre 90 – 96% [1, 14,15 y 27].

En relación a la incidencia de pseudoartrosis, en nuestra casuística se presentó una tasa muy baja (1.4%) comparada con la reportada por otros autores que varían entre el 3.3% - 18.8% [26], probablemente explicada por la utilización de injertos autógenos de cresta iliaca en 85.8% de los casos, mixtos en 13.4% y sustitutos óseos aislados en un 0.7% , hallazgo similar al reportado por otro autor [28] quien utilizó la misma técnica. Sin embargo teniendo en cuenta la morbilidad asociada a la obtención quirúrgica del injerto autógeno de cresta iliaca, como por ejemplo prolongación de tiempo quirúrgico, sangrado, riesgo de hematoma , seroma o infección, dolor postquirúrgico [29], de manera reciente en nuestro servicio hemos implementado la utilización mixta de sustitutos óseos combinados con injertos autógenos obtenidos mediante la decorticación de las estructuras vertebrales posteriores y de la descompresión cuando esta se realizó.

Revisando la frecuencia de infección, nuestra experiencia (infección superficial 3.7%, profunda 3.7%) se encuentra dentro del rango estadístico reportado en la literatura [30], así como también el tipo de germen estafilococo dorado el cual es el más prevalente en diferentes series.

Con respecto a lesión de la duramadre 7.4% durante la descompresión y déficit neurológico 2.2% (pie caído) en el postoperatorio, nuestro resultado se encuentra por debajo de las cifras mencionadas por *Weinstein* [31] quien reporta ruptura de la duramadre en un 10%.

Teniendo en cuenta que el dolor en el área donante del autoinjerto de cresta iliaca, ha sido reportado como una de las principales complicaciones postquirúrgicas en cirugía de columna que varía desde 31% [32, 33] hasta 50% [29], es de resaltar que en nuestra serie esta complicación no se presentó.

La ruptura de implantes se encuentra en el seguimiento de los pacientes con relativa frecuencia, no siempre se asocia con pseudoartrosis, en algunos casos obedece a carga cíclica sobre el material de osteosíntesis aun en pacientes con buena fusión y artrodesis, en nuestro estudio se presentó en 1.4%, muy inferior al reporte de *Matsuzaki et al* del 6% [34]. Esta complicación no implica cirugía de revisión o retiro del material a no ser que sea causada por pseudoartrosis, en cuyo caso son pacientes sintomáticos con dolor crónico.

La inestabilidad del segmento adyacente puede ser o no sintomática con respecto a dolor lumbar tardío en el seguimiento; esta complicación se reporta de manera similar asociada a diferentes técnicas de cirugía lumbar tan disímiles biomecánicamente como las artroplastias discales, fijación – artrodesis circunferencial, fijación artrodesis posterolateral y estabilizaciones transpediculares dinámicas [35, 36]. En nuestra serie no se presentó esta complicación cuya incidencia en otras casuísticas oscila entre 5.2% y 18.5% [35].

Para finalizar y gracias a la experiencia acumulada con el presente trabajo investigativo así como también la revisión de la evidencia científica, recomendamos la fijación transpedicular y artrodesis posterolateral como técnica de elección para el tratamiento quirúrgico de los pacientes con espondilolistesis degenerativa y canal lumbar estrecho,

teniendo en cuenta que comparada con otras técnicas, su morbilidad es menor, bajo costo económico, menor tiempo quirúrgico y complicaciones asociadas al mismo como anestésicas, sangrado, infección o lesión neurológica; mas aun los resultados funcionales clínicos y dolor postoperatorio se han encontrado similares en estudios de meta análisis entre técnicas instrumentadas con fusión circunferencial o posterolateral [37].

## **CONCLUSIONES**

La técnica de fijación transpedicular y artrodesis posterolateral es un procedimiento seguro para la estabilización quirúrgica de la espondilolistesis degenerativa y canal lumbar estrecho.

Efectuar la fijación artrodesis sin descompresión, como técnica de elección, teniendo en cuenta que los resultados de nuestra casuística en ese grupo de pacientes fueron satisfactorios. Acordes con los resultados publicados en la literatura mundial.

## RECOMENDACIONES

Practicar la técnica de fijación transpedicular y artrodesis posterolateral como un procedimiento seguro para la estabilización quirúrgica de las patologías degenerativas de la columna lumbar y lumbosacra.

Efectuar la fijación transpedicular asociada a fusión – artrodesis posterolateral como técnica de elección en este tipo de patologías, teniendo en cuenta que el índice de pseudoartrosis es bajo y la morbilidad quirúrgica es mucho menor que una fusión – artrodesis circunferencial.

Realizar la técnica de fijación transpedicular bajo orientación anatómica quirúrgica y radiología simple, puesto que el riesgo de falsa ruta en la colocación de los tornillos es bajo. Lo anterior hace más aceptable la técnica aún en instituciones donde no se cuenta con equipos de fluoroscopia intraoperatoria.

Continuar efectuando la técnica de fijación – artrodesis posterolateral como método de estabilización de patologías degenerativas de columna lumbar y lumbosacra, considerando que la inestabilidad tardía del segmento adyacente es de mínima presentación.

Practicar la fijación exclusivamente de los segmentos comprometidos por la listesis degenerativa o la estenosis, preservando así la funcionalidad intervertebral en los segmentos adyacentes.

Proyectar al futuro estudios complementarios en esta línea de investigación dado el impacto socioeconómico en salud de este tipo de patologías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Herkowitz HN, Kurz LT. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal: a prospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73: 802–8.
2. Melot C. Clinical trials in surgery: methodologic and statistical criteria of validity, with an example of meta-analysis of randomized trials in spine surgery. In: Szpalski M, Gunzburg R, Spengler D, et al, eds. *Instrumented Fusion of the Degenerative Lumbar Spine: State of the Art, Questions, and Controversies*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996:281–9.
3. Roy Camille R, Saillant G, Mazel C: internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin orthop* 1986; 203: 7-17
4. Steffe AD, Biscup RS, Sitkoski DJ: segmental spine plates with pedicle screw fixation. A new internal fixation device for disorders of the lumbar and thoracolumbar spine. *Clin Orthop* 1986; 45-53
5. Denis F: The three column spine and its significance in the classification of the acute thoracolumbar spine injuries. *Spine* 1985; 8:817
6. Matta JE, Diaz CJ, Gamba CE: fijación transpedicular para el tratamiento de espondilolistesis, espondilólisis y canal lumbar estrecho de la columna lumbosacra: experiencia multicentrica de 10 años. *Rev Col de Or Tra* 2002; Vol 16, No 3:18-24
7. Boxall D, Winter RB, Moe JH: Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents. *JBJS* 1979; 61A: 479-495
8. Herowitz H, Garfin S, Balderston R, Eismont F y Cols: *Columna vertebral*, 1999; 875-925
9. Steffe AD, Sitkowski DJ: Reduction and stabilization of the grade IV spondylolisthesis. *Clin Orthop*. 1998; 227: 82-89
10. Matta JE, Rozo M, Restrepo F: fijación transpedicular y fusión-artrodesis circunferencial para el tratamiento de la espondilolistesis lumbosacra de alto grado. Experiencia multicentrica. *Rev Col de Or Tra* 2004; Vol 18, No2 : 30-38

11. Kalichman I, Kim DH, Li L et al: Spondylolysis and Spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based population. *Spine* 2009; 34: 199-205
  
12. Matta JE, Rodríguez JM, Ochoa G, Alvarado C: diseño y evaluación clínica de las técnicas de fijación interna modificadas del esqueleto axial. Instrumentación analítica. *Rev Col de Or Tra* 1995; 9(1): 37-47
  
13. Deyo RA, Nachemson A, Nirza SK. Spinal-fusion surgery: the case for restraint. *N Engl J Med* 2004;350:722–6.
  
14. Mardjetko SM, Connolly PJ, Shott S. Degenerative lumbar spondylolisthesis: a meta-analysis of the literature 1970–1993. *Spine* 1994;19(suppl):2256–65.
  
15. Bridwell KH, Sedgewick TA, O'Brien MF, et al. The role of fusion and instrumentation in the treatment of degenerative spondylolisthesis with spinal stenosis. *J Spinal Disord* 1993;6:461–72.
  
16. Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, et al. 1997 Volvo Award winner in clinical studies. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine* 1997;22: 2807–12.
  
17. Thomsen K, Cristensen FB, Eiskjaer SP, et al. 1997 Volvo Award winner in clinical studies. The effect of pedicle screw instrumentation on functional outcome and fusion rates in posterolateral fusion: a prospective randomized clinical study. *Spine* 1997;22:2813–22.
  
18. Wang J et al . Current Treatment Strategies for the Painful Lumbar Motion Segment Posterolateral Fusion *Versus* Interbody Fusion. *SPINE* 2005: Volume 30, Number 16S, pp S33–S43
  
19. Yashiro K, Homma T, Hokari Y, et al. The Steffe variable screw placement system using different methods of bone grafting. *Spine* 1991;16:1329–34.
  
20. Brantigan JW, Neidro A, Toohy JS. The Lumbar I/F Cage for posterior lumbar interbody fusion with the Variable Screw Placement System: 10-year results of a Food and Drug Administration clinical trial. *Spine J* 2004;4: 681–8.
  
21. Gibson, J., Waddell, G.: Surgery for degenerative lumbar spondylosis: Updated Cochrane Review. *Spine* 2005; 30: 2312-2320.

22. Hu SS, Tribus CB, Diat M et al: Spondylolisthesis and spondylolysis; JBJS Am 2008; 90: 656-71
  
23. Herkowitz H et al. Lumbar Spine Fusion in the Treatment of Degenerative Conditions: Current Indications and Recommendations. J Am Acad Orthop Surg 1995;3:123-135
  
24. Watters W, et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis. The Spine Journal 9 (2009) 609–614
  
25. Yamagata et al. Mechanical stability of the pedicle screw fixation systems of the lumbar spine. Spine 1992; 17 ( 3 suppl); S51-4
  
26. Fernandez-Fairen M. A Prospective Randomized Study of Unilateral *Versus* Bilateral Instrumented Posterolateral Lumbar Fusion in Degenerative Spondylolisthesis. SPINE Volume 32, Number 4, pp 395–401
  
27. Ghogawala Z, Benzel EC, Amin-Hanjani S, et al. Prospective outcomes evaluation after decompression with or without instrumented fusion for lumbar stenosis and degenerative Grade I spondylolisthesis. *J Neurosurg (Spine)* 2004;1:267–72
  
28. Sengupta DK, Truumees E, Patel CK, et al. Outcome of local bone versus autogenous iliac crest bone graft in the instrumented posterolateral fusion of the lumbar spine. *Spine* 2006;31:985–91.
  
29. Rihn J et al. Graft Options in Posterolateral and Posterior Interbody Lumbar Fusion. Spine 2010. Volume 35, Number 17, pp 1629–1639
  
30. Sasso, R. Postoperative Spinal Wound Infections. J Am Acad Orthop Surg 2008;16:330-337
  
31. Weinstein J. Surgical versus Nonsurgical Treatment for Lumbar Degenerative Spondylolisthesis. N Engl J Med 2007;356:2257-70.
  
32. Sasso, RC, LeHuec JC, Shaffrey C. Iliac crest bone graft donor site pain after anterior lumbar interbody fusion: a prospective patient satisfaction outcome assessment. *J Spinal Disord Tech* In press.2005, Feb 18 Suppl S77-81
  
33. Polly DW, Kuklo TR. Bone graft donor site pain. *Program of 37th Annual Meeting of the Scoliosis Research Society, Seattle, WA, September 18–21, 2002:178.*



34. Matsuzaki et al. Problems and solutions of pedicle screw plate fixation of lumbar spine. *Spine* 1990;15: 1159-1165
35. Park P, Garton HJ, Gala VC, Hoff JT, McGillicuddy JE (2004) Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine* 29(17):1938–1944.
36. German J et al. Disc Arthroplasty in the Management of the Painful Lumbar Motion Segment. *Spine* 2005. Volume 30, Number 16S, pp S60–S67
37. Xiuxin H, et al. A Meta-Analysis of Circumferential Fusion *Versus* Instrumented Posterolateral Fusion in the Lumbar Spine. *Spine* 2009 Volume 34, Number 17, pp E618–E625.