

112323

29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGIA Y NEUROCIROGIA
MANUEL VELASCO SUAREZ

TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA EN
TERCERA DIMENSION:
ANALISIS CUANTITATIVO Y MORFOLOGICO DE LA
REGION LUMBAR PARA EL DISEÑO DEL PLAN
QUIRURGICO EN LA HERNIA DE DISCO LUMBAR

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LA ESPECIALIDAD EN
NEUROCIROGIA

PRESENTA:

DR. PABLO ALEJANDRO CARRION DURAN

ASESORES :

DR. FRANCISCO ESCOBEDO RIOS
DR. RAMON GUTIERREZ ALVARADO



MEXICO, DISTRITO FEDERAL

INSTITUTO NACIONAL
DE NEUROLOGIA Y
NEUROCIROGIA
SUS DIRECCION GENERAL DE
ENSEÑANZA

175652
[Handwritten signature]





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mis padres Eduardo y Laura,
a mi esposa Any,
a mis hermanos,
a mi familia, en particular a mis
padres políticos Rafael y Rosita,
y a todos mis amigos
por el incondicional apoyo
que me brindaron en todo momento,
sin el cual no hubiese sido posible
la consecución de mis ideales.

AGRADECIMIENTOS

A México, país grande y generoso;

**Al Instituto Nacional de Neurología y
Neurocirugía Manuel Velasco Suárez,
y a su distinguido claustro de maestros,
quienes orientaron sabiamente mi
aprendizaje, especialmente
a los Drs. Francisco Escobedo Ríos, y
Sergio Gómez-Llata Andrade, por transmitirme
sus valiosas experiencias y conocimientos;**

**A mis compañeros de residencia,
con los que hemos compartido el esfuerzo
y la tenacidad hasta alcanzar nuestras metas.**

I N D I C E

INTRODUCCION

1. EVOLUCION DE LA POSICION ERECTA DEL HOMBRE Y LA ESPALDA DOLOROSA	p. 1
1.1. FASES DE ADAPTACION	1
1.2. POSICION DE LOS PRIMATES	1
1.3. FASES PREHUMANAS	1
2. PREVALENCIA DEL DOLOR DE ESPALDA BAJA	2
3. EL DOLOR DE ESPALDA BAJA	3
3.1. DEFINICION	3
3.2. CLASIFICACION DEL SINDROME DE ESPALDA BAJA	3
4. ANATOMIA QUIRURGICA Y CUANTITATIVA DE LA COLUMNA LUMBAR	11
4.1. MORFOMETRIA DEL CUERPO VERTEBRAL, CONDUCTO RAQUIDEO, RECESOS LATERALES Y LAMINAS	11
4.2. MORFOMETRIA DEL AGUJERO INTERVERTEBRAL	21
4.2.1. Forma del Agujero Intervertebral (Discos Normales)	21
4.2.2. Tamaño del Agujero Intervertebral (Discos Normales)	21
4.2.3. Forma del Agujero Intervertebral (Disco Anormal)	21
4.2.4. Tamaño del Agujero Intervertebral (Disco Anormal)	21
4.3. MORFOMETRIA DEL PEDICULO	25
5. ANATOMIA DE LAS RAICES NERVIOSAS DE LA REGION LUMBAR	29
5.1. ORGANIZACION DE LAS RAICES NERVIOSAS INTRADURALES	29
5.2. ORGANIZACION DE LAS RAICES NERVIOSAS EXTRADURALES	31
5.2.1. Angulación de la Raíz Nerviosa	31
5.2.2. Orientación de las Raíces Motoras y Sensoriales	31
5.2.3. Tamaño del Ganglio Dorsal	31
5.2.4. Posición del Ganglio Dorsal	31
6. ANOMALIAS DE LAS RAICES NERVIOSAS LUMBOSACRAS	31
6.1. ANTECEDENTES E INCIDENCIA	31
6.2. CLASIFICACION	32
7. EL DISCO INTERVERTEBRAL	33
7.1. MATRIZ DEL DISCO	34
7.1.1. Proteoglicanes	34
7.1.2. Colágeno	34
7.1.3. Células	34
7.1.4. Agua	35
7.2. NUTRICION : TRANSPORTE Y METABOLISMO	35
8. HISTORIA NATURAL DEL DOLOR DE ESPALDA BAJA Y CIATICO	35
9. CONSIDERACIONES CLINICAS DEL SINDROME RADICULAR POR HERNIA DE DISCO LUMBAR	37
9.1. SINTOMAS RADICULARES	37

9.2. ALTERACIONES SENSORIALES	37
9.3. ALTERACION MOTORA	37
9.4. REFLEJOS	38
9.5. EL SIGNO DE LASEGUE	38
10. MECANISMOS PATOFISIOLOGICOS EN EL SINDROME DE COMPRESION	39
10.1. DEFORMACION MECANICA DE LAS RAICES NERVIOSAS	39
10.1.1. Aspectos Generales	39
10.2. CAMBIOS NEUROFISIOLOGICOS POR COMPRESION	40
10.3. INTERACCION ENTRE EL DISCO Y EL TEJIDO NERVIOSO	41
10.3.1. Efectos Mecánicos y Químicos	41
11. DIAGNOSTICO POR IMAGEN DE LA HERNIA DE DISCO LUMBAR	42
11.1. VALORACION RADIOLOGICA (Rx)	43
11.1.1. Inestabilidad	43
11.1.2. Criterios Radiológicos de Inestabilidad	44
11.2. MIELOGRAFIA	45
11.3. TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA (TAC)	46
11.4. MIELOTOMOGRAFIA	46
11.5. RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR	47
11.6. IMAGEN POR RECONSTRUCCION TRIDIMENSIONAL	48
11.6.1. Técnica	48
11.6.2. Valoración Prospectiva de la Importancia de la Imagen en 3D	49
12. TERMINOLOGIA Y CLASIFICACION DE LAS HERNIAS DE DISCO	50
12.1. ABOMBAMIENTO	50
12.2. PROLAPSO	50
12.3. EXTRUSION O EXPULSION	50
12.4. SECUESTRO	50
12.5. LA TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA EN LA CLASIFICACION DE LA HERNIA DE DISCO	51
12.6. LOCALIZACION DE LA HERNIA DE DISCO EN PROYECCION SAGITAL	51
12.7. CRITERIOS QUIRURGICOS POR IMAGEN	51
13. SELECCION QUIRURGICA DEL PACIENTE CON HERNIA DEL DISCO LUMBAR	52
13.1. INDICACIONES QUIRURGICAS	52
13.2. CONTRAINDICACIONES	53
13.3. FACTORES DE CONSIDERACION PREDICTIVA EN LA CIRUGIA DE HERNIA DE DISCO LUMBAR	53
13.3.1. Factores Predictivos	53
13.4. VALORACION DE LOS RESULTADOS QUIRURGICOS	55
14. MANEJO QUIRURGICO DE LA HERNIA DE DISCO LUMBAR	56
14.1. ANTECEDENTES HISTORICOS	57
14.2. ABORDAJE ESTANDAR DE LA HERNIA DE DISCO LUMBAR	57
14.2.1. Técnica Quirúrgica	57
14.2.1.1. Preparación Preoperatoria	57
14.2.1.2. Identificación del Nivel y del Lado	57
14.2.1.3. Incisión	58
14.2.1.4. Disección	58
14.2.1.5. Espacio Interlaminar	58
14.2.1.6. Grasa Epidural	59
14.2.1.7. Raíz Nerviosa y Discoidectomía	59
14.3. MICRODISCOIDECTOMIA EN LA HERNIA DE DISCO LUMBAR	59
14.3.1. ANTECEDENTES	59
14.3.2. TECNICA QUIRURGICA	60

14.3.2.1. Posición	60
14.3.2.2. Identificación del Nivel y del Lado	60
14.3.2.3. Incisión y Exposición del Espacio Interlaminar	60
14.3.2.4. Acceso al Conducto Raquídeo	60
14.3.2.5. Extensión de la Exposición Interlaminar hacia la Patología	61
14.3.2.6. Raíz Nerviosa	61
14.3.2.7. Retracción de la Raíz Nerviosa	61
14.3.2.8. Remoción del Disco	61
14.3.3. VENTAJAS DE LA REMOCION LIMITADA DEL DISCO	62
14.3.4. RESULTADOS QUIRURGICOS	62
14.4. TRATAMIENTO QUIRURGICO DE LA HERNIA DE DISCO INTRAFORAMINAL Y EXTRAFORAMINAL	63
14.4.1. ABORDAJE INTERTRANSVERSO EN LAS HERNIAS DE DISCO EXTRAFORAMINALES	64
14.4.1.1. Técnica Quirúrgica	64
14.4.1.2. Resultados	65
14.4.2. ALTERNATIVAS QUIRURGICAS EN EL MANEJO DE LAS HERNIAS DE DISCO INTRAFORAMINALES Y EXTRAFORAMINALES	66
14.4.2.1. Fenestración Lateral	67
14.4.2.2. Descompresión del Receso Lateral mediante una Facetectomía Medial y una Fenestración Lateral	67
14.4.2.3. Hemilaminectomía Osteoplástica	67
14.4.2.4. Foraminotomía Intervertebral	67
14.4.2.5. Facetectomía Total	68
14.4.2.6. Fusión Espinal	68
14.5. DISCOIDECTOMIA LUMBAR PERCUTÁNEA	69
14.5.1. ANTECEDENTES	69
14.5.2. ANATOMÍA QUIRÚRGICA	69
14.5.3. SELECCION DE PACIENTES	69
14.5.4. TÉCNICA QUIRURGICA	70
14.5.4.1. Cuidados Preoperatorios y Posición	70
14.5.4.2. Entry Point	70
14.5.4.3. Anestesia y Punción	70
14.5.4.4. Discografía	71
14.5.4.5. Inserción de las Guías y Cánulas	71
14.5.4.6. Manejo de la Cánula y Corte del Anillo Fibroso	71
14.6. DISCOIDECTOMIA PERCUTANEA AUTOMATIZADA A NIVEL DE L5 - S1	72
14.6.1. TECNICA QUIRURGICA	72
14.6.2. RESULTADOS	72
14.7. QUIMONUCLEOLISIS	73
14.7.1. FARMACOLOGÍA Y MECANISMO DE ACCIÓN	73
14.7.2. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES	73
14.7.3. TECNICA QUIRURGICA	73
14.7.3.1. Manejo Preoperatorio	73
14.7.3.2. Abordaje Lateral	74
14.7.3.3. Manejo Postoperatorio	74
14.7.4. RESULTADOS	74
14.7.5. COMPLICACIONES	75
14.7.5.1. Anafilaxia	75
14.7.5.2. Complicaciones Neurológicas	75
14.8. DISCOIDECTOMIA LUMBAR ENDOSCOPICA	76

15. TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA EN TERCERA DIMENSION :	
ANALISIS CUANTITATIVO Y MORFOLOGICO DE LA REGION LUMBAR	
PARA EL DISEÑO DEL PLAN QUIRURGICO EN LA HERNIA DE DISCO LUMBAR	77
15.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	77
15.2. MATERIALES Y METODOS	77
15.3. RESULTADOS	91
15.3.1. MORFOMETRIA DEL CUERPO VERTEBRAL	91
15.3.2. MORFOMETRIA DE LOS PEDICULOS	104
15.3.3. MORFOMETRIA DE LOS AGUJEROS INTERVERTEBRALES	107
15.3.4. MORFOMETRIA DEL CONDUCTO RAQUIDEO	109
15.3.5. MORFOMETRIA DE LAS LAMINAS	111
15.3.6. MORFOMETRIA DE LOS RECESOS LATERALES	115
15.3.7. MORFOMETRIA DE LAS ARTICULACIONES INTERAPOFISARIAS	116
15.3.8. MORFOMETRIA DE LA APOFISIS TRANSVERSA	119
15.3.9. MORFOMETRIA DEL ESPACIO INTERTRANSVERSO	121
15.3.10. MORFOMETRIA DEL ESPACIO INTERLAMINAR	122
15.3.11. ANGULO PEDICULAR TRANSVERSO	123
15.3.12. ANGULO PEDICULAR SAGITAL	124
15.3.13. DIAMETRO LONGITUDINAL VERTEBRAL EN EL EJE MEDIO DEL PEDICULO	125
15.4. DISCUSION	126
CONCLUSIONES	131
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	132
BIBLIOGRAFIA	140

I N T R O D U C C I O N

En los últimos años, hemos sido partícipes de notables cambios tecnológicos y avances en las diferentes técnicas quirúrgicas en el marco de la cirugía neurológica, siendo así que varios autores de vanguardia han contribuido al progreso de este campo, utilizando técnicas innovadoras en las diferentes ramas de esta especialidad, por lo que, motivados por el uso de estas técnicas que brindan precisión y exactitud, y evaluando algunas de las limitaciones que el manejo convencional presenta en la cirugía de columna vertebral, y en particular, en la cirugía de hernia de disco, hemos creído conveniente aportar en su conocimiento, con el propósito de proveer al cirujano de las herramientas suficientes para un óptimo desempeño en la consecución quirúrgica.

En el presente trabajo, realizamos una revisión y estudio de las perspectivas en las técnicas quirúrgicas aplicadas actualmente en el manejo de las hernias de disco, tanto medio-laterales, intraforaminales y extraforaminales, a través de las cuales, y por medio de un análisis panorámico de la anatomía cuantitativa tridimensional de la región lumbar, establecido mediante una correlación quirúrgica, realizada con el uso de tomografía axial computarizada en tercera dimensión, hemos pretendido brindar una mayor comprensión anatómica para los accesos de hernia de disco, que permitan guiar, incrementar el margen de seguridad y facilitar una adecuada descompresión en esta patología de la columna.

Del mismo modo, consideramos necesario familiarizarnos en el uso de los nuevos sistemas de evaluación y diagnóstico en el campo quirúrgico, como es el caso de la imagen por reconstrucción tridimensional para determinar su valor y utilidad, y de manera especial en el diseño del plan quirúrgico en la cirugía de hernia de disco lumbar, que debido a su amplia perspectiva e información morfológica y métrica obtenido con este sistema, coadyuvará también en los diferentes procedimientos quirúrgicos en la cirugía de columna vertebral, como es en el caso de la aplicación de sistemas de fijación, e instrumentación quirúrgica, entre otros.

Además, el proporcionar una valoración biométrica de la región lumbar en nuestra población, nos permitirá reconocer los parámetros normales con respecto a los patológicos, en relación con otras series de los distintos grupos étnicos publicados, los cuales permitirán un adecuado diagnóstico de las diferentes patologías de la columna vertebral en nuestro medio.

En general, el uso de las mediciones en 3D, conllevan a delimitar con exactitud las estructuras vertebrales a nivel anterior, posterior y lateral en la planeación preoperatoria y diagnóstico, lo cual consideramos que apoyarán al cirujano para una exacta localización y seguridad en los procedimientos que requieran de un amplio y preciso manejo en la cirugía de columna vertebral.

Finalmente, queremos destacar y agradecer la colaboración de todas aquellas personas, que nos han apoyado en la realización de esta investigación, y en particular a :

Dr. Joaquín Reyes Tellez-Girón,
Jefe del Departamento de Anatomía de la Universidad Nacional Autónoma de México,

Dr. Agustín García Moreno
Coordinador de Enseñanza del Departamento de Anatomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, y asesor en anatomía por el mencionado departamento en este trabajo,

Dra. Sonia Labastida Almendaro
Médico - Estadístico del Hospital de Oncología del Centro Médico Nacional Siglo XXI,

Dr. Jaime Ramos Peek
Jefe del Departamento de Neurofisiología del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez,

Dr. Jorge Balderrama B.
Médico Adscrito del Departamento de Neuroimagen y Terapia Endovascular del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez,

Dr. Luis Miranda M.
Médico Adscrito del Servicio de Urgencias del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez

Tec. Oscar Martínez García
Técnico en Radiología del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez,

Dr. Cuauhtémoc Gil Ortiz M.
Residente del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez,

Dr. Salvador Ruiz G.
Residente del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez,

quienes de una u otra manera nos permitieron culminar satisfactoriamente la presente tesis.

1. EVOLUCION DE LA POSICION ERECTA DEL HOMBRE Y LA ESPALDA DOLOROSA

El síndrome doloroso de la parte baja de la espalda, parece ser un cuadro patológico exclusivo del hombre, que afecta las regiones del cuerpo de mayor evolución anatómica en relación a la posición erecta y la marcha bípeda. Los más cuidadosos estudios sobre los "cuadrumanos" modernos no han llegado a probar de modo evidente que el dolor de espalda constituya una de sus enfermedades corrientes. Desde luego, estos animales no pueden manifestar fácilmente sus sentimientos, pero no se ha observado la inhibición o limitación de movimientos que dicho dolor de espalda probablemente determinaría.

La posición bípeda alcanzada por el hombre, como refinamiento sublime, le diferenció de los demás seres; además, fortuitamente "puso su planta" en la senda que conduce a la dominación del mundo, al mismo tiempo que era obsequiado gratuitamente el dolor de la parte inferior de la espalda.

1.1. FASES DE ADAPTACION

La larga serie evolutiva, desde la aparición en la tierra de las primeras formas de vida hasta el hombre moderno, puede considerarse que ha pasado por las fases siguientes:

La de *anfibio - reptil*; la de *reptil - mamífero*; los *mamíferos primitivos* o animales de sangre caliente; y los *primates*, el gran grupo de mamíferos entre los cuales generalmente se clasifica el hombre. En este último grupo están también incluidos los lemúridos y tarsioides *cuadrúpedos arbóreos* y *babuínos*, *cuadrúpedos terrestres*, así como los gibones, *bípedos arbóreos*, junto con el orangután, el chimpancé y el gorila, que marchan sobre la tierra como bípedos terrestres.

1.2. POSICION DE LOS PRIMATES

Indudablemente la verticalidad del cuerpo humano tiene su antecedente en la posición horizontal de los cuadrúpedos más antiguos. Sin embargo, a este cambio de posición no se ha llegado a través de estadios de semiverticalidad como ocurren entre los mayores monos antropoides. Existen datos que evidencian claramente que la adaptación vertical del cuerpo del hombre provino de una rápida transformación, que probablemente empezó con una serie de mutaciones acontecidas muy tempranamente en la época en que los primates aparecieron. Desde este instante los prehumanos y los antropoides probablemente siguieron una dirección divergente, partiendo de una línea única ancestral.

Muchos de los síntomas posturales, relacionados con la posición erecta del cuerpo, han sido heredados tanto por el hombre como por los antropoides. La posición vertical del gibón, el más primitivo de los antropoides, puede semejarse *en parte* al momento en que en la tierra sólida apareció la posición vertical y la marcha bípeda de los primitivos representantes de las especies humanas.

1.3. FASES PREHUMANAS

Dos distintos estadios pueden considerarse en el desarrollo prehumano hasta alcanzar la posición erecta. Primero, el estadio preparatorio, que se establece cuando los cuadrúpedos primitivos alcanzan la posición erecta y viven en los árboles. El segundo estadio comienza cuando los prehumanos bajan al suelo para alcanzar la adaptación final que dará lugar a la humanidad. De tal forma, que los cambios a nivel de la cintura aparecen cuando sostiene sus pies afirmados en el suelo. El mecanismo de la cadera humana, por ser de adquisición más tardía, tiene menos lograda su adaptación que la del hombro y en ella se localizan la mayor parte de las dolencias en relación con la posición vertical del cuerpo.¹

2. PREVALENCIA DEL DOLOR DE ESPALDA BAJA

El dolor de espalda baja es una de las afecciones más frecuentes y constantes de la humanidad. Las múltiples causas, usualmente mal definidas, han impedido una evaluación epidemiológica exacta de este síndrome.

La incapacidad resultante ha adquirido proporciones endémicas, las cuales son mejor apreciadas en términos de impacto económico. El alto índice de lumbalgias supone un abstencionismo laboral frecuente y prolongado, de gran trascendencia económica para el individuo y la sociedad, siendo sus consecuencias, una amplia morbilidad, incapacidad laboral y la indemnización. En los U.S. los costos directos e indirectos, incluyendo los cuidados de salud, pérdidas de salarios, incapacidad de actividad laboral, menor producción, pagos de invalidez, etc. han sido calculados entre 25 a 80 billones de dólares por año, representando la pérdida del salario la mitad de este monto.²

Nachemson calculó que aproximadamente un 80% de los adultos en algún período de su vida presentarán dolor de espalda baja significativo.³ Actualmente cerca de 10 millones de estadounidenses están afectados, y 2.5 millones incapacitados por esta patología. El Centro Nacional de Estadística de Salud reporta un 14.3% de nuevos pacientes en los U.S. en 1987, 12.9% millones con síndrome crónico y 4.1 millones con síntomas agudos, de los cuales requieren de hospitalización un 2.8% por patología de gravedad.⁴

Las investigaciones realizadas por Horal han reportado que el dolor de espalda baja de grado significativo comienza en pacientes jóvenes, con un promedio de edad de 35 años, al igual que el dolor secundario a los trastornos del disco (Kelsey). De todos estos individuos con dolor de espalda bajo un 35% desarrollan ciática, sin existir predominio de sexo, ni tampoco diferencias raciales.⁵

En Suecia han sido reportados, a través del National Health Insurance⁶, un 53% de personas con dolor de espalda en relación con actividades físicas ligeras y en 64% con labores pesadas. Rowe en un estudio industrial de 10 años, reporta que en 35% de trabajadores sedentarios y en 45% con labores pesadas realizan consultas por dolor de espalda, lo que produce una pérdida de 4 horas por persona al año, siendo rebasada esta incidencia únicamente por las enfermedades respiratorias. Wadell realizó un estudio prospectivo clínico en 900 pacientes enviados a la clínica de espalda, de los cuales un 97% aquejaban este síndrome y 70% también dolor en la extremidad inferior, siendo de este último grupo, un verdadero dolor radicular en el 23% de los casos. Del grupo total fueron halladas en 153 casos causas claramente identificables de dolor de espalda bajo, tales como tumores, infecciones, osteoporosis, fracturas post-traumáticas y espondilolistesis; en un 3% presentaron causas extraespinales como: alteraciones en la cadera, patología retroperitoneal o pélvica, enfermedad vascular periférica o enfermedad neurológica primaria. Excluyendo estos pacientes, Wadell y otros encontraron que en la mayoría de los casos en los que el diagnóstico definitivo es posible, el dolor es atribuido a trastornos que implican al disco intervertebral o a la unión articular vertebral.

Bell y Rothman⁷, en relación al disco lumbar degenerado, determinaron que la ciática es una alteración común, con un gran impacto económico, individual e industrial. La prevalencia calculada se estima en 4.8% en hombres y 2.5% en mujeres. La edad promedio de inicio del primer episodio es aproximadamente a los 37 años, con antecedentes iniciales de eventos de dolor bajo de espalda en el 76% de estos pacientes durante la década anterior. Hakelius ha reportado que el 75% de todos estos pacientes mejoran entre 10 y 30 días desde el inicio de sus síntomas, y solamente 19% de los casos son candidatos para cirugía. Cerca del 2.5% de la población de los U.S. han tenido ruptura de disco. Estudios realizados en 1985 reportaron que fueron realizadas 228.000 discoidectomías lumbares, laminectomía y quimionucleólisis. Reportes más recientes (1987) manifiestan 250 discoidectomías por cada 100.000 habitantes, es decir, un incremento de 9.4% con respecto a 1985. Un recorrido por esta perspectiva estadística, en cuanto a su incidencia y repercusión arroja resultados claros, situando a esta dolencia en el tercer lugar en cuanto a morbilidad, cuya repercusión

social y económica determina la importancia de esta patología como uno de los tópicos quirúrgicos más frecuentes de la Neurocirugía

3. DOLOR DE ESPALDA BAJA

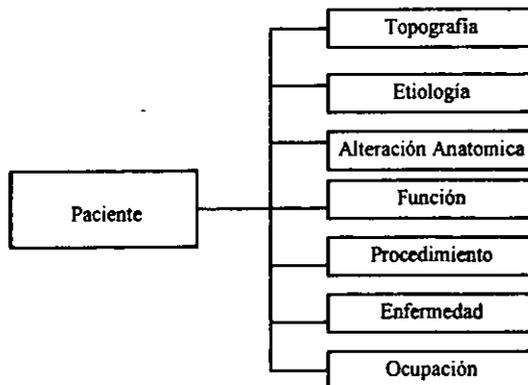
3.1. DEFINICION

Es un sintoma clínico comúnmente encontrado en la práctica clínica y quirúrgica, propio del hombre, el cual es un fenómeno anormal desarrollado por trastornos mecánicos o cambios químicos, el cual produce un estado emocional desagradable, transmitido a través del sistema nociceptivo (aferente).⁷ Debido a su complejidad, su conocimiento ha dedicado el interés en diferentes especialidades, como en la neurología, neurocirugía, ortopedia, fisioterapia, reumatología y gineocólogos, particularmente, siendo una causa común de incapacidad ocupacional, doméstica, industrial, etc. en la sociedad, por lo cual es necesario desarrollar un modelo de indagación y un método de examen sistemáticos.

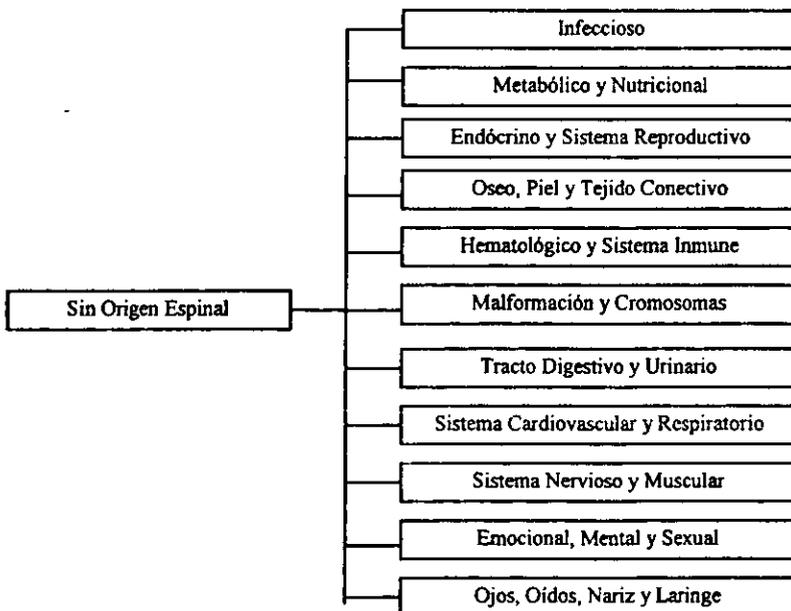
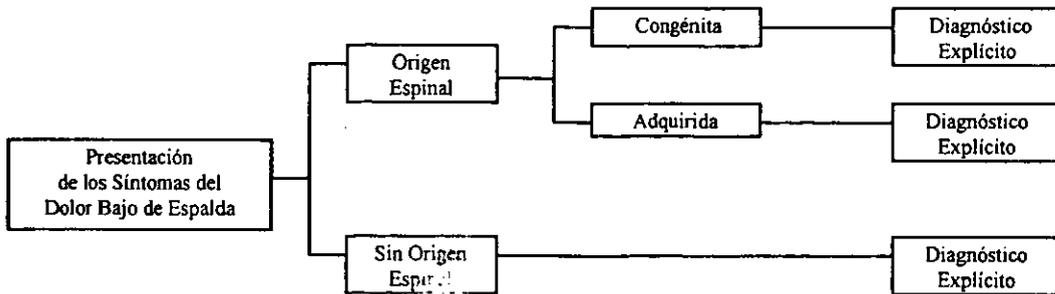
3.2. CLASIFICACION DEL SINDROME DEL DOLOR DE ESPALDA BAJA

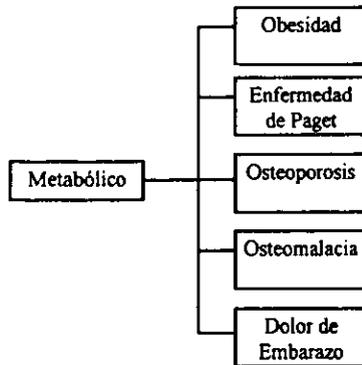
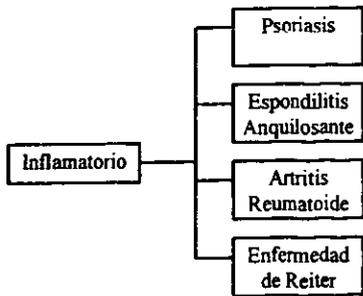
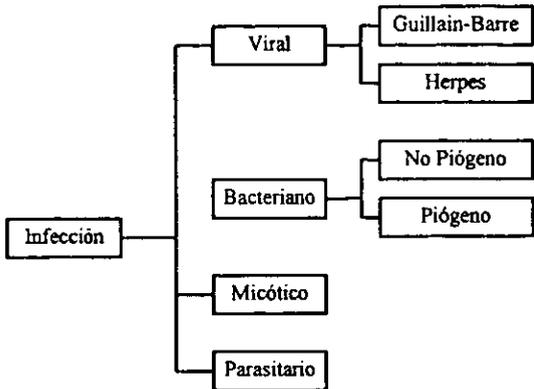
El dolor de espalda baja *per se* es un síntoma, el cual se presenta en alguna etapa de la vida en un 80% de la población adulta. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de las diversas causas que forman parte fundamental del diagnóstico, siendo así que para un mejor conocimiento de este amplio complejo nosológico han surgido múltiples clasificaciones, basados en la patología, en el síndrome clínico, tiempo de evolución, etc. como aquellas postuladas por Kirkclady-Willis & Hill (1979), Nelson (1986), Garner (1984), O'Brien (1984) respectivamente.

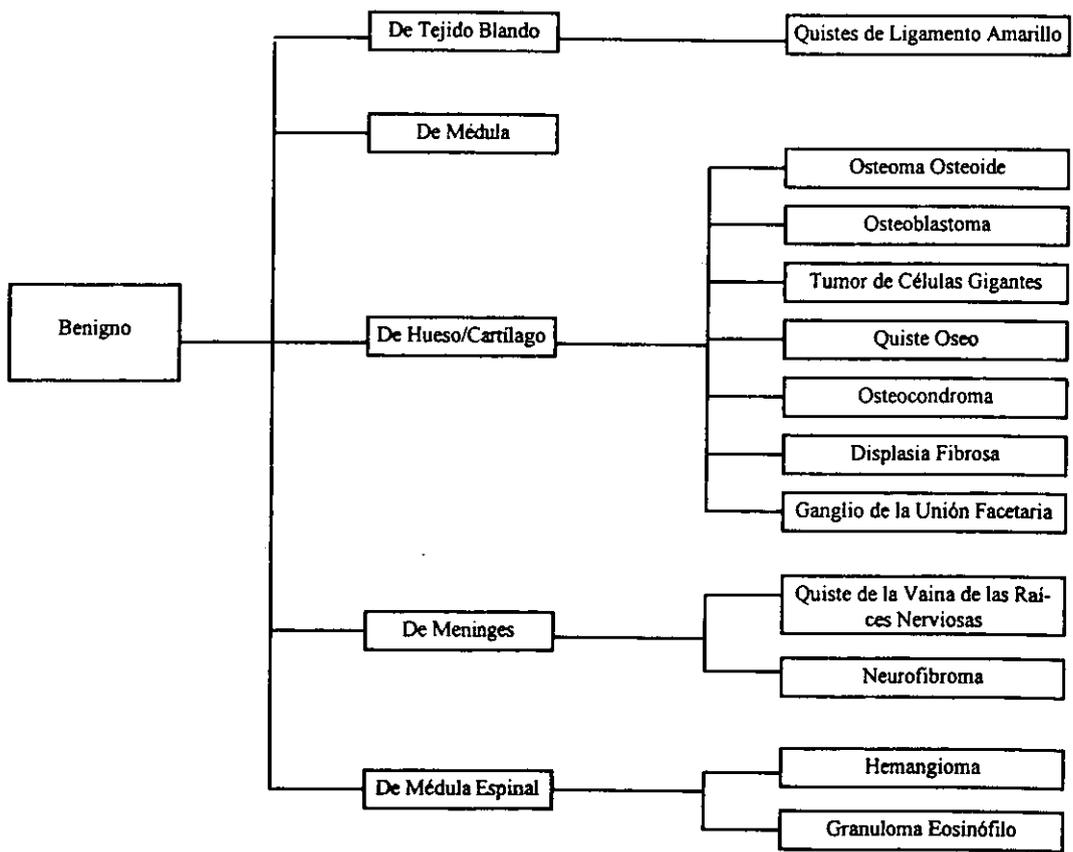
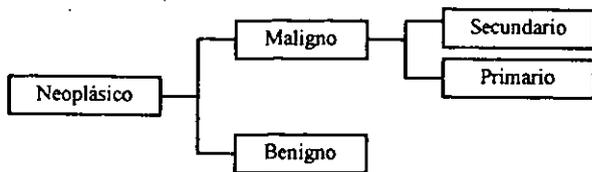
Considerando la utilidad de un abordaje nosológico en la práctica clínica, la clasificación *hierarchy*, cuya categoría taxonómica se basa en el SNOMED (Systematized Nomenclatura of Medicine, 1987),⁹ que es:

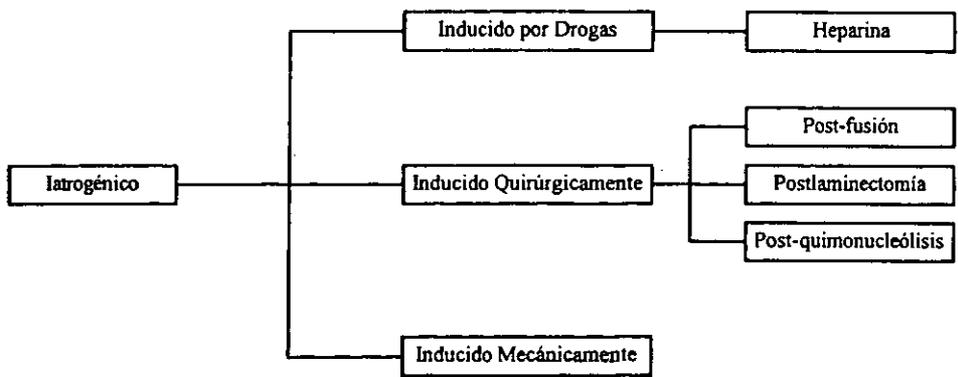
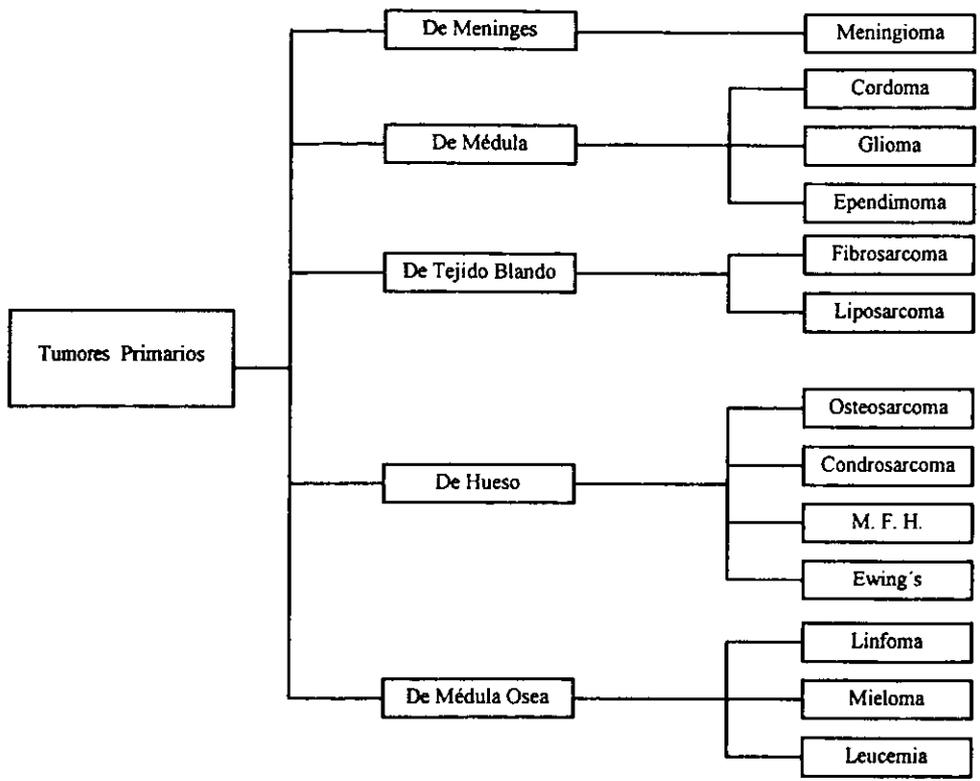


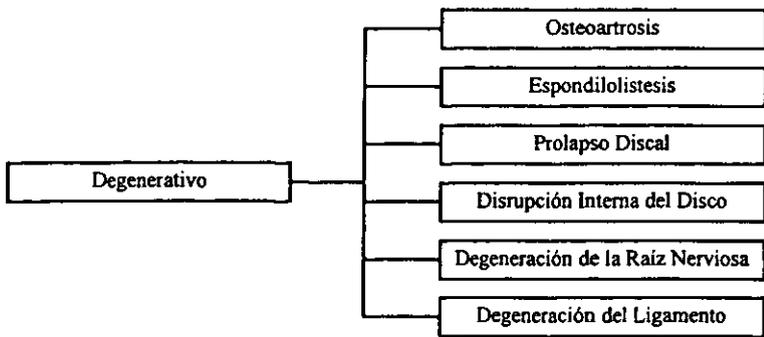
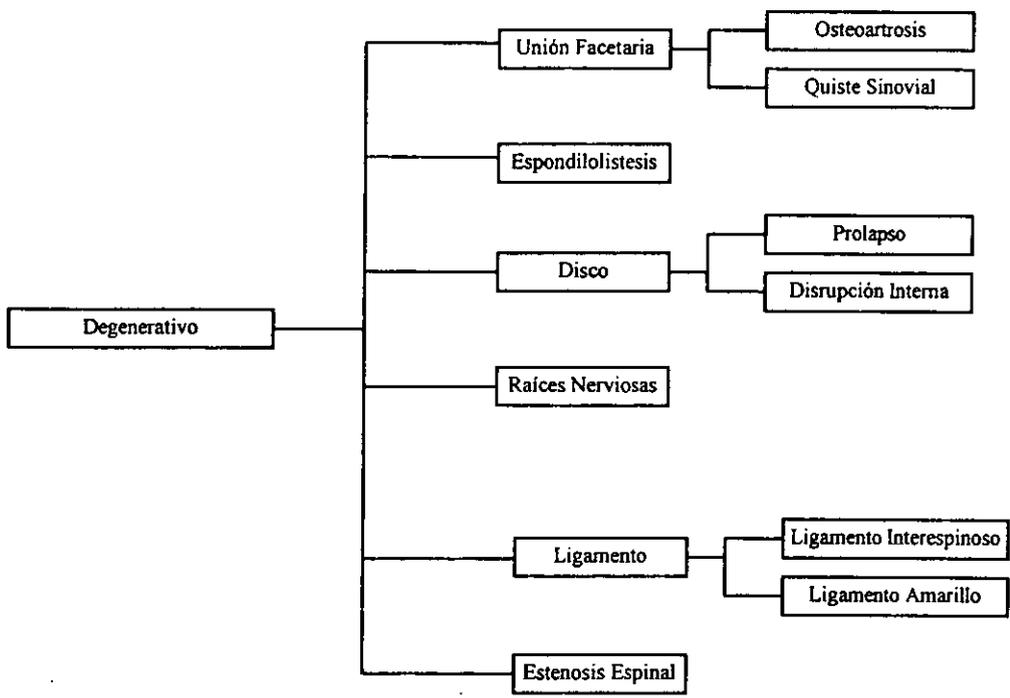
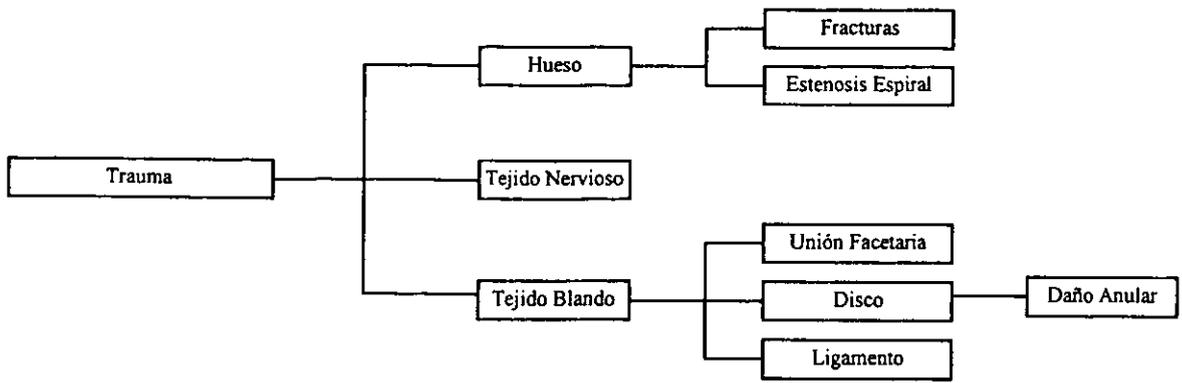
consideramos que abarca de manera completa, todas las posibles patologías que causan el síndrome de dolor de espalda bajo, en los que el nombre de la entidad enunciada sucintamente define una patología y etiología asociada a los signos y síntomas correspondientes, introduciendo así a un proceso diagnóstico, el cual deberá ser adaptado a la aplicación clínica. Así tenemos :











Debido al problema que representa el síndrome de dolor de espalda baja, un estudio prospectivo británico de la incidencia y la historia natural de este padecimiento, realizado por Barker,¹⁰ creó una clasificación práctica que también puede brindar apoyo en el diagnóstico clínico. Este análisis, realizado con base en un seguimiento de cinco años, se fundamenta en los siguientes episodios clínicos:

1. La historia del comienzo del dolor
2. El patrón del dolor
3. La percepción de la calidad del dolor
4. La experiencia previa del paciente con el dolor
5. La reacción del paciente al dolor,

han determinado cinco grupos que son :

1. Lumbago agudo
2. Síndrome de trastorno agudo mecánico
3. Ciática aguda
4. Síndrome sacro-iliaco
5. Ciática leve

Las características de estos grupos están consideradas en la siguiente tabla:

Tabla 1

Resumen de las Características del Síndrome del Dolor de Espalda Baja						
Síndrome	Frecuencia	Localización del dolor	Inicio	Intensidad	Grupos de edad	Recurrencia en 5 años
Lumbago	40%	Derecho, izquierdo o central	Gradual	Variable	Todas las edades	50%
Alteración mecánica aguda	20%	<ul style="list-style-type: none"> • Espalda baja 50% • Espalda baja y muslo 50% 	Repentino	Severa	Todas las edades	50%
Ciática aguda	10%	Espalda baja y pierna	Variable	Severa	20 - 60	65%
Ciática moderada	15%	Espalda baja y pierna	Gradual	Tolerable	30 - 60	75%
Síndrome sacro-iliaco	5%	De glúteos a pierna	Variable	Variable	Todas las edades	---
No clasificados	10%	—	—	—	—	---

Más del 90% de los episodios dolorosos son atribuidos a causas mecánicas, de difícil identificación anatómica, por lo que es necesario una temprana valoración diagnóstica de las características del dolor, para identificar y monitorizar las enfermedades sistémicas y neurológicas que podrían requerir cirugía (generalmente resultantes de hernias de disco o estenosis espinal), de aquellas que la terapia conservadora puede beneficiar.

Pueden existir alteraciones que se asientan en las estructuras extrarraqúideas, por dolor visceral referido, procedentes de : úlcera péptica, pancreatitis, aneurisma aórtico, diverticulitis, fibrosis retroperitoneal, obstrucción de ilíacas, retroversión uterina, dismenorrea, anexitis, nefropatías, etc. y de procedencia raquídea, un 10% aproximadamente son sintomáticas o específicas, por procesos infecciosos, tumorales, postraumáticos, inflamatorios o metabólicos. El resto, es decir la mayoría, pueden ser consecuencia de una alteración mecánica dinámico-postural o de un proceso degenerativo, bajo la clasificación de lumbalgia mecánica. De esta manera, con un propósito diagnóstico y terapéutico, al dolor de espalda baja además puede clasificarse en :¹¹

Clasificación del Síndrome de Dolor de Espalda Baja

1. Dolor de Espalda Primario

- a. Cutáneo y subcutáneo
- b. Miofacial (músculos y fascia)
 - Trauma
 - Espasmo
 - Fatiga
 - Inflamación
- c. Articular y ligamentos
 - Uniones interapofisarias y sacroiliacas
 - Ligamentos espinales
- d. Oseo (vertebral y sacro)
 - Intervertebral
 - Perisotio
- e. Vascular (venoso)
- f. Dural

2. Dolor de Espalda Secundario

- a. Lesión compresiva
- b. Lesión degenerativa

3. Dolor de Espalda Referido

- a. Ginecológico
- b. Tracto Urinario
- c. Próstata
- d. Apéndice

4. Dolor de Espalda Psicossomático

- a. Depresión y ansiedad
- b. Histeria
- c. Fingir

Clasificación de las Lumbalgias

1. Lumbalgia Extraraquídea (dolor visceral referido)
2. Lumbalgia de Origen Raquídeo :
 - a. Lumbalgia sintomática (10%)
 - Infeciosa
 - Tumoral
 - Inflamatoria
 - Postraumática
 - Metabólica
 - b. Lumbalgia mecánica

Lumbalgia Mecánica

1. Predisposición Anatomofuncional
 - A) Sobrecarga Funcional
 - a) Insuficiencia Vertebral
 - b) Trastornos de la Estática
 - . Escoliosis
 - . Lordosis
 - . Cifosis
 - B) Malformaciones Congénitas
 - a) Tropismo Articular
 - b) Espina Bífida
 - c) Anomalías de Transición
 - C) Malformaciones Adquiridas
 - . Espondilosis- Espondilolisis
2. Alteraciones degenerativas
 - a) Neoartritis interapofisiaria
 - b) Síndrome de las carillas articulares
 - c) Degeneración de disco

4. ANATOMIA QUIRURGICA Y CUANTITATIVA DE LA COLUMNA LUMBAR

4.1. MORFOMETRIA DEL CUERPO VERTEBRAL, CONDUCTO RAQUIDEO, RECESOS LATERALES Y LAMINAS

Estudios morfométricos de la columna lumbar han sido útiles para múltiples propósitos. Para los anatomistas estos datos proveen una precisa información acerca de las propiedades estructurales de las porciones óseas, mientras que para los cirujanos y radiólogos estos datos son útiles para desarrollar recursos técnicos, instrumentales y contribuir a un diagnóstico más preciso de alteraciones a nivel de la columna.

Varios autores han analizado la morfometría de las vértebras en esta región, utilizando diversas técnicas, como mediciones directas en cadáveres, estudios en tomografía axial computarizada, realizadas en diferentes grupos raciales y sexo, las cuales han brindado un mayor conocimiento y han ampliado los horizontes para el manejo de la patología de la región lumbar, que si bien la anatomía clásica ha brindado una perspectiva y desarrollo importante, en la actualidad ha sido necesario valo-

rar detalladamente la estructura vertebral, en conformidad a las exigencias que han determinado el desarrollo en las técnicas e instrumentación en la cirugía de columna vertebral.

Entre los estudios anatómicos y cuantitativos acerca de la región lumbar, que han tratado de determinar las directrices entre los límites normales y patológicos, por su gran importancia citaremos los trabajos de Steve Eisenstein,¹² del Departamento de Cirugía Ortopédica de la Universidad de Witwatersrand, Johannesburg, el cual hace principal incapié a la morfometría y la anatomía patológica de la columna lumbar, establecido su estudio en relación a dos grupos raciales, que son : sudafricanos negros y caucásicos, y con particular interés al conocimiento de la estenosis del conducto raquídeo, tratando de establecer parámetros cuantitativos, con el afán de un adecuado manejo de estos parámetros en diferentes grupos étnicos, cuyo análisis realizado mediante el uso de un calibrador de Vernier, incluye 433 columnas : 113 caucásicos (78 masculinos, 35 femeninos), 162 sudafricanos zulúes (108 masculinos, 54 femeninos) y 168 sudafricanos sotho (106 masculinos y 62 femeninos) entre la edad de 16 y 96 años , con un promedio de 50 años de edad.

Entre los resultados observados, el diámetro transversal o interpedicular establecido fue de 23 mm, desde L1 a L5 en ambos sexos y razas, siendo el límite inferior promedio de 18 mm y el diámetro medio sagital promedio de 16 mm, con un límite inferior de 13 mm ; ninguno fue inferior a 11 mm, en los dos tipos raciales o por sexo. En el 6.3% presentó estenosis del conducto raquídeo, siendo la estenosis más frecuente en el plano medio sagital en 4 - 7% y 2% en el plano transversal, lo cual podemos observar en las siguientes tablas :

Tabla 2

DIAMETRO TRANSVERSO (INTERPEDICULAR)					
			Estenosis		
	Media (mm.)	Rango normal (mm.)	Número de vértebras estenóticas	Incidencia en la población (%)	Nivel
Masculinos caucásicos	24	19 - 29	1	1 - 3	L1
Masculinos negros zulúes	23	17 - 28	—	—	L1 (2) L3 (3) L5 (1)
Masculinos negros sotho	22	19 - 28	6 en 3 columnas	2 - 8	—
Femeninos caucásicos	23	18 - 28	2 en 2 columnas	—	L1 (2)
Femeninos negros zulúes	22	18 - 26	—	3 - 7	L1(2) L2(2) L3(1) L4(2) L5(2)
Femeninos negros sotho	21	18 - 25	9 en 3 columnas	4 - 8	
Límite inferior normal - columnas= 18 mm. Radiológico= 20 mm.			18 en 9 columnas	2 - 0	

Tabla 3

DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (Mediosagital)					
			Estenosis		
	Media (mm.)	Rango normal (mm.)	Número de vértebras estenóticas	Incidencia en la población (%)	Nivel
Masculinos caucásicos	17	14 - 20	10 en 6 esqueletos	7 - 7	L1 (2) L3 (3) L4 (4) L5 (1)
Masculinos negros zulúes	16	12 - 20	9 en 7 esqueletos	6 - 5	L3 (4) L4 (4) L5 (1)
Masculinos negros sotho	15	12 - 19	2 en 2 esqueletos	1 - 9	L2 (1) L4 (1)
Femeninos caucásicas	17	13 - 21	1	2 - 9	L4 (1)
Femeninos negros zulúes	16	13 - 19	3 en 2 esqueletos	3 - 7	L4 (2) L5 (1)
Femeninos negros sotho	15	12 - 19	3 en 3 esqueletos	4 - 8	L1 (1) L2 (1) L4 (1)
Límite inferior normal - esqueletos= 13 mm. Radiológico= 15 mm.			28 en 21 esqueletos	4 - 7	

Tabla 4

DIAMETRO PROMEDIO DEL CUERPO VERTEBRAL Y CONDUCTO RAQUIDEO DE LA REGION LUMBAR							
			L1	L2	L3	L4	L5
Masculinos caucásicos	Conducto	AP	18	17	16	16	34
		IP	23	24	23	18	33
	Cuerpo	AP	31	32	33	24	44
		TV	39	40	43	26	46
Masculinos negros zulúes	Conducto	AP	16	15	15	15	33
		IP	21	22	22	16	32
	Cuerpo	AP	28	30	32	23	44
		TV	39	40	42	26	45
Masculinos negros sotho	Conducto	AP	16	15	14	15	32
		IP	21	21	22	16	33
	Cuerpo	AP	27	29	31	23	43
		TV	38	39	41	25	44
Femeninos caucásicas	Conducto	AP	18	18	17	16	29
		IP	22	22	23	18	30
	Cuerpo	AP	27	27	29	23	39
		TV	34	34	37	25	42
Femeninos negros zulúes	Conducto	AP	17	17	15	16	30
		IP	20	20	21	16	31
	Cuerpo	AP	25	25	28	22	41
		TV	35	35	38	24	43
Femeninos negros sotho	Conducto	AP	16	16	15	15	30
		IP	20	20	21	16	31
	Cuerpo	AP	25	26	28	22	40
		TV	34	36	38	24	42

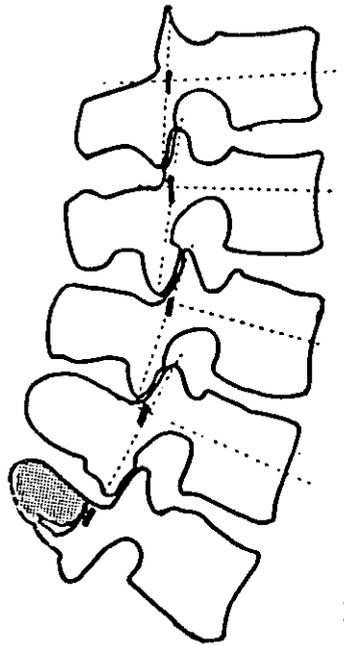
AP. = Diámetro antero - posterior / mediosagital.

I.P. = Interpedicular

T.V. = Intertransverso

Debido a la dificultad para determinar el límite dorsal posterior del conducto raquídeo en forma estándar, esta investigación lo define en 20 mm en el diámetro transverso y 15 mm en su diámetro antero - posterior, mediante la extrapolación a la radiografía lateral, valorado sobre una línea que une la porción de la mitad cefálica del cuerpo vertebral sobre el borde superior de la apófisis espino- sa y luego al borde inferior de esta, así estableció que, el límite posterior también puede ser deter- minado a través de una radiografía lateral.

Fig. 1



Fang D. y cols,¹³ del Departamento de Cirugía Ortopédica, la Universidad de Hong Kong y el Departamento de Diagnóstico del Queen Mary Hospital de Hong Kong, analizaron morfológicamente la columna lumbar en 100 pacientes adultos chinos con síndrome de dolor de espalda baja, en edades entre los 18 y 60 años, mediante cortes de tomografía axial computarizada, determinando en este grupo los valores mínimos, máximos y desviación estándar de las dimensiones de la columna lumbar.

No se encontraron diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo, pero sí presentes entre el sexo masculino y femenino, datos que difieren de otras series publicadas por Berry, Schonstrom y Ullrich, *et al.* los cuales no encontraron diferencias de acuerdo al sexo en individuos de raza blanca. En relación al diámetro sagital en el conducto raquídeo se observó decrementarse el diámetro desde L3 a L5 en la columna vertebral, a diferencia de los hallazgos de Eisenstein, en los cuales se observó ser más estrecho en los niveles superiores de la región lumbar de los individuos blancos y negros. La dimensión del conducto raquídeo, en su diámetro sagital mínimo encontrado fue de 10.8 mm en L4, valor limítrofe entre lo normal y el desarrollo de estenosis del canal, similar al establecido en las investigaciones de Ullrich, quién reportó una longitud sagital mínima de de 11.5 mm y un diámetro transverso de 16 mm, y a diferencia de los de Eisenstein, quién reportó un diámetro sagital mínimo de 13 mm .

En lo que se refiere a las dimensiones del cuerpo vertebral, se observó un patrón de incremento del diámetro antero - posterior, desde L3 hasta L5, entre rangos de 26.2 a 29.4 mm. de diámetro,

con predominio del borde inferior de cada vértebra, al igual que en el diámetro trasverso. Con respecto a la altura de las vértebras de la región lumbar esta fue mayor a nivel del borde posterior, con un incremento ascendentemente mayor en L5.

Respecto **receso lateral**, sus dimensiones pueden ser útiles para el diagnóstico de compresión de la raíz nerviosa por estenosis a este nivel, la que a más de los datos clínicos, pueden coadyuvar como elemento de diagnóstico, determinado por Fang, *et al.* en 6 mm en L3, 5.7 mm en L4 y 5.6 mm en L5 de diámetro promedio. Mikhael, *et al.* en un análisis retrospectivo en pacientes estudiados en tomografía axial computarizada con síndrome del receso lateral demostraron que el **receso lateral** menor de 3 mm. es definitivamente estenótico y entre 3 y 5 mm. es altamente probable pero clínicamente no significativo. (ver tablas)

Tabla 5

DIMENSIONES DEL CONDUCTO RAQUIDEO (mm.)									
CONDUCTO RAQUIDEO	DIAMETRO SAGITAL SUPERIOR			DIAMETRO SAGITAL MEDIO			DIAMETRO SAGITAL INFERIOR		
	L3	L4	L5	L3	L4	L5	L3	L4	L5
MEDIA	19.3	18.6	17.8	16.3	16.3	16.7	15.1	15.0	15.7
MINIMO	12.8	12.6	12.3	11.4	11.1	11.4	11.2	10.8	11.1
MAXIMO	25.6	23.6	23.5	24.0	22.6	21.5	19.6	20.1	21.8
SD	3.00	2.30	2.50	2.60	23.0	2.60	1.90	1.90	2.30

Tabla 6

DIMENSIONES DEL DISCO INTERVERTEBRAL (mm.)										
SEXO MASCULINO	DIAMETRO SAGITAL					DIAMETRO TRANSVERSO				
	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1
MEDIA	35.3	37.8	40.3	41.3	40.2	48.5	51.5	55.1	57.3	55.1
MINIMO	32.2	32.5	34.0	35.2	31.9	44.2	46.5	45.9	48.9	44.8
MAXIMO	41.6	45.5	49.0	50.8	49.6	53.4	61.0	67.7	68.8	71.9
SD	2.18	2.80	3.42	3.22	3.45	2.52	3.64	4.44	4.14	4.92

Tabla 7

DIAMETRO DEL CUERPO VERTEBRAL (mm.)									
	DIAMETRO A - P SUPERIOR			DIAMETRO TRANSVERSO SUPERIOR			ALTURA (BORDE ANTERIOR)		
	L3	L4	L5	L3	L4	L5	L3	L4	L5
MEDIA	28.8	29.2	29.4	39.5	42.0	46.7	24.7	24.7	30.4
MINIMO	23.0	23.0	25.0	34.0	37.0	39.0	22.0	21.0	25.0
MAXIMO	36.0	34.0	35.0	48.0	49.0	56.0	28.0	28.0	35.0
SD	2.78	2.46	2.57	2.90	3.07	3.31	0.13	0.17	0.23

Tabla 8

DIMENSIONES DEL RECESO LATERAL (mm.)			
RECESO LATERAL	DIAMETRO SAGITAL		
	L3	L4	L5
MEDIA	6.0	5.7	5.6
MINIMO	4.8	1.9	1.5
MAXIMO	7.7	8.1	7.4
SD	0.7	0.9	0.9

Con el propósito de obtener más resultados comparativos de estudios en relación a las variaciones normales de la columna lumbar, mencionaremos las investigaciones de Franco Postacchini, *et al.*,¹⁴ del Departamento de Cirugía Ortopédica de la Universidad de Roma, que valora la columna vertebral en esqueletos de dos grupos étnicos caucásicos, de 121 adultos, 63 italianos y 58 de la India, con el uso de un calibrador de Vernier, en los cuales se determinaron los **diámetros del conducto raquídeo y del receso lateral**. A diferencia de los estudios anteriores ya citados, las dimensiones del conducto vertebral en sentido medio-sagital presentan diámetros inferiores en L3-L4, con respecto a L1- L2, con la presencia de diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos étnicos, las cuales en comparación con los grupos caucásicos sudafricanos anteriormente citados, el diámetro promedio fue inferior a estos, lo que nos indica, al contrario de lo que menciona Eisenstein, los valores promedio no son semejantes en todo los grupos raciales.

Los valores inferiores normales del **diámetro medio-sagital** fueron de 12,6 mm (a diámetro cefálico y caudal de L4) y 11.5 mm (en el diámetro caudal de L5) en la serie de la India, determinándose en el 10% diámetros de hasta 9.0 - 10.5 mm, siendo este porcentaje elevado de manera importante con la incidencia de estenosis espinal, principalmente debido a los pedículos y láminas cortos orientados frontalmente; en las columnas de italianos, tanto en el nivel del borde cefálico y caudal de las vértebras, en 5% presentaron diámetros de hasta 10.1mm - 10.8 mm, determinándose que el diagnóstico de canal estrecho no debería estar basado estrictamente en estudios morfométricos del conducto raquídeo, sino también, de acuerdo a la presencia de los elementos neurales adaptados al conducto raquídeo, y que, cuando se desarrolla la presencia de canal estrecho, puede desencadenarse por factores agregados como : el incremento del tamaño de las láminas, hipertrofia de las facetas articulares, etc. En conclusión, estos hallazgos sugieren que el **diámetro medio-sagital** menor de 12 mm puede ser considerado patológico, aunque no basado solamente en el diámetro del conducto raquídeo.

Tabla 9

DIAMETRO MEDIOSAGITAL DEL CONDUCTO RAQUIDEO EN COLUMNAS VERTEBRALES DE ITALIANOS		
	CEFALICO (mm.)	CAUDAL (mm.)
L1	16.7	16.4
L2	16.4	16.5
L3	15.8	15.9
L4	15.1	15.0
L5	16.1	16.9

Tabla 10

DIAMETRO MEDIOSAGITAL DEL CONDUCTO RAQUIDEO EN COLUMNAS VERTEBRALES EN HINDUES		
	CEFALICO (mm.)	CAUDAL (mm.)
L1	15	15.3
L2	14.7	14.8
L3	13.7	14.2
L4	13.8	14.0
L5	14.0	13.9

En lo que se refiere al **diámetro interpedicular** se observaron diámetros inferiores en L1 y mayores en L4 y en L5 (columnas de italianos y de hindués), siendo significativamente más amplia en los Italianos. Los diámetros no fueron menores de 19.0 mm en la serie de los Italianos y de 15 mm en la población Hindú, en un 35% de esta población midieron 17 mm o menos. Estos hallazgos son semejante con las investigaciones previas al respecto.

Tabla 11

DIAMETRO INTERPEDICULAR DEL CONDUCTO RAQUIDEO		
	COLUMNAS DE ITALIANOS (mm.)	COLUMNAS DE HINDUES (mm.)
L1	21.7	19.1
L2	22.2	19.5
L3	22.7	19.9
L4	25.9	21.1
L5	24.8	22.8

En relación a los **recesos laterales** demostraron un decremento cefalo-caudal en los dos grupos poblacionales, siendo mayor en los italianos con respecto a los de la India.

Tabla 12

DIAMETRO TRANSVERSO DE LOS RECESOS LATERALES		
	COLUMNAS DE ITALIANOS (mm.)	COLUMNAS DE HINDUES (mm)
L4	7.3	6.6
L5	6.2	5.9

El diámetro transverso de los recesos laterales dependen principalmente de dos factores : el largo de los pedículos y la forma del conducto vertebral ; las dimensiones inferiores parecen estar relacionadas con pedículos cortos y con la configuración en trébol del canal vertebral. Así también, la forma del canal vertebral dependerá de la prominencia del borde antero-medial de la apófisis articular superior y de la porción interarticular hacia el contorno del canal vertebral. Estos hallazgos poseen implicaciones clínicas, que determinan las alteraciones en el receso lateral, las cuales pueden ocurrir en un canal vertebral normal, pero más frecuentemente ocurren en el desarrollo del canal estrecho.

En relación a las láminas se determinó un espesor de 4.7 - 6.6 mm en la mayoría de las vértebras examinadas. Las dimensiones del cuerpo vertebral demostraron un regular incremento desde la primera a la quinta vértebra lumbar en la población de la India, e irregular en la de los Italianos.

Tabla 13

DIMENSIONES DEL CUERPO VERTEBRAL						
	COLUMNAS DE ITALIANOS (mm.)			COLUMNAS DE HINDUES (mm.)		
	DIAMETRO MEDIO- SAGITAL	DIAMETRO TRANSVERSO	ALTURA	DIAMETRO MEDIO- SAGITAL	DIAMETRO TRANSVERSO	ALTURA
L1	29	41	26	25	36	21.
L2	31	43	27	27	37	22
L3	30	44	28	28	40	23
L4	32	47	28	29	41	23
L5	33	49	30	29	43	24

Con el desarrollo de los estudios de imagen, también los cambios anatómicos y patológicos han podido ser determinados por tomografía axial computarizada. F. Postacchini *et al.*,¹⁵ mediante cortes seccionales en tres diferentes niveles de la columna lumbar, tanto a nivel pedicular, en el espacio del disco y la porción caudal de la vértebra superior, han evaluado la forma y el diámetro del conducto raquídeo, observando a nivel de L5 una forma triangular normal con tendencia a ser oval o redondeada hacia los niveles lumbares superiores. En 15 sujetos normales valorados mediante TAC, el

raquídeo, observando a nivel de L5 una forma triangular normal con tendencia a ser oval o redondeada hacia los niveles lumbares superiores. En 15 sujetos normales valorados mediante TAC, el diámetro medio sagital fue de 13.8 mm a 20,4 mm en L5, y 13.4 a 18.5 mm en los niveles intermedios. El diámetro interpedicular promedio determinado fue entre 19 a 27 mm.

4.2. MORFOMETRIA DEL AGUJERO INTERVERTEBRAL

El agujero intervertebral es un canal a través del cual las raíces nerviosas emergen desde el canal vertebral, por lo que las variaciones en el tamaño y la forma han sido asociadas con síntomas de compresión de las raíces nerviosas, de manera particular en la región lumbar. Su forma ha sido establecida en tres tipos: redonda u oval, comparada "gota" y auricular. En relación a su tamaño, el promedio de altura ha sido establecido entre un rango de 11 - 19 mm y 13 - 15mm; Putti ha reportado un promedio de 16mm, en tanto que Magnusson se ha referido solamente al ancho del agujero intervertebral, estableciendo un diámetro en sentido antero-posterior en 7 mm. Danfort, Wilson y Putti han coincidido en que los agujeros intervertebrales son pequeños en la región lumbosacra, aunque Putti afirma que en L2-L3 y L3-L4 con frecuencia son del mismo tamaño y más grandes a nivel de L4-L5, la que difiere con Danforth y Wilson quienes reportan que los agujeros intervertebrales son generalmente del mismo tamaño.¹⁶

Entre los estudios más recientes sobre los agujeros intervertebrales y en relación a la patología de los mismos, M.M. Stephens, *et al.*¹⁷ realizan un estudio *in vitro* de estos, ofreciendo los siguientes hallazgos:

4.2.1. Forma del Agujero Intervertebral (Discos Normales)

Cuando el disco se encuentra normal el 56% de los agujeros son redondos, 31% auriculares y 5% en forma de gota o "lágrima". De L1-L2 predomina la forma oval, la forma de gota no fue observada en ninguna. En L2-L3 la forma oval (54%) predomina sobre la forma auricular (32%). En L3-L4 la forma oval y auricular son similares en frecuencia (53- 39% respectivamente). En L4-L5 solamente un 31% fueron ovals y un 69% auriculares, y no fueron vistos ninguno en forma de gota. En general, los agujeros intervertebrales ovals (59%) predominan sobre los auriculares (41%) a nivel de la región lumbosacra.

4.2.2. Tamaño del Agujero Intervertebral (Discos Normales)

Se ha establecido una gran variación en el tamaño del agujero intervertebral en cada nivel, el diámetro promedio fue mayor a nivel de L5-S1 y pequeño en L1-L2, con una diferencia de cerca 20 mm. El agujero intervertebral de L2-L3 le sigue en diámetro al anterior, el cual posee una ligera diferencia en relación a los otros niveles. A nivel de L4-L5 son más pequeños que a nivel de L5-S1 con aproximadamente 10 mm. En síntesis, el diámetro en orden progresivo de decremento es así: L5-S1, L2-L3, L3-L4, L4-L5 y L1-L2.

4.2.3. Forma del Agujero Intervertebral (Disco Anormal)

La distribución de la forma del agujero intervertebral es marcadamente diferente en relación a aquellos con discos normales. En el total 22% fueron redondos, 66% auriculares y 12% en forma de gota. En L1-L2 la configuración auricular se encontró en 70%; en L2-L3 predomina en 78% la forma auricular sobre la oval en 17%, por lo que en relación en estos niveles con respecto a la de los discos normales se encuentra invertida importantemente. En L4-L5 la forma auricular es 67% (similar a los discos normales), aunque decrementó las formas ovals hasta un 12% y existió un incremento de las formas en gota a 21% que no se había observado en los discos normales. Es decir, en el nivel lumbosacro el patrón fue inverso al de los discos normales, siendo la forma auricular predominante sobre la oval (50% vs 44%).

4.2.4. Tamaño del Agujero Intervertebral (Disco Anormal)

Existe una significativa diferencia en el tamaño entre los segmentos lumbosacros en discos anormales con respecto a agujeros intervertebrales con discos normales. En sentido progresivo el decremento comprende L2-L3, L5-S1, L4-L5, L1-L2. La altura del agujero intervertebral se incrementa en el caso de L1-L2 y L2-L3 asociados a los discos anormales, en L4-L5 no se evidencia cambios significativos en la altura, pero sí en L5-S1 el área del agujero intervertebral se decrementó con respecto a los discos normales.

En conclusión, se ha podido observar que en los niveles L1-L2 y L2-L3 la forma auricular se asocia con mayor frecuencia con discos anormales, sin decremento a nivel de su altura, lo cual probablemente se explica porque la presencia de patología en estos niveles es vista con poca frecuencia en la práctica clínica. Así mismo en el nivel L4-L5 se observó en alto porcentaje la forma auricular en discos normales, pero cuando los discos fueron anormales el número de agujeros ovales que se presentaban en un 31% sufrieron un decremento importante y aparecen agujeros intervertebrales en forma de gota en un gran número, sin alteraciones en su área o altura. A nivel lumbosacro, el patrón oval en discos normales es reemplazado por agujeros auriculares en mayor porcentaje en los discos anormales. A medida que la degeneración del disco continúa, invade en el límite posterior del agujero intervertebral por la hipertrofia de la apófisis articular superior, convirtiendo su forma, en gota, la cual es observada más a menudo en segmentos de movimiento anormal, lo cual indica que la degeneración no causa colapso, pero hay alteración en el contorno afectando la parte baja del agujero. A nivel lumbosacro el área del agujero intervertebral se decrementa cuando esta asociado a un disco anormal, a diferencia de la altura, lo cual se ha demostrado en relación al predominio de los agujeros auriculares en estos niveles. En conclusión este estudio revela que la altura del agujero varía entre un diámetro de 10 - 19 mm y un área de 40 - 160 mm².

Fig. 2

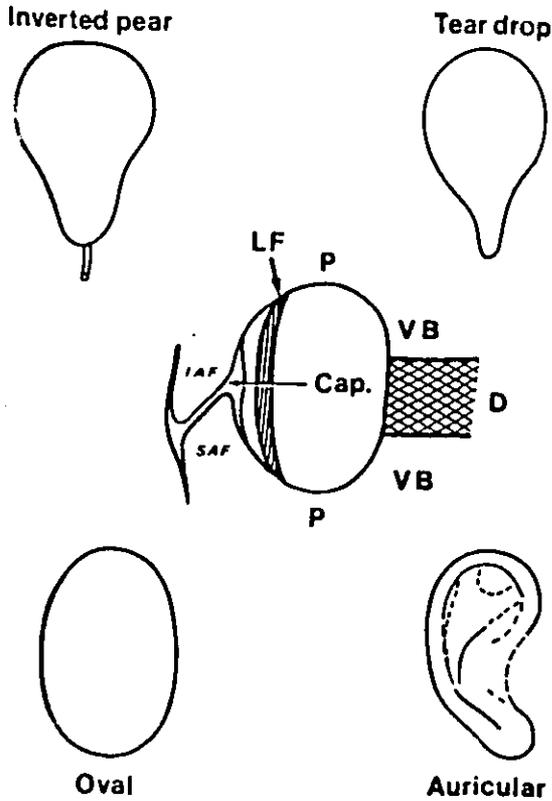


Fig 1. The shape of the intervertebral foramen. The boundaries are depicted in the central diagram: P = pedicle of the vertebral arch; VB = vertebral bodies above and below; D = intervertebral disc; LF = ligamentum flavum; CAP = capsule of zygapophyseal joint; IAF and SAF = inferior and superior articular facets.

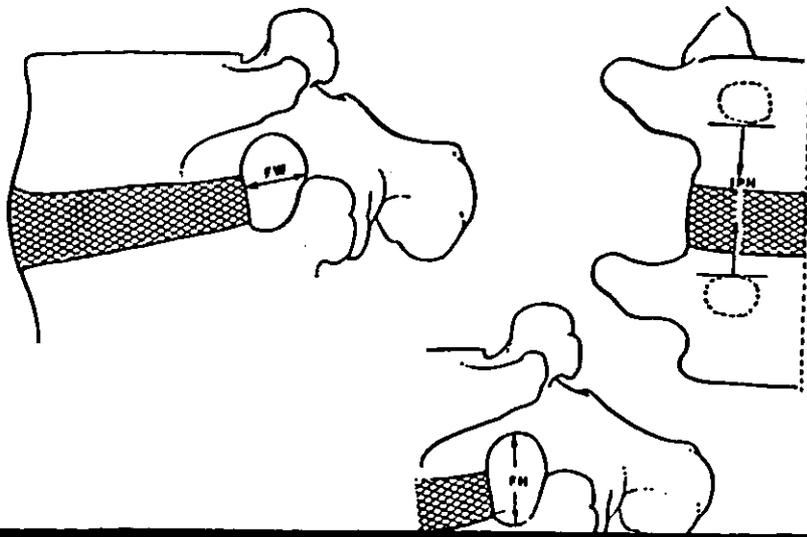


Fig 2. Radiologic measurements of the intervertebral foramen. Lateral radiograph: FW = foraminal width; FH = foraminal height. Anteroposterior radiograph: IPH = interpedicular height.

Tabla 14

ALTURA DEL AGUJERO INTERVERTEBRAL (mm.)					
NIVEL (PATOLOGIA DEL DISCO)	MEDIA	SD	RANGO	MINIMO	MAXIMO
L1 - 2 Normal Anormal	13.6 14.1	0.5 1.0	5.7 5.8	10.3 11.5	16.0 17.3
L2 - 3 Normal Anormal	15.4 16.6	0.6 0.4	5.9 4.6	13.2 14.3	19.1 19.0
L3 - 4 Normal Anormal	16.6 14.7	0.4 0.8	6.0 5.1	13.5 11.8	19.5 17.0
L4 - 5 Normal Anormal	15.8 15.7	0.8 0.7	2.2 2.3	13.1 9.8	18.7 18.5
L5 - S1 Normal Anormal	14.7 15.0	0.6 0.5	6.8 5.7	10.6 14.3	17.5 18.5

SD= Desviación Estándar

Tabla 15

AREA DE LOS AGUJEROS INTERVERTEBRALES (mm²)				
NIVEL (PATOLOGIA DEL DISCO)	NUMERO DE AGUJEROS INTERVERTEBRALES	MEDIA	MINIMO	MAXIMO
L1 - 2				
Todos	34	83.5	41.5	125.0
Normal	24	80.4	41.5	100.0
Anormal	10	91.2	61.5	125.0
L2 - 3				
Todos	40	98.2	65.0	144.5
Normal	22	95.0	54.0	139.0
Anormal	18	101.3	86.0	144.5
L3 - 4				
Todos	40	95.0	58.5	125.0
Normal	28	96.2	75.0	125.0
Anormal	12	92.1	58.5	125.0
L4 - 5				
Todos	40	90.2	50.0	152.5
Normal	16	87.3	64.0	111.0
Anormal	24	92.1	50.0	152.5
L5 - S1				
Todos	40	101.6	64.0	164.0
Normal	22	103.6	64.0	164.0
Anormal	18	99.3	72.0	113.5

4.3. MORFOMETRIA DEL PEDICULO

La descripción de la anatomía de los pedículos ha sido reportada en varios estudios de especímenes anatómicos o en medidas radiológicas. Su conocimiento y aplicación de la anatomía a diferentes niveles ha brindado una importante ayuda para obtener una mayor seguridad en el uso de los métodos de fijación interna de la columna, que en la actualidad han obtenido una amplia acogida.

Las mencionadas investigaciones han sido realizadas en diferentes grupos de edad, sexo y raza ; en individuos caucásicos, J.M. Moran, *et al.*¹⁸ han reportado por edad y sexo, los siguientes resultados :

Tabla 16

DIMENSION DE LOS PEDICULOS (mm)					
PEDICULO	DECADA DE LA VIDA	SEXO	L3	L4	L5
Diámetro mayor	5	F	14.4	13.4	12.8
Diámetro menor	5	F	8.7	10.0	10.6
Diámetro mayor	5	M	14.1	13.6	15.2
Diámetro menor	5	M	8.1	10.3	10.3
Diámetro mayor	6	F	14.9	13.2	15.0
Diámetro menor	6	F	9.3	11.2	10.5
Diámetro mayor	6	M	14.8	13.0	14.1
Diámetro menor	6	M	10.2	11.1	9.7
Diámetro mayor	7	F	14.1	12.4	16.1
Diámetro menor	7	F	9.3	9.6	9.6
Diámetro mayor	7	M	14.2	13.4	13.0
Diámetro menor	7	M	9.3	9.9	10.2

Diámetro mayor = Altura

Diámetro menor = Diámetro transversal

En otros grupos raciales, como la población oriental, Shuxun Hou *et al.*¹⁹ de 40 columnas vertebrales a nivel de la región lumbar, ha reportado un diámetro promedio de los pedículos en sentido medio-sagital de 6.6 mm en L1 hasta 13 mm en L5, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre el sexo femenino y masculino.

En sentido céfalo-caudal (altura) la media de diámetros varían de 15.5 mm en L1 a 18.7 mm en L5 en el sexo femenino, en tanto que en el sexo masculino el rango fue de 15.9 mm en L1 a 20.5 mm en L5, sin existir de este modo diferencias estadísticamente considerables.

Fig. 3

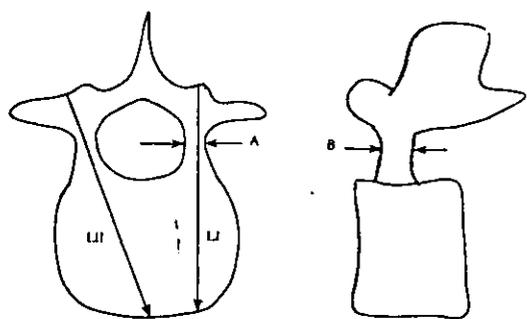


Figure . Anatomic diagram of points measured: Medial lateral width of pedicle (A), Cephalocaudal height of pedicle (B), Length I depth of parallel to sagittal plane of vertebral body, Length II, depth of body from posterior cortex to anterior midline cortex.

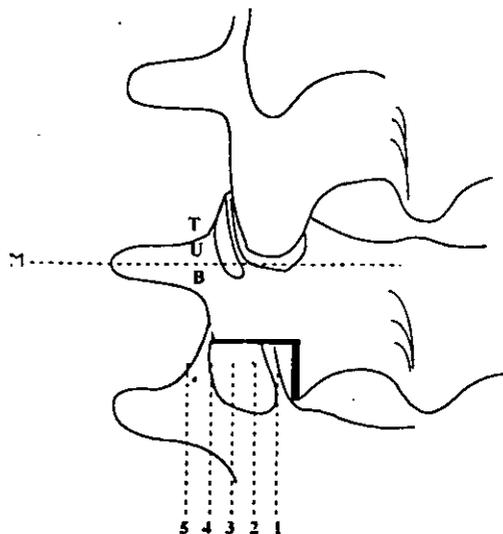


Figure . Posterior landmarks of starting point of pedicle: M = mid-transverse process, T = Top of transverse process, U = upper half of Transverse process, B = bottom half of transverse process. Facet joint divided into three segments by four vertical lines. Position of pedicle in medial-lateral plane related to zone of facet. Line 5 is one third of a facet diameter lateral to the facet joint.

Tabla 17

DIAMETRO TRANSVERSO DEL PEDICULO (mm.)			
NIVEL	MASCULINO	FEMENINO	ACUMULADO
L3	9.4	9.0	9.2
L4	10.8	10.2	10.5
L5	12.8	13.0	12.9

Tabla 18

ALTURA DE LOS PEDICULOS (mm.)			
NIVEL	MASCULINO	FEMENINO	ACUMULADO
L3	15.3	14.3	14.7
L4	15.3	14.5	15.0
L5	20.5	18.7	19.8

En relación a la Longitud (1) medida desde la corteza vertebral anterior, paralelo al diámetro sagital del cuerpo vertebral a través del eje pedicular medio (ver Fig 3, tabla 19), si existieron diferencias estadísticamente significativas entre el sexo femenino y masculino con rangos de 47 mm en L1 a 43.1 mm en L5, y de 50.7 mm en L1 a 43.9 mm en L5 respectivamente, con una tendencia de decremento de la longitud en manera progresiva desde L1 a L5, del mismo modo en la longitud (2) medida desde la línea media del cuerpo vertebral anterior hacia la corteza posterior en el eje medio pedicular (ver figura 3, tabla 19). En lo que se refiere a la relación existente entre el pedículo con respecto al centro de las apófisis transversas , se demuestra un incremento en la apertura lateral, al igual que en relación con las apófisis articulares (Figura 3).

Tabla 19

LONGITUD DESDE LA CORTEZA ANTERIOR DEL CUERPO VERTEBRAL HASTA EL BORDE POSTERIOR EN EL EJE PEDICULAR MEDIO					
NIVEL	LONGITUD 1			LONGITUD 2	
	MASCULINO	FEMENINO	ACUMULADO	MASCULINO	FEMENINO
L3	49.7	48.9	49.4	55.6	53.7
L4	47.9	46.3	47.3	53.9	51.8
L5	43.9	43.1	43.6	51.9	50.6

Los resultados de la morfometría de los pedículos reportados por Nam-Hyun Kim, *et al.*²⁰ en la población coreana, ha sido reportados a nivel de L5 un diámetro transversal de 18.4 mm (Tabla 20) y en sentido cefalo-caudal (altura) un diámetro mayor a nivel de L1(con un rango de 15.4 mm) y menor en L4 (con un diámetro promedio de 13.7 mm). El ángulo antero-posterior o transversal del pedículo determinado a nivel de la región lumbar fue valorado entre 5° y 25° desde L1 a L5 respectivamente ; en relación al ángulo horizontal de la región lumbar fue reportado de 0° (ver figura 4) .

Fig.4

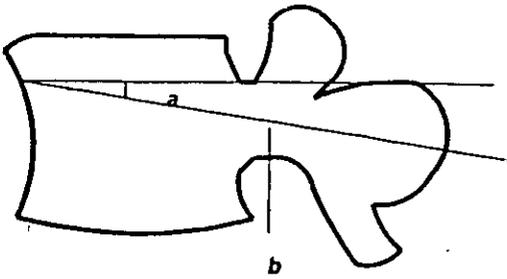


Figure 1 Horizontal pedicle angle (a). Midpoint of superoinferior pedicle diameter (b).

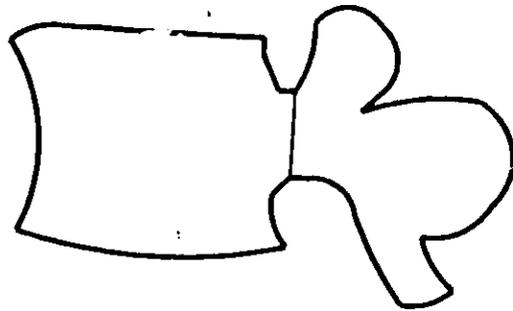


Figure 2 Superoinferior pedicle diameter, measured distance between root of the pedicle (arrow).

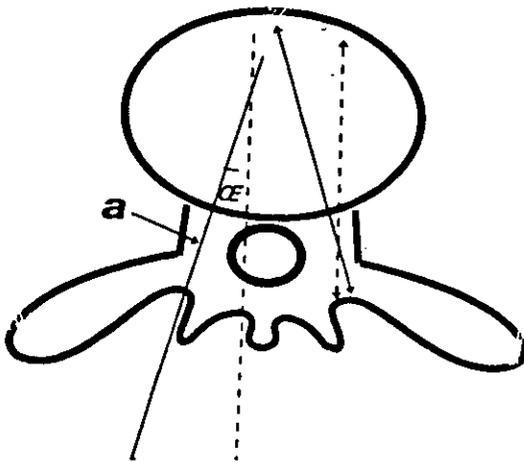


Figure 3 Anteroposterior pedicle angle (CE) and depth to the anterior cortex through the line parallel to midline axis (dot line) and pedicle axis (solid line) of transverse pedicle diameter. a, midpoint.

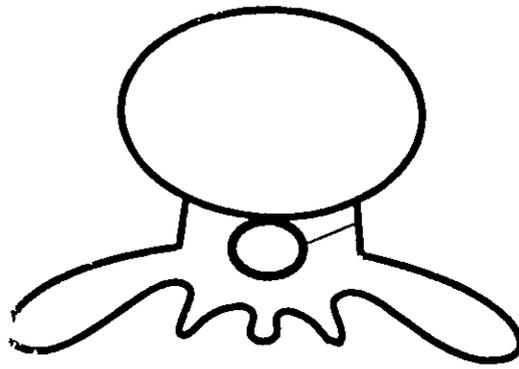


Figure 4 Transverse pedicle diameter, measured distance of midpoint of the pedicle (arrow).

Tabla 20

COMPARACION DEL DIAMETRO TRANSVERSO ENTRE EL SEXO MASCULINO Y FEMENINO (mm.)		
NIVEL	MASCULINO N= 42 MEDIA	FEMENINO N= 31 MEDIA
L1	7.0	6.6
L2	7.5	6.9
L3	9.9	8.9
L4	12.7	11.9
L5	18.9	17.6

5. ANATOMIA DE LAS RAICES NERVIOSAS DE LA REGION LUMBAR

En las etapas tempranas del desarrollo la médula espinal posee la misma longitud que la columna vertebral, posteriormente los elementos neurales terminan su crecimiento a nivel del 1^{er} y 2^{do} discos lumbares. Desde este nivel la médula espinal no se encuentra presente y únicamente consisten en elementos nerviosos de las raíces lumbosacras a nivel del canal espinal de la región lumbar. Estas raíces nerviosas se dividen en componentes ventrales y dorsales que consisten en raíces motoras y sensoriales respectivamente.

En el conducto raquídeo, las raíces nerviosas son rodeadas por un cilindro o saco dural por el cual, de manera secuencial, abandonan en diferentes niveles, rodeados por un "manguito" dural. De esta manera, se ha descrito a la raíz nerviosa propiamente localizada desde la salida del saco dural al agujero intervertebral, referida como complejo de la raíz nerviosa.

5.1. ORGANIZACIÓN DE LAS RAÍCES NERVIOSAS INTRADURALES

La organización de las raíces nerviosas alrededor de la médula espinal terminal (cono medular) y de la "Cola de caballo" es recientemente conocido, estableciéndose que las raíces no son libres o flotantes, sino que están relacionadas unas con otras y sostenidas por una red de aracnoides.

El patrón considerado en los diferentes niveles es el siguiente :

T10 - T11

La médula espinal está rodeada sólo por las raíces nerviosas de T11 - T12 y presenta a nivel cefálico la salida de las raíces de T11 a nivel del saco dural.

T11 - T12

En este nivel del disco, la médula espinal baja se rodea por las raíces de T12 y las tres primeras raíces lumbares, las cuales poseen un componente ventral de organización que cubre completamente a la médula en este nivel, al contrario de la región dorsal, queda sin cubrir aproximadamente el 20 - 25% de la circunferencia total de la médula.

T12-L1

En la unión de los cuerpos torácicos y lumbares, la médula espinal comienza a afilarse y es rodeada por la 1^{era} a la 5^{ta} raíz lumbar. Las raíces de L1 se encuentran situadas lateralmente y las raíces ventrales y dorsales están dispuestas respectivamente en este sentido. En un 10 - 15 % la médula espinal no se encuentra rodeada en la porción dorsal.

L1 - L2

Entre el interespacio de la 1^{era} y 2^{da} vértebra, la médula espinal termina e inicia el filum terminal. Esta porción terminal de la médula se encuentra rodeada de la 2^{da} a la 5^{ta} raíz sacra. Las raíces de S1 se encuentran separadas en dorsales y ventrales, mientras que las raíces de L2 - L5 se encuentran organizadas en capas verticales. Las raíces sacras convergen y rodean la médula espinal terminal.

L2 - L3

En este interespacio la 1^{era} raíz sacra dorsal converge con la contraparte ventral en la porción medial y adyacente forman capas verticales desde la 3^{era} a la 5^{ta} raíces lumbares de la "cola de caballo". Las raíces sacras S2 - S5 se encuentran en la porción dorsal de la "cola de caballo".

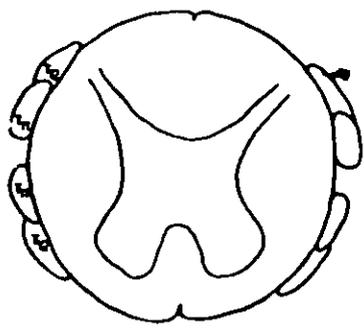
L4 - L5

A nivel del interespacio, las raíces de la 5^{ta} lumbar a la 5^{ta} raíz sacra se encuentran presentes. La 5^{ta} raíz lumbar está situada antero-lateral antes de salir del saco dural y las raíces sacras ocupan la región medio dorsal de la "cola de caballo".

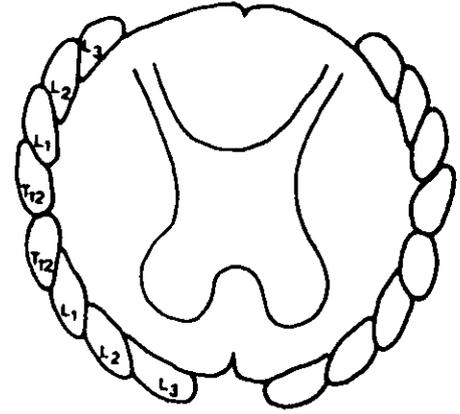
L5 - S1

En la transición de la región lumbar y sacra, la 1^{era} raíz sacra está en posición anterolateral. El resto de raíces sacras se diseminan en forma creciente en sentido ventro-dorsal a nivel del saco dural.

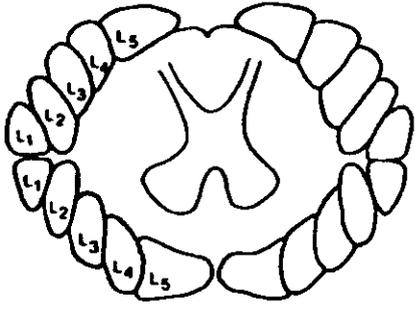
T₁₀-T₁₁



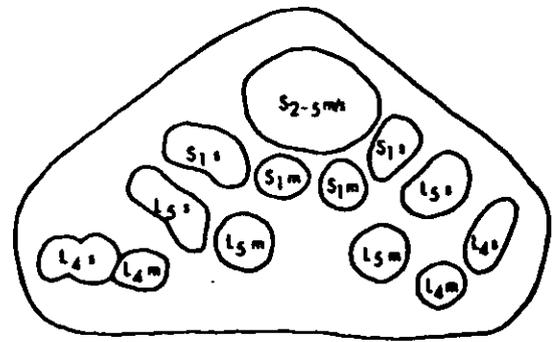
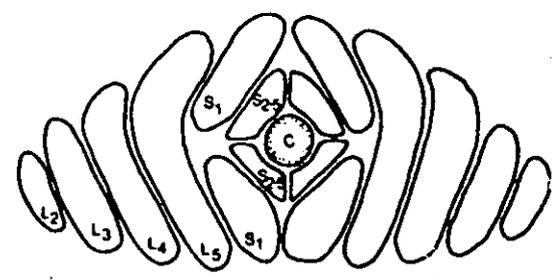
T₁₁-T₁₂



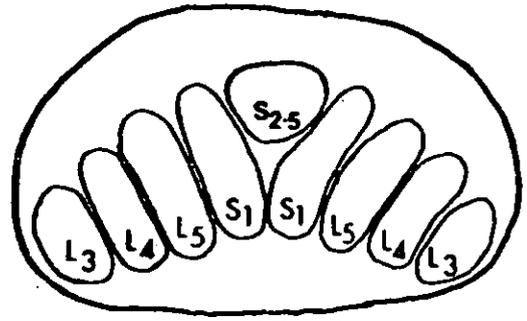
T₁₂-L₁



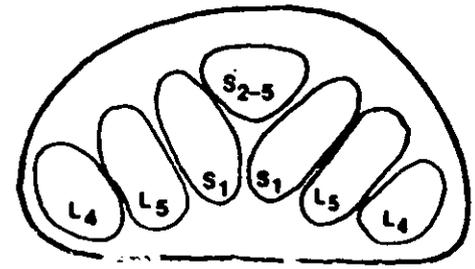
L₁-L₂



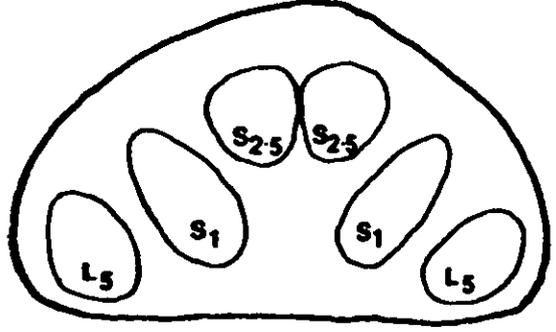
L₂-L₃



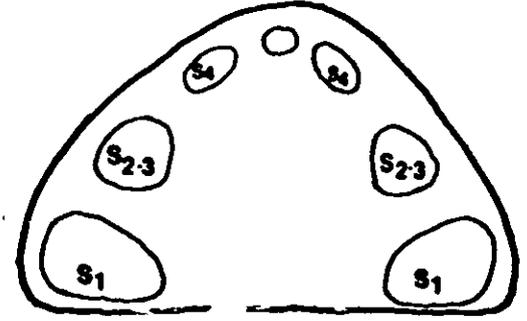
L₃-L₄



L₄-L₅



L₅-S₁



5.2. ORGANIZACION DE LAS RAICES NERVIOSAS EXTRADURALES

La organización macroscópica del complejo lateral de la raíz nerviosa, en consideración a la dirección de saco dural, al ángulo de salida del " manguito " dural, a la relación de las raíces nerviosas motoras y sensitivas y el tamaño del ganglio dorsal, descrito por Cohen, M. *et al.*,²² es la siguiente :

5.2.1. Angulación de la Raíz Nerviosa

El ángulo del saco dural y el " manguito " dural de la raíz nerviosa en la región lumbar esta dentro de un rango promedio de 40°. El ángulo de salida cambia en sentido agudo hacia la 1^{era} raíz sacra, con un ángulo promedio de 22°. En las raíces sacras bajas el ángulo declina progresivamente.

5.2.2. Orientación de las Raíces Motoras y Sensoriales

En contraste con la organización intradural, en donde las raíces motoras están situadas antero-medial en relación con el componente sensorial, las raíces motoras a nivel del saco extradural se encuentran directamente anteriores a la contraparte sensorial. A nivel distal del ganglio dorsal se juntan las raíces motoras y sensoriales y forman un nervio espinal mixto.

5.2.3. Tamaño del Ganglio Dorsal

El tamaño del ganglio dorsal varía con el nivel vertebral, incrementándose desde la 1^{era} lumbar al 1^{er} nivel sacro (el cual posee una longitud promedio de 13 mm por 6 mm de ancho), y se decrementa posteriormente.

5.2.4. Posición del Ganglio Dorsal

La longitud media desde el " manguito " de la raíz nerviosa o el origen o margen proximal de la raíz, al ganglio dorsal pueden variar con el nivel vertebral, desde un diámetro de 6 mm en la 1^{era} lumbar a 15 mm en el 2^{do} nivel sacro. El centro del ganglio esta directamente debajo del pedículo vertebral en el 90% de los casos, en 8% se localiza infero-lateral al pedículo y 2% medial al pedículo dentro del receso lateral. De esta manera, el centro del ganglio lumbar se encuentra en la porción lateral del disco intervertebral, en un tercio de los casos.

6. ANOMALIAS DE LAS RAICES NERVIOSAS LUMBOSACRAS

6.1. ANTECEDENTES E INCIDENCIA

Las anomalías de las raíces nerviosas lumbosacras han sido documentadas en la literatura desde hace más de 30 años (Zagnoni, 1949)²³ y se le ha dado poca importancia, debido a la escasez de estudios y a la baja incidencia reportadas, en un rango de 0.34% a 2.7% (Ethelberg y Riishede, 1952 ; Bonmola y Bedeschi, 1956 ; Postacchini, Urso y Ferro, 1982). Niedre y Macnab (1983) han mencionado que las anomalías de las raíces nerviosas podrían ser posibles en aquellas cirugías fallidas por lesiones de disco. Esto podría ser muy significativo, debido a que en USA 200.000 pacientes cada año son intervenidos quirúrgicamente por hernia de disco y de estos un gran número, como el 33% pueden resultar en fracaso (Scarff, *et al.*, 1981), por esto es imperativo conocer la verdadera incidencia de las anomalías de las raíces nerviosas y los varios tipos existentes ya que esto podría mejorar los resultados de la cirugía espinal de manera considerable. Una redefinición de la anatomía de la región lumbosacra es necesaria para mejorar el exacto diagnóstico.

Estudios previos revelan dificultades en el diagnóstico de las anomalías de las raíces nerviosas. La mayoría de reportes se han basado en hallazgos quirúrgicos, en donde el alcance de la investigación se limita a la exploración de la raíz nerviosa (Ethelberg y Riishede, 1952 ; Deyerle y May, 1954 ; Reynolds, 1954 ; Bonola y Bedeschi, 1956 ; Mc Elvenny, 1956 ; Cannon, Hunter y Picaza, 1962 ; Keon-Cohen, 1968 ; Rask, 1977 ; Neidre y Macnab, 1983). Otros reportes se han basado en el uso de la mielografía con medio de contraste hidrosoluble. Los reportes basados en ambos medios diagnósticos son parciales, puesto que solamente pacientes con una situación de dolor de espalda son normalmente investigados (Bemini, Wiesel y Rothman, 1980 ; Postacchini, *et al.*, 1982). Otros métodos de diagnóstico de las raíces nerviosas lumbosacras se han realizado por Scarff *et al.* (1981) con el uso de potenciales evocados somatosensoriales con el propósito de un seguro conocimiento de la anatomía.

5.2. ORGANIZACION DE LAS RAICES NERVIOSAS EXTRADURALES

La organización macroscópica del complejo lateral de la raíz nerviosa, en consideración a la dirección de saco dural, al ángulo de salida del " manguito " dural, a la relación de las raíces nerviosas motoras y sensitivas y el tamaño del ganglio dorsal, descrito por Cohen, M. *et al.*,²² es la siguiente :

5.2.1. Angulación de la Raíz Nerviosa

El ángulo del saco dural y el " manguito " dural de la raíz nerviosa en la región lumbar esta dentro de un rango promedio de 40°. El ángulo de salida cambia en sentido agudo hacia la 1^{era}. raíz sacra, con un ángulo promedio de 22°. En las raíces sacras bajas el ángulo declina progresivamente.

5.2.2. Orientación de las Raíces Motoras y Sensoriales

En contraste con la organización intradural, en donde las raíces motoras están situadas antero-medial en relación con el componente sensorial, las raíces motoras a nivel del saco extradural se encuentran directamente anteriores a la contraparte sensorial. A nivel distal del ganglio dorsal se juntan las raíces motoras y sensoriales y forman un nervio espinal mixto.

5.2.3. Tamaño del Ganglio Dorsal

El tamaño del ganglio dorsal varía con el nivel vertebral, incrementándose desde la 1^{era}. lumbar al 1^{er} nivel sacro (el cual posee una longitud promedio de 13 mm por 6 mm de ancho), y se decrementa posteriormente.

5.2.4. Posición del Ganglio Dorsal

La longitud media desde el " manguito " de la raíz nerviosa o el origen o margen proximal de la raíz, al ganglio dorsal pueden variar con el nivel vertebral, desde un diámetro de 6 mm en la 1^{era}. lumbar a 15 mm en el 2^{do}. nivel sacro. El centro del ganglio esta directamente debajo del pedículo vertebral en el 90% de los casos, en 8% se localiza infero-lateral al pedículo y 2% medial al pedículo dentro del receso lateral. De esta manera, el centro del ganglio lumbar se encuentra en la porción lateral del disco intervertebral, en un tercio de los casos.

6. ANOMALIAS DE LAS RAICES NERVIOSAS LUMBOSACRAS

6.1. ANTECEDENTES E INCIDENCIA

Las anomalías de las raíces nerviosas lumbosacras han sido documentadas en la literatura desde hace más de 30 años (Zagnoni, 1949)²³ y se le ha dado poca importancia, debido a la escasez de estudios y a la baja incidencia reportadas, en un rango de 0.34% a 2.7% (Ethelberg y Riishede, 1952 ; Bonmola y Bedeschi, 1956 ; Postacchini, Urso y Ferro, 1982). Niedre y Macnab (1983) han mencionado que las anomalías de las raíces nerviosas podrían ser posibles en aquellas cirugías fallidas por lesiones de disco. Esto podría ser muy significativo, debido a que en USA 200.000 pacientes cada año son intervenidos quirúrgicamente por hernia de disco y de estos un gran número, como el 33% pueden resultar en fracaso (Scarff, *et al.*, 1981), por esto es imperativo conocer la verdadera incidencia de las anomalías de las raíces nerviosas y los varios tipos existentes ya que esto podría mejorar los resultados de la cirugía espinal de manera considerable. Una redefinición de la anatomía de la región lumbosacra es necesaria para mejorar el exacto diagnóstico.

Estudios previos revelan dificultades en el diagnóstico de las anomalías de las raíces nerviosas. La mayoría de reportes se han basado en hallazgos quirúrgicos, en donde el alcance de la investigación se limita a la exploración de la raíz nerviosa (Ethelberg y Riishede, 1952 ; Deyerte y May, 1954 ; Reynolds, 1954 ; Bonola y Bedeschi, 1956 ; Mc Elvenny, 1956 ; Cannon, Hunter y Picaza, 1962 ; Keon-Cohen, 1968 ; Rask, 1977 ; Neidre y Macnab, 1983). Otros reportes se han basado en el uso de la mielografía con medio de contraste hidrosoluble. Los reportes basados en ambos medios diagnósticos son parciales, puesto que solamente pacientes con una situación de dolor de espalda son normalmente investigados (Bernini, Wiesel y Rothman, 1980 ; Postacchini, *et al.*, 1982). Otros métodos de diagnóstico de las raíces nerviosas lumbosacras se han realizado por Scarff *et al.* (1981) con el uso de potenciales evocados somatosensoriales con el propósito de un seguro conocimiento de la anatomía.

De esta manera, Kadish L.J. y Simmons E.²⁴, del Toronto East General y Orthopaedic Hospital y de la University of Toronto, realizaron un estudio anatómico en 100 cadáveres de la región lumbosacra, paralelamente con la realización de mielografías lumbares encaminadas a valorar el diagnóstico adecuado de las anomalías de las raíces nerviosas.

Los resultados del estudio demostraron que las anomalías de las raíces nerviosas lumbosacras ocurren en una proporción significativa, determinadas en un 14% de la población general. Esta incidencia contrasta marcadamente con los estudios previos (Ethelberg y Riishede, 1952 ; Bonola y Bedeschi, 1956 ; Postacchini, *et al.*, 1982). La incidencia de las anomalías anatómicas difieren dramáticamente con los hallazgos de los estudios mielográficos (14% vs 4% respectivamente).

Entre las razones posibles están :

1. La mayor parte de las uniones entre raíces disecadas, revelan que el grupo anormal de raíces se encuentran envainado en un fuerte "manguito" aracnoideo. La dificultad para disecar dichas raíces, conducen a la duda y probabilidad de un inadecuado flujo del medio de contraste por el " manguito" anómalo,
2. La baja incidencia en el diagnóstico de anastomosis extradural, mediante mielografía con metrizamida, podría derivarse por las dificultades en la interpretación o bien por defectos en la técnica.

6.2. CLASIFICACION

Basados en los resultados de estos estudios y en los reportes previos de la literatura, se han clasificado las raíces nerviosas lumbosacras en cuatro tipos de anomalías :

Tipo I.- Anastomosis intradural entre raíces a diferentes niveles.

Tipo II.- Anomalías en el origen de las raíces nerviosas :

- a. Origen cefálico
- b. Origen caudal
- c. Combinación de a. y b. afectando a una raíz nerviosa (con atención a las raíces adyacentes) y,
- d. Unión de raíces nerviosas

Tipo III.- Anastomosis extradural entre raíces nerviosas

Tipo IV.- División extradural de las raíces nerviosas.

Las raíces anómalas que comprenden el Tipo II, III y IV pueden dejar o no el canal vertebral a través de su agujero intervertebral respectivo.

Estos resultados representan importantes implicaciones ya que la alta incidencia de anomalías de las raíces nerviosas requieren de una redefinición de la anatomía de la región lumbosacra. La confirmación de la presencia de anastomosis entre los diferentes niveles, dispersan la noción de la existencia de una " absoluta inervación ".

Las anomalías de las raíces nerviosas pueden causar síntomas en más de un nivel como resultado de una compresión, como por ejemplo, una hernia de disco intervertebral. La compresión en una situación anormal de la raíz nerviosa puede además dar una indicación incorrecta del nivel de herniación del disco. Varios autores han reportado casos de raíces nerviosas anómalas en pacientes con síntomas de hernia de disco, en quienes una patología no obvia de disco fue descubierta en la cirugía (Ethelberg y Riishede, 1952 ; Cannon, *et al.*, 1962 ; Keon-Cohen, 1968 ; Rask, 1977), el resultado de la descompresión fue pobre ya que solamente pocos pacientes se aliviaron de sus síntomas. Dos razones se han postulado para ello:

ANOMALIES OF THE LUMBOSACRAL NERVE ROOTS

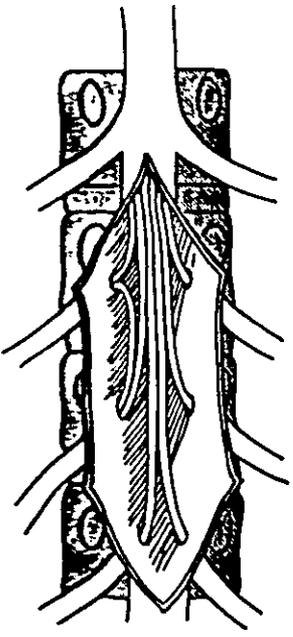


Fig (Type I)

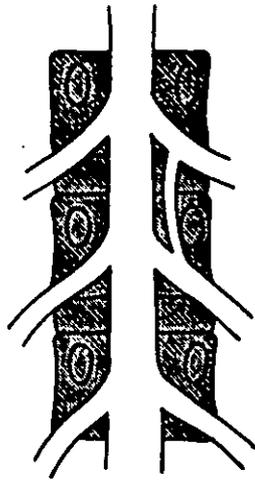
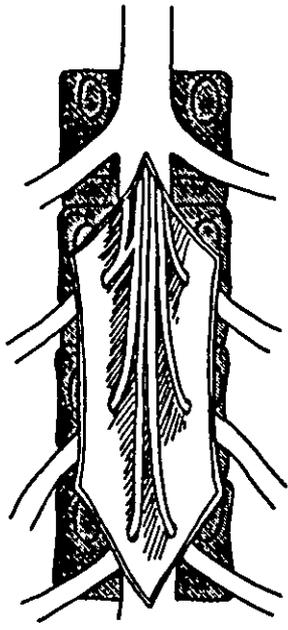
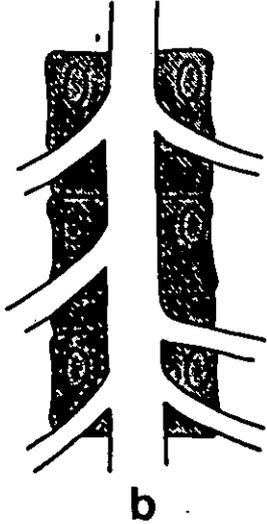


Fig. (Type III)



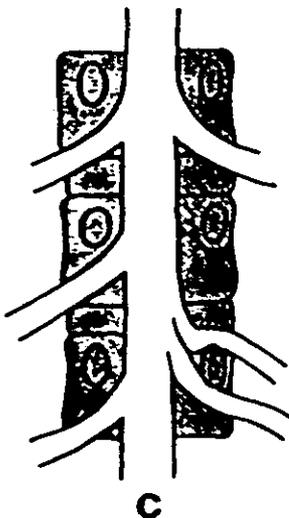
a



b



Fig. (Type IV)



c



d

Fig. (Type II)

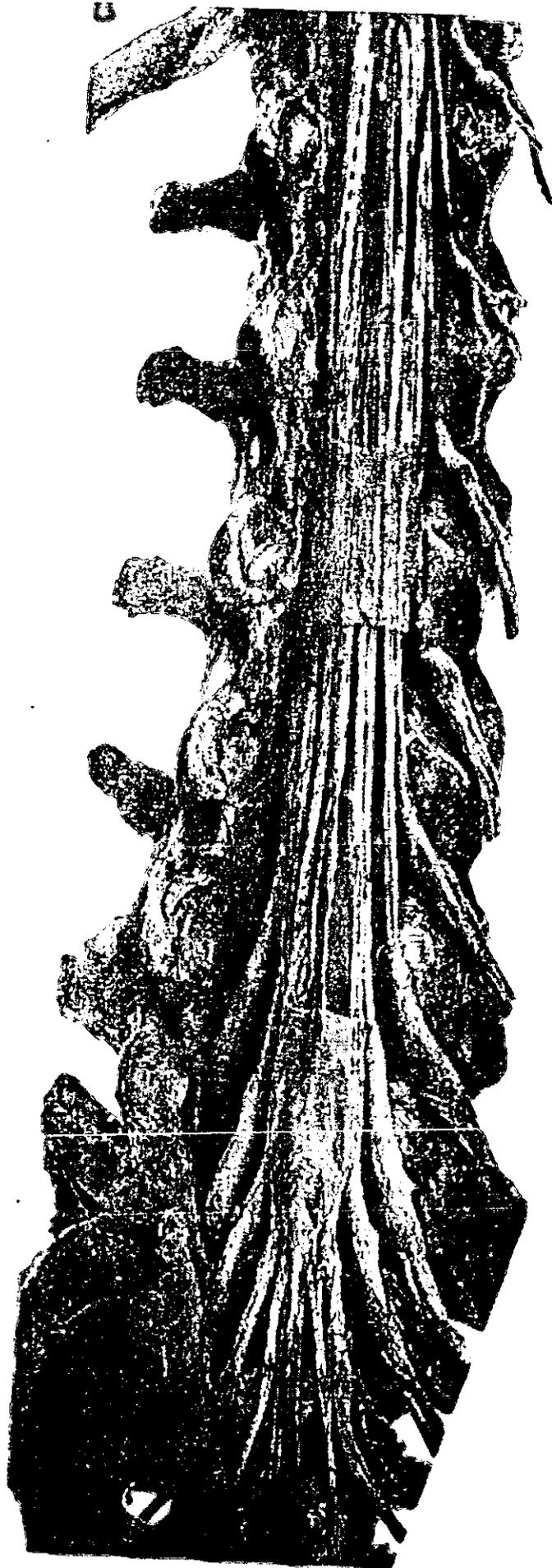
Diagrams illustrating lumbosacral nerve root anomalies.

Figure —Type I: intradural anastomosis.

Figure —Type II: (a) cranial origin, (b) caudal origin, (c) closely adjacent nerve roots; (d) conjoined nerve roots.

Figure —Type III: extradural anastomosis.

Figure —Type IV: extradural division.



1. Las anomalías por sí mismas, de alguna manera, pueden causar dolor,
2. Las raíces anómalas ocupan en su mayor parte el espacio en el canal vertebral, que incluso un ligero abombamiento de un disco intervertebral o inflamación de la raíz nerviosa podría causar síntomas.

Transfeld y Simmons (1982) demostraron el movimiento de la médula espinal durante la flexión normal y la extensión ; esto sugiere que síntomas de tracción podrían surgir en las raíces anómalas e incluso con los movimientos anormales de la columna. Todos los cirujanos que operan columna deberían estar conscientes de estas anomalías, ya que este conocimiento podría prevenir las lesiones por tracción de las raíces. Reynolds (1954) ha reportado complicaciones por la sección de algunas raíces anómalas que resultaron en un irreversible déficit motor o sensorial. Es necesario investigar más en mejores técnicas de diagnóstico para identificar anomalías de las raíces nerviosas que con una incidencia elevada en un 14%, se debe tener presente todas estas variaciones anómalas, (ver figura 6 anexa).

7. DISCO INTERVERTEBRAL

Muchas investigaciones se han enfocado en la etiología del dolor lumbosacro concentrados sobre la morfología, el comportamiento y la degeneración del disco. El disco intervertebral es un tejido conectivo especializado diseñado para proporcionar fuerza, movilidad y resistencia a la tensión, que ocupa en la región lumbar del adulto un 35% del volumen de la columna.²⁵

La estructura del disco intervertebral consiste en tres partes principales : un anillo fibroso exterior, un núcleo pulposo (interno) y la placa terminal de cartílago, los cuales se encuentran interpuestos entre los cuerpos vertebrales.

El **anillo fibroso** esta organizado en fibras de colágeno laminares, las cuales corren oblicuamente unas con otras, rodeando el núcleo pulposo. El anillo fibroso posee menor hidratación que el núcleo, y los cambios que ocurren con la edad no son aparentes. La distinción entre el anillo y el núcleo son más marcados en los individuos jóvenes y no claramente definidos en los adultos.

El **núcleo pulposo** ocupa cerca del 30 a 60% del volumen del disco. Su composición y apariencia cambia marcadamente en el transcurso de la vida. El núcleo en pacientes jóvenes es altamente hidratado (80 a 88% de agua), en tanto que en los adultos se decreta importante transformándose en más firmes, menos traslúcidos, siendo más difícil distinguir entre el núcleo y el anillo. El núcleo se encuentra ligeramente posterior al centro del disco. En flexión y extensión un núcleo no degenerado se desplaza hacia atrás y adelante con los movimientos de la columna.

A nivel cefálico y caudal el disco se encuentra limitado por la **placa terminal de cartílago**, que afianzan las fibras del disco y actúan como una barrera entre la esponjosa vascular del cuerpo vertebral y el disco intervertebral avascular. Poseen además numerosas perforaciones en el adulto, las cuales posiblemente participan como canales de intercambio químico o metabólico entre la esponjosa y el disco, conformando una ruta de transporte hacia el disco y mediador desde los vasos sanguíneos.

Fig. 7

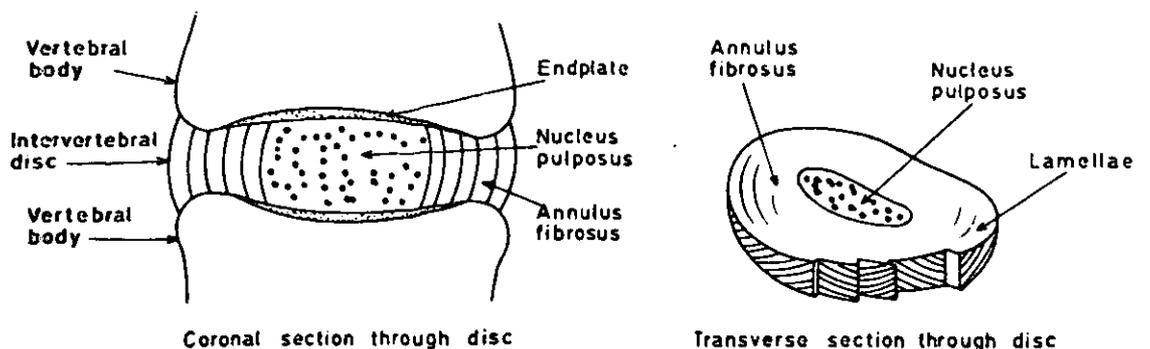


Figure Schematic view of the spine and the different regions in the intervertebral disc. Included is also the arrangement of the annulus lamellae, showing alternating direction of collagen bundles. (From Schultz, A. B.: Mechanics of the human spine: invited feature article. Appl. Mech. Rev. 27:487-497, 1974. By permission of

1. Las anomalías por sí mismas, de alguna manera, pueden causar dolor,
2. Las raíces anómalas ocupan en su mayor parte el espacio en el canal vertebral, que incluso un ligero abombamiento de un disco intervertebral o inflamación de la raíz nerviosa podría causar síntomas.

Transfeld y Simmons (1982) demostraron el movimiento de la médula espinal durante la flexión normal y la extensión ; esto sugiere que síntomas de tracción podrían surgir en las raíces anómalas e incluso con los movimientos anormales de la columna. Todos los cirujanos que operan columna deberían estar conscientes de estas anomalías, ya que este conocimiento podría prevenir las lesiones por tracción de las raíces. Reynolds (1954) ha reportado complicaciones por la sección de algunas raíces anómalas que resultaron en un irreversible déficit motor o sensorial. Es necesario investigar más en mejores técnicas de diagnóstico para identificar anomalías de las raíces nerviosas que con una incidencia elevada en un 14%, se debe tener presente todas estas variaciones anómalas, (ver figura 6 anexa).

7. DISCO INTERVERTEBRAL

Muchas investigaciones se han enfocado en la etiología del dolor lumbosacro concentrados sobre la morfología, el comportamiento y la degeneración del disco. El disco intervertebral es un tejido conectivo especializado diseñado para proporcionar fuerza, movilidad y resistencia a la tensión, que ocupa en la región lumbar del adulto un 35% del volumen de la columna.²⁵

La estructura del disco intervertebral consiste en tres partes principales : un anillo fibroso exterior, un núcleo pulposo (interno) y la placa terminal de cartílago, los cuales se encuentran interpuestos entre los cuerpos vertebrales.

El anillo fibroso esta organizado en fibras de colágeno laminares, las cuales corren oblicuamente unas con otras, rodeando el núcleo pulposo. El anillo fibroso posee menor hidratación que el núcleo, y los cambios que ocurren con la edad no son aparentes. La distinción entre el anillo y el núcleo son más marcados en los individuos jóvenes y no claramente definidos en los adultos.

El núcleo pulposo ocupa cerca del 30 a 60% del volumen del disco. Su composición y apariencia cambia marcadamente en el transcurso de la vida. El núcleo en pacientes jóvenes es altamente hidratado (80 a 88% de agua), en tanto que en los adultos se decremente importantemente transformándose en más firmes, menos traslúcidos, siendo más difícil distinguir entre el núcleo y el anillo. El núcleo se encuentra ligeramente posterior al centro del disco. En flexión y extensión un núcleo no degenerado se desplaza hacia atrás y adelante con los movimientos de la columna.

A nivel cefálico y caudal el disco se encuentra limitado por la **placa terminal de cartílago**, que afianzan las fibras del disco y actúan como una barrera entre la esponjosa vascular del cuerpo vertebral y el disco intervertebral avascular. Poseen además numerosas perforaciones en el adulto, las cuales posiblemente participan como canales de intercambio químico o metabólico entre la esponjosa y el disco, conformando una ruta de transporte hacia el disco y mediador desde los vasos sanguíneos.

Fig. 7

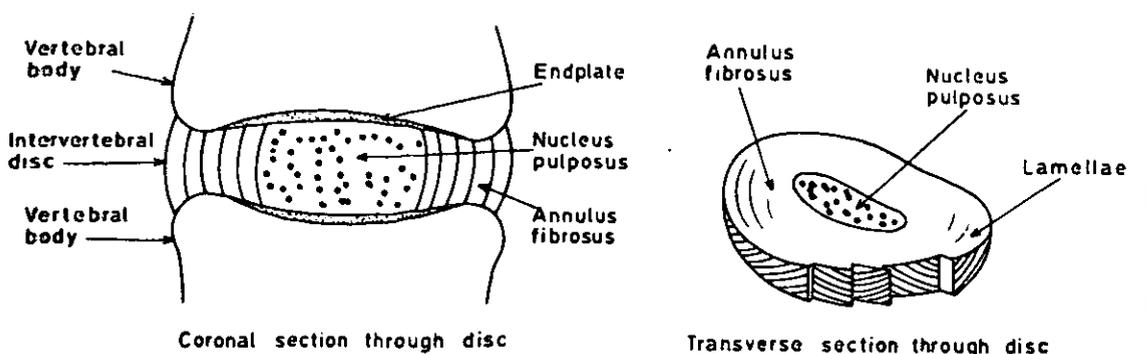


Figure Schematic view of the spine and the different regions in the intervertebral disc. Included is also the arrangement of the annulus lamellae, showing alternating direction of collagen bundles. (From Schultz, A. B.: *Mechanics of the human spine*, invited lecture, *British Appl. Mech. Rev.* 27:1667-1697, 1974, by permission of

7.1. MATRIZ DEL DISCO

La matriz del disco intervertebral es muy similar a la composición del cartilago articular. Consiste principalmente en fibras de colágeno conformada por la presencia de agua-proteoglicanos ; además contiene en su interior células, producto de la reparación y restauración de la misma. Su proporción de agua varía con la posición del disco y con la edad.²⁶

7.1.1. Proteoglicanos

Son una familia de macromoléculas que están constituidas por un núcleo central conformados por cadenas de glucosaminoglicanos (GAG). Los proteoglicanos del disco como los del cartilago articular son heterogéneos, dispersos y se encuentran agrupados con la interacción de una cadena de ácido hialurónico en un 4%, comparado con 1% en el cartilago articular.

Las cadenas del GAG consisten predominantemente en condroitín-6-sulfato (CS) y sulfato de queratina (KS). Ambos glucosaminoglicanos, el CS y KS, contienen cargas de grupos ácidos (SO₃⁻ y COO⁻) las cuales dan a la matriz una carga negativa. El CS posee dos cargas negativas por unidad de disacárido, mientras la KS solamente una. El rango de CS y KS varía en el disco con la edad y/o la degeneración del mismo. En general la proporción de KS se incrementa con la edad.

Los GAG desarrollan una carga-presión flexible cuya concentración determina el equilibrio en la matriz, la cual permite al disco resistir la compresión de carga.

7.1.2. Colágeno

Es una proteína fibrosa de una gran fuerza de tensión. La organización y tamaño de estas fibras varían de tejido a tejido, al igual que su constituyente molecular. En el disco existe un cambio gradual del tipo de colágeno desde el núcleo al anillo fibroso. En el anillo exterior el colágeno predomina en su mayor parte de tipo I, el cual se encuentra presente en tejidos como la dermis, hueso y tendones. En la porción interna del anillo, el colágeno predominante es el tipo II, el cual se encuentra en forma exclusiva en el núcleo pulposo. El colágeno de tipo II es característico del cartilago articular.

En el disco, como en el cartilago, las fibras de colágeno se encuentran con la presencia del gel agua-proteoglicanos, en una estrecha asociación que difícilmente es posible disociar estos dos componentes. La organización de sus fibras son altamente especializadas: en un marco tridimensional, descrito por Inoue y Takeda, el colágeno a nivel del anillo fibroso se encuentra organizado en 15 a 20 capas concéntricas en haces paralelos de 10 a 50 micras, compuestos por pequeñas fibras de 0.1 a 0.2 micras de diámetro. Dichas láminas en la porción posterior del disco no son anchas como en el resto del tejido. Estas fibras de cada lámina corren oblicuamente entre los cuerpos vertebrales adyacentes y firmemente sujetan a estas y a el cartilago vertebral. Forman un ángulo entre las fibras de las láminas y el cuerpo vertebral de 70°.

La organización de la red de colágeno en el disco tiene una influencia importante en la distribución de la carga. Aunque la molécula de colágeno es ligeramente flexible, en realidad las láminas pueden moverse separadamente dando a la estructura total una considerable flexibilidad, especialmente en la dirección vertical. El anillo pueden abombarse hacia fuera bajo una aplicación de presión, debido al núcleo del gel. El estrés local alto podría conducir a una degeneración eventual.

7.1.3. Células

El disco posee poca densidad celular. El promedio de células en el disco es de 5800 células/mm³. La densidad celular no es uniformemente distribuida en todo el tejido, es alto en la periferia del anillo y cercano a las láminas. Las células son de diferente forma, así en el núcleo pulposo las células son redondas y en el anillo fibroso poseen la forma alargada, lo cual sugiere la posibilidad de una relación funcional de la forma y la orientación de las fibrillas.

7.1.4. Agua

Es el principal constituyente del disco, ocupa el 65 a 90% del volumen total del tejido, dependiente de la edad y la región, siendo la mayor parte de esta agua extracelular; además esta asociada con las fibras de colágeno como agua intrafibrilar, aunque su proporción no es conocida.

7.2. NUTRICION : TRANSPORTE Y METABOLISMO

En consideración a la áreas de contacto, estudios previos han observado la existencia de dos rutas hacia el disco: vía periférica del anillo y a través de la interfase disco-hueso. Solamente pocos intentos han sido realizados para cuantificar la importancia de estas dos rutas.²⁷

El metabolismo en el disco es predominantemente anaeróbico, la glucosa se transforma en dióxido de carbono, y no más del 2 - 5% del total de glucosa se consume. Por otra parte, el consumo de oxígeno por célula que es de un 20%, es comparable con otros tejidos avasculares, tales como la córnea, estroma y cartilago articular, y semejante al hígado o riñón. El rango de producción de ácido láctico es relativamente elevado, lo cual se encuentra de acuerdo a los hallazgos de Diamant y colegas quienes determinaron que el pH en el centro del disco es considerablemente bajo en relación al pH 7 normal. Holm *et al.* demostraron que el consumo de oxígeno por célula es similar en todas las regiones del disco. De cualquier modo, debido a las diferencias de densidad celular esto conduce a un bajo consumo de oxígeno por gramo de tejido en el núcleo en relación con el anillo externo. El disco es un tejido avascular y los nutrientes alcanzan las células solamente por difusión pasiva desde los vasos sanguíneos periféricos, por grandes gradientes en la concentración de oxígeno y otros metabolitos. La tensión de oxígeno en el centro del núcleo es muy baja, la cual alcanza cerca de 2 a 5 mm Hg, lo que demuestra una fuerte dependencia en la concentración de oxígeno.

Fig. 8

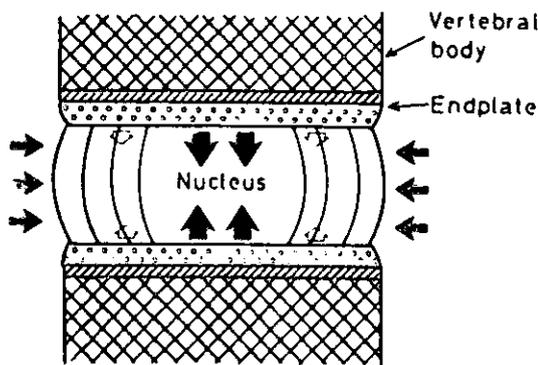


Figure Schematic representation of the nutritional routes into the intervertebral disc system. (From Holm, S., Maroudas, A., Urban, J. P. G., et al.: Nutrition of the intervertebral disc. *Connect. Tissue Res.* 8:101-119, 1981.)

8. HISTORIA NATURAL DEL DOLOR DE ESPALDA BAJA Y CIATICO

A través del conocimiento de la historia natural de la enfermedad degenerativa de disco, podemos basar con mayor claridad nuestras decisiones en el manejo clínico y quirúrgico.

La ciática es el resultado de un conflicto discoradicular que se observa frecuentemente en el adulto entre 30 y 45 años de edad. La presencia de hernias de disco es más rara después de los 55 años;

7.1.4. Agua

Es el principal constituyente del disco, ocupa el 65 a 90% del volumen total del tejido, dependiente de la edad y la región, siendo la mayor parte de esta agua extracelular ; además esta asociada con las fibras de colágeno como agua intrafibrilar, aunque su proporción no es conocida.

7.2. NUTRICION : TRANSPORTE Y METABOLISMO

En consideración a la áreas de contacto , estudios previos han observado la existencia de dos rutas hacia el disco : vía periférica del anillo y a través de la interfase disco-hueso. Solamente pocos intentos han sido realizados para cuantificar la importancia de estas dos rutas.²⁷

El metabolismo en el disco es predominantemente anaeróbico, la glucosa se transforma en dióxido de carbono, y no más del 2 - 5% del total de glucosa se consume. Por otra parte, el consumo de oxígeno por célula que es de un 20%, es comparable con otros tejidos avasculares, tales como la córnea, estroma y cartilago articular, y semejante al hígado o riñón. El rango de producción de ácido láctico es relativamente elevado, lo cual se encuentra de acuerdo a los hallazgos de Diamant y colegas quienes determinaron que el pH en el centro del disco es considerablemente bajo en relación al pH 7 normal. Holm *et al.* demostraron que el consumo de oxígeno por célula es similar en todas las regiones del disco. De cualquier modo, debido a las diferencias de densidad celular esto conduce a un bajo consumo de oxígeno por gramo de tejido en el núcleo en relación con el anillo externo. El disco es un tejido avascular y los nutrientes alcanzan las células solamente por difusión pasiva desde los vasos sanguíneos periféricos, por grandes gradientes en la concentración de oxígeno y otros metabolitos. La tensión de oxígeno en el centro del núcleo es muy baja, la cual alcanza cerca de 2 a 5 mm Hg, lo que demuestra una fuerte dependencia en la concentración de oxígeno.

Fig. 8

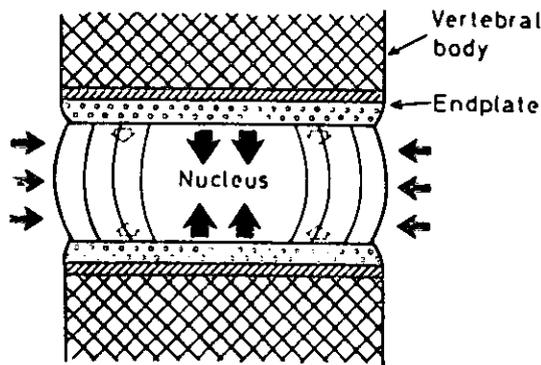


Figure Schematic representation of the nutritional routes into the intervertebral disc system. (From Holm, S., Maroudas, A., Urban, J. P. G., et al.: Nutrition of the intervertebral disc. *Connect. Tissue Res.* 8:101-119, 1981.)

8. HISTORIA NATURAL DEL DOLOR DE ESPALDA BAJA Y CIATICO

A través del conocimiento de la historia natural de la enfermedad degenerativa de disco, podemos basar con mayor claridad nuestras decisiones en el manejo clínico y quirúrgico.

La ciática es el resultado de un conflicto discoradicular que se observa frecuentemente en el adulto entre 30 y 45 años de edad. La presencia de hernias de disco es más rara después de los 55 años ;

su aparición coincide con el período activo de la vida y con un claro predominio en el sexo masculino. Casi siempre la lesión se localiza a nivel de los últimos espacios, con más frecuencia en L4-L5 (40%) y algo menos en L5-S1 (40%), siendo menor a nivel de L3-L4 (9%) y aún más en L2-L3 y L1-L2 (2%).²⁸

Un estudio realizado en el Instituto Karolinska²⁹ en 583 pacientes, ha reportado que después del primer episodio de ciática, un 28% de los casos requieren de cirugía y que si bien los resultados de este estudio indicaron que los episodios agudos de ciática son relativamente de evolución corta en la mayoría de los casos, los síntomas subagudos o crónicos, debido a la degeneración del disco, eran prolongados y con alteración profunda en la calidad de vida. Aproximadamente un 15% de los pacientes manejados con tratamiento conservador presentaban una capacidad limitada en el trabajo, actividades libres restringidas, alteraciones en el sueño y marcado dolor residual.

Weber, *et al.*,³⁰ realizaron un estudio prospectivo de la evolución de 280 pacientes con hernia de disco lumbar, que recibieron de manera inicial 14 días de manejo conservador hospitalario, y que se clasificaron en dos grupos de tratamiento de acuerdo a la respuesta: en quirúrgico y no quirúrgico. Al año de seguimiento, aquellos pacientes manejados mediante procedimiento quirúrgico presentaron mejores resultados en relación al tratamiento conservador, considerando el alivio del dolor de espalda baja y el componente radicular. A los 4 años, el grupo de tratamiento no quirúrgico mejoró, con una discreta tendencia de un mejor resultado al que presentaba el tratamiento quirúrgico, siendo las diferencias estadísticamente no significativas. Otros autores, también en estudios de tratamiento no quirúrgico, han observado una mejoría lenta y aceptable del dolor de espalda baja y radicular, aunque lejana a los resultados ideales.

Tabla 21

RESULTADOS DE WEBER		
TIEMPO DE EVOLUCIÓN	PACIENTES NO INTERVENIDOS QUIRURGICAMENTE	PACIENTES INTERVENIDOS QUIRURGICAMENTE
1 año	Mejoría en un 60%	Mejoría en un 92%
4 años	No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos	
10 años	No existieron diferencias entre los 4 y 10 años de evolución	

De tal forma, un pequeño porcentaje de pacientes que presentan síntomas de dolor de espalda bajo persisten más allá de las dos semanas. En el marco ocupacional, 60% de los pacientes tienen síntomas recurrentes dentro de un año, con un menor riesgo de recurrencia después de los 2 años. El dolor ciático tiende a presentar una evolución más prolongada y menos del 50% se recuperan en un mes. Por lo que, la recurrencia del dolor ciático se presenta en 10% de los hombres y en 14% de las mujeres.

9. CONSIDERACIONES CLINICAS DEL SINDROME RADICULAR POR HERNIA DE DISCO LUMBAR

9.1. SINTOMAS RADICULARES

La compresión producida por un fragmento disco, determina la inflamación y el incremento de la presión a nivel de las raíces nerviosas, causando dolor y alteraciones motoras y sensoriales en las extremidades inferiores. La primera vez que se sugirió el mecanismo de producción de los síntomas fue por Smyth y Wright en 1958, pero fue MacNab³² quien demostró que la compresión a nivel de las raíces nerviosas normales produce parestesias y cambios funcionales.

Precisamente si algo caracteriza a la hernia de disco es la gran diversidad de matices, e incluso la variación del cuadro clínico y el agravamiento en un mismo paciente durante el proceso evolutivo del proceso. Una alta incidencia de antecedentes de esfuerzos han sido definidos en relación con la hernia de disco : al levantarse (31 %), caídas (10.2%) , lesión por deporte o ejercicios (10%) y accidentes en automóvil (6.1%). Solamente 1.8% de los pacientes han asociado con toser o estornudar (Pappas C., *et al.*).³³

A partir de ese momento sigue la presencia de episodios de dolores agudos intermitentes comprometiendo la extremidad inferior en un 99%³⁴ de los casos, con un patrón radicular en el 79%, que no siempre cubre todo el dermatoma de una raíz determinada, puede faltar en su parte distal, en su porción proximal o media, de ahí que sea muy difícil determinar la raíz afectada preguntando al paciente por donde se irradia el dolor. La característica del dolor puede ser agudo, lancinante, o sordo, pero su peculiaridad es que generalmente sobrepasa la rodilla. El diagnóstico de hernia de disco es sugestivo debido al incremento con las maniobras de Valsalva o en actividades que incrementan la presión intradiscal, presión del líquido cefalorraquídeo o irritación neural. Aunque el paciente pudiera estar sin dolor dorsal bajo de espalda, este puede encontrarse inclinado, debido a espasmo muscular, y con limitación de los movimientos de la columna lumbar, más particularmente en las hernias de disco laterales de la región lumbar.

Debe diferenciarse el dolor lumbar causado por una hernia de disco del producido por un tumor. En los pacientes afectados por hernia de disco, los dolores muestran un carácter predominantemente mecánico, aumentan con el intento de esfuerzo y disminuyen con el reposo ; en los pacientes con un tumor, el dolor puede aparecer durante el sueño o incrementarse durante la noche, en general, se sienten mejor al caminar o permanecer en cama adoptando posiciones que saben que les alivia, probablemente debido a que la neoplasia se desliza dentro del canal o tiene crecimiento asimétrico.

9.2. ALTERACIONES SENSORIALES

La presencia de un patrón sensorial se encuentra asociado a la compresión de la raíz nerviosa, el cual no es un hallazgo específico que para determinar la condición o estado de la hernia del disco. Pappas, *et al.*³⁵ reportaron en un 75% de los pacientes alteraciones sensoriales asociadas con la localización de la hernia de disco.

El patrón sensorial de muslo y cadera es menos específico que el de la pierna y el pie. En la compresión a nivel de la L4, las anomalías sensitivas pueden ser manifestadas en la región antero-medial de la pierna ; a nivel de L5, presentan alteraciones en la región antero-lateral de la pierna y a lo largo de la región medial del pie y el 1^{er}. dedo ; la radiculopatía S1 compromete usualmente cambios a nivel de la región posterior de la pierna y la parte lateral del pie.

9.3. ALTERACION MOTORA

La debilidad muscular asociada a la hernia de disco, es determinada únicamente en el 27% de los casos.³⁶ Particularmente es más precisa cuando la lesión de disco compromete a la raíz nerviosa L4 y/o L5. El paciente puede referir debilidad de la dorsiflexión del pie y dedos, y ocasionalmente, parálisis completa o " *pie caído* " en alteraciones de la quinta raíz lumbar , así como debilidad y atrofia muscular en la flexión plantar del pie y de los dedos, y atrofia de la región posterior de la pierna en el compromiso de S1. La presencia de una paresia monoradicular o poliradicular sin dolor puede sugerir la posibilidad de una neuropatía metabólica o infecciosa.

9.4. REFLEJOS

Los reflejos tendinosos son frecuentemente alterados en la compresión de las raíces nerviosas. El reflejo aquileo se encuentra disminuido o ausente con la compresión de la primera raíz sacra. Hakelius e Hindmarsh determinaron una alta incidencia de alteración del reflejo aquileo, disminuido y ausente, en relación a la hernia de disco. La disminución o ausencia del reflejo rotuliano se encuentra alterado en alteraciones a nivel de L3 y/o L4, sin embargo, no es común encontrarse alteraciones en las hernias de disco laterales de L4-L5. La compresión de L5 usualmente no causa comúnmente cambios en los reflejos previamente mencionados.³⁷ (ver esquema)

Raíz Nerviosa L4

1. Dolor y alteraciones sensoriales :
 - Cara postero-lateral del muslo, cruza la rodilla, y cara antero-medial de la pierna
2. Alteración motora y atrofia :
 - Extensión de la rodilla y atrofia del músculo cuádriceps.
3. Reflejos : reflejo rotuliano disminuido o abolido

Raíz Nerviosa L5

1. Dolor y alteraciones sensoriales :
 - Cara posterior del muslo, de la pierna, y cara medial del pie y el 1^{er} dedo
2. Alteración motora y atrofia :
 - Dorsiflexión del pie y dedos, atrofia en la cara anterior de la pierna
3. Reflejos : ninguno y/o ausente el reflejo tibial posterior

Raíz Nerviosa S1

1. Dolor y alteraciones sensoriales :
 - Cara posterior del muslo, pierna, cara postero- lateral del pie, dedos laterales
2. Alteración motora y atrofia :
 - Flexión plantar del pie y atrofia de la cara posterior de la pierna
3. Reflejos : Reflejo aquileo disminuido o abolido

9.5. EL SIGNO DE LASÈGUE

Diferentes maniobras y " *signos de tensión* " han sido descritos para determinar compresión o inflamación de las raíces nerviosas en la hernia de disco. El signo de Lasègue, a nivel de L5-S1, determina un movimiento de alteración pasiva de la raíz nerviosa a nivel del agujero intervertebral de 2 a 6 mm,³⁸ produciendo tensión en una raíz nerviosa inflamada y síntomas radicales. La raíz nerviosa a nivel de L4 posee una distancia menor de movimiento, por lo que las raíces más proximales presentan poco movimiento con esta maniobra, por lo que esta maniobra es más importante y valiosa en lesiones a nivel de L5 y S1.

En un análisis de la dinámica a la Maniobra de Lasègue se ha determinado tensión de las raíces nerviosas entre 35° y 70° de elevación en posición decúbito dorsal ; después de los 70° la deformación que ocurre en el nervio ciático es distal al agujero intervertebral, por lo que, algún dolor radicular producido en este nivel podría no ser atribuido a una alteración degenerativa del disco.

En una revisión de 2000 pacientes manejados quirúrgicamente por hernia de disco, el signo de Lasègue fue positivo en 90% (Spangfort, E.).³⁹ En pacientes jóvenes (menos de 30 años) se observó mayor presencia del signos de Lasègue, aunque la maniobra en sí mismo no es patognomónica, su negatividad con gran probabilidad excluye la presencia de hernia de disco. Después de los 30

años de edad, un signo negativo puede presentarse con la presencia de una hernia de disco, siendo a menudo negativo en estenosis espinal.

La maniobra de Lasègue contralateral, es positiva cuando determina dolor ciático en la extremidad contralateral a la elevada. Esta es muy sugestiva de hernia de disco, y particularmente con un fragmento libre. En el 97% de los pacientes que se realizaron laminectomías y tenían prueba cruzada de Lasègue positiva, se confirmaron hernias de disco. El prolapso con frecuencia es grande y observado medial a la raíz nerviosa (en la axila).⁴⁰

Fig. 9

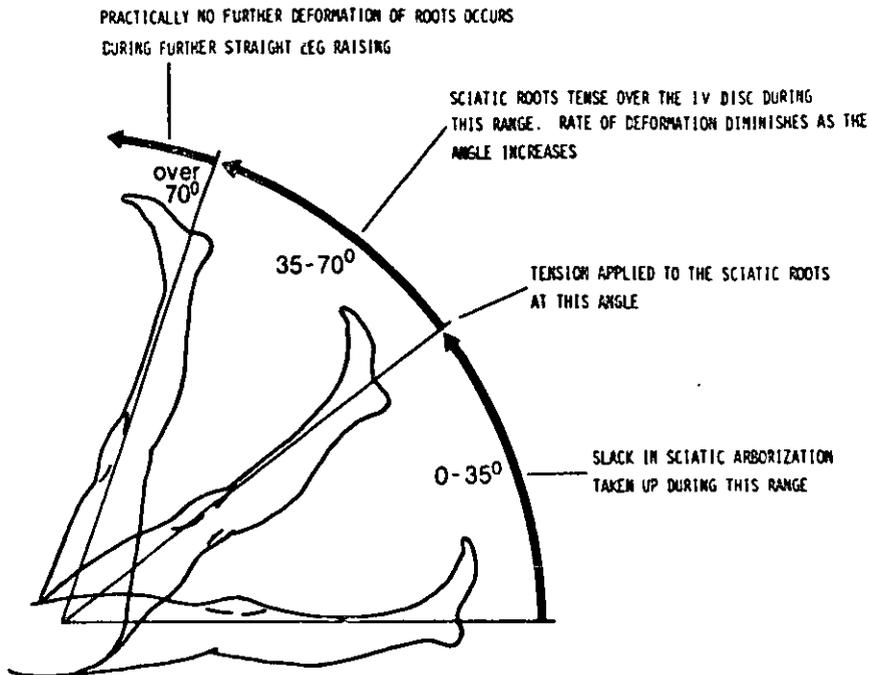


Figure . The dynamics of the straight leg raising (SLR) test. (Modified from Fahmi, W. H.: Observations on straight leg raising, with special reference to nerve root adhesions. Can. J. Surg. 9:44 1966. Reprinted by permission of the publisher.)

10. MECANISMOS PATOFISIOLÓGICOS EN EL SÍNDROME DE COMPRESIÓN

Las raíces nerviosas están generalmente bien protegidas del trauma externo por elementos óseos de la columna vertebral. De cualquier modo, no poseen la misma organización y cantidad de tejido conectivo como los nervios periféricos, por lo que son susceptibles de deformaciones mecánicas por alteraciones intraespinales tales como la hernia de disco, estenosis del canal espinal y otras patologías degenerativas.

10.1. DEFORMACIÓN MECÁNICA DE LAS RAÍCES NERVIOSAS

10.1.1. Aspectos Generales

La compresión de los nervios periféricos o de las raíces nerviosas pueden producir síntomas clínicos tales como entumecimiento, dolor y debilidad muscular. Las bases patofisiológicas investigadas⁴¹ han sido las siguientes.

Cuando un nervio o raíz nerviosa se encuentra comprimido, existen dos efectos resultantes :

- 1 Efectos mecánicos o " directos " sobre las fibras nerviosas, y ,
- 2 Efectos " indirectos " por alteración del flujo sanguíneo al tejido nervioso.

Esto se ha demostrado exponiendo a altas presiones el nervio y cambios de compresión con medición de la concentración de oxígeno. Así la función nerviosa es deteriorada rápidamente si el oxígeno es retirado, aún con niveles de presión normal. Esto conduce a la conclusión que la isquemia es más importante en la producción de cambios en la conducción nerviosa que el nivel de presión, basándose dichos hallazgos en experimentos *in vitro* o en especímenes de nervio aislados.⁴² Otros estudios han demostrado que la compresión local del nervio *in vivo* induce cambios y que el nivel de presión posee mayor importancia debido a los cambios estructurales y funcionales.

La compresión local a nivel del nervio presenta además efectos mecánicos directos sobre las fibras nerviosas, tales como la deformación de los nodos de Ranvier y la invaginación de las vainas de mielina paranodales. Tales efectos han sido observados solamente después de una compresión altamente considerable. Los cambios inducidos por compresión a niveles de presión bajos (menores de 200 mm Hg) es más probable que produzca alteraciones del flujo nutricional en el tejido nervioso que una lesión estructural directa a las fibras nerviosas.

10.2. CAMBIOS NEUROFISIOLÓGICOS POR COMPRESION

Varios abordajes experimentales ha sido realizados con el fin de determinar los efectos fisiológicos de acuerdo al grado de compresión sobre las raíces nerviosas, para analizar el flujo sanguíneo, el suministro nutricional y la conducción nerviosa.⁴³ Así , mediante el uso de un balón inflable sobre las raíces nerviosas de la cauda equina en cerdos y mediante el uso de microscopio se ha valorado que niveles de presión baja (5 a 10 mm Hg) causan cambios en la microcirculación neural con la reducción del flujo sanguíneo venular. El flujo sanguíneo en los capilares de las raíces nerviosas parece ser dependiente de un eficiente flujo sanguíneo venular, por lo que la ectasia retrógrada de los capilares, debido a la congestión venular, sugiere este comportamiento patofisiológico en el mecanismo del síndrome de compresión. Niveles de isquemia total son inducidos cuando la compresión alcanza rangos cercanos a la presión de flujo arterial. La compresión en dos niveles pueden producir isquemia no solamente en el sitio de compresión sino entre los segmentos de compresión.

El transporte de nutrientes a las raíces nerviosas a través de los vasos sanguíneos y por la vía de difusión desde el LCR circundante suelen encontrarse afectadas, determinando que una de las rutas viables pueda compensar el transporte nutricional. Los estudios experimentales sobre el efecto de la compresión han demostrado que a presión de 10 mm Hg, se presenta una reducción del transporte de metilglucosa a las raíces nerviosas en aproximadamente 70 - 80% de los valores normales.

Los vasos sanguíneos en las raíces nerviosas, al igual que en el resto del cuerpo, reaccionan ante la lesión mecánica por incremento de la permeabilidad, resultando en la formación de edema. Experimentalmente el edema intraneural se ha inducido en las raíces nerviosas con compresión de 50 mm Hg por dos minutos. El edema incrementa la presión del líquido endoneural, lo cual causa alteración del flujo sanguíneo intraneural. El edema intraneural puede persistir después de remover el agente compresivo, el cual puede causar efectos negativos al permanecer durante tiempo prolongado por compresión ya que conduce a la formación de fibrosis en el tejido nervioso, lo que podría contribuir a la lenta recuperación de algunos pacientes en estas condiciones.

Los análisis electrofisiológicos de los efectos de la compresión sobre la función de la raíz nerviosa indican que a un umbral de presión de 50 - 75 mm Hg ocurren cambios en la conducción de la raíz nerviosa. Estudios con niveles de compresión elevados (100 - 200 mm Hg) han demostrado que la recuperación de la conducción motora es más rápida y completa que en las raíces sensoriales. Múltiples niveles de compresión causan cambios más acentuados en la conducción nerviosa motora que un único nivel de compresión.

En síntesis, la lesión crónica a nivel de la raíz nerviosa produce una serie de cambios, tales como alteraciones en el flujo sanguíneo intraneural, en la permeabilidad vascular, transporte axonal, su-

plemento nutricional y propagación del impulso nervioso resultantes de los efectos mecánicos sobre la raíz nerviosa, inducidos en niveles de presión bajos.

Al prolongarse la compresión mecánica la formación de edema puede conducir a proliferación de fibroblastos con la formación de fibrosis en el tejido nervioso, lo cual altera el adecuado flujo nutricional y difusión desde el LCR. La reacción del tejido puede potenciar la lesión a nivel de las raíces nerviosas, restringiendo el movimiento y la capacidad de deslizamiento del nervio a nivel del agujero intervertebral. El daño inducido a la fibras nerviosas produce una local desmielinización y consecuentemente una degeneración axonal, susceptible además de deformación mecánica, que quizá se encuentre en relación con la etiología de dolor.

10.3. INTERACCION ENTRE EL DISCO Y EL TEJIDO NERVIOSO

Es conocido que los cambios degenerativos en el disco intervertebral se encuentra asociado en algunas ocasiones con dolor a nivel lumbosacro con o sin compromiso de las raíces nerviosas. Algunos posibles mecanismos patofisiológicos del síndrome de dolor espinal, asociado a cambios degenerativos del disco en relación a la raíces nerviosas han sido considerados al respecto.

10.3.1. Efectos Mecánicos y Químicos

Alteraciones como la hernia de disco y estenosis espinal pueden producir a nivel de las raíces nerviosas deformación mecánica, la cual conduce a una serie de reacciones a nivel del tejido neural, cuya severidad dependerá de la magnitud y el tiempo de la deformidad. La compresión altera el flujo sanguíneo, incrementa la permeabilidad de los microvasos de la raíz nerviosa con la formación de edema, por lo que probablemente se altera el transporte axonal, reduciéndose este para mantener la integridad de las fibras nerviosas periféricas. Los cambios en las propiedades bioquímicas de las fibras nerviosas por compresión, como por ej. en la hernia de disco, poseen implicaciones clínicas. Así, observaciones realizadas durante cirugías de columna vertebral, con el uso de anestesia epidural, han correlacionado el dolor con el incremento de la mecano-sensibilidad de las raíces nerviosas irritadas, resultantes de la deformación mecánica, reproduciendo las características del dolor ciático.⁴⁴

También se ha observado en la compresión una reacción estructural de las fibras nerviosas como alteraciones de la membrana axonal, cambios en la mielina, que contribuyen a generar alteraciones funcionales, como disturbios sensoriales, motores y a veces dolor. Hallazgos clínicos han determinado actividad ectópica espontánea en lesiones axonales o periféricas y han sido asociadas con dolor y parestesias; factores como la hipoxia local, con o sin compresión, en un segmento anormal generan impulsos ectópicos.⁴⁵

Las características de las causas e histología de la irritación extra e intraneural esta sujeta aún a extenso debate. Aunque la tracción y compresión conducen a irritación e inflamación de las raíces nerviosas, sus consecuencias aún no son completamente conocidas, aún se considera histológicamente la presencia de edema, fibrosis y desmielinización.⁴⁶ También se han propuesto factores bioquímicos que pueden producir tal irritación, como productos de degeneración del núcleo pulposo, que generarían una radiculitis química, o bien que la presencia de un disco intervertebral degenerado podría crear un medio ambiente local ácido, lo cual contribuiría a adhesión alrededor de la raíz nerviosa que cursa cercana al disco; así mismo, mecanismos autoinmunes han sido comprometidos, determinados en asociación con discos degenerados. En conclusión, todos los estudios clínicos y experimentales proveen la evidencia de que mecanismos químicos interactivos entre la raíz nerviosa y el disco intervertebral existen, el desarrollo y mejor entendimiento en esta área, aún esta investigándose, encaminado en ofrecer mejores formas de tratamiento.⁴⁷

Fig. 10

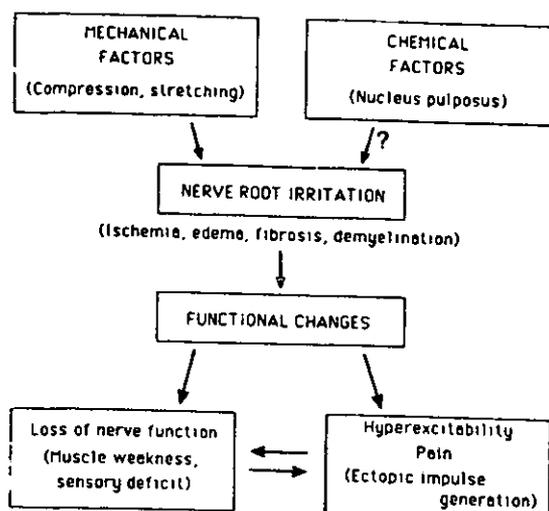


Figure Proposed sequence of events leading to nerve root involvement in connection with disc herniation (i.e., sciatica). Mechanical, and possibly chemical, factors may lead to nerve root irritation, which in turn may induce various functional changes. Note that loss of nerve function is distinct from hyperexcitability, although these two kinds of functional changes may exist simultaneously in an injured nerve root segment. (Modified from Rydevik, B., and Garfin, S. R.: Spinal nerve root compression. In Szabo, R. (ed.): Nerve Compression syndromes. Diagnosis and Treatment. Thorofare, NJ, black, 1989, pp. 247-264.)

11. DIAGNOSTICO POR IMAGEN DE LA HERNIA DE DISCO LUMBAR

El dolor más común tratable quirúrgicamente es en la hernia de disco lumbar en aquellos pacientes que no han presentado ninguna respuesta al tratamiento conservador y/o se acompañan de déficit neurológico. Una cuidadosa exploración clínica e imagenológica son indispensables para formular un adecuado plan de tratamiento. Mediante un diagnóstico correcto, y con la determinación o la asociación de lisis, osteofitos, fragmentos de discos protruidos hacia el canal espinal o el agujero de conjunción, canal estrecho, etc. se puede definir un apropiado abordaje quirúrgico. La potencial relación entre hallazgos radiológicos anormales y los síntomas clínicos en el síndrome de dolor dorsal bajo de espalda o ciática es muchas veces difícil de determinar, pero es de suma importancia. Desde una perspectiva quirúrgica, un correcto diagnóstico de la entidad patológica de la región lumbar es tan importante como la destreza quirúrgica para determinar un adecuado resultado.

Spangfort⁴⁸ ha demostrado que el grado de la hernia de disco es el factor más importante para determinar el resultado quirúrgico después de la discectomía; pacientes que poseían hernias muy grandes con compresión neural, tenían 90.3% de posibilidad de alivio completo de la ciática posterior a la discectomía y 99.5% de mejoría parcial; y en quienes la exploración quirúrgica fue negativa solamente el 38.4% presentaban posibilidad de obtener alguna mejoría. De estos datos está claro que el factor clave para determinar el resultado quirúrgico en aquellos pacientes con una compresión neural definida, es un preciso diagnóstico, los cuales pueden beneficiarse de una cirugía descompresiva.

Varios estudios de imagen son utilizados para la evaluación de la columna lumbar : las radiografías simples y dinámicas, la mielografía funcional, tomografía axial computarizada con y sin medio de contraste (TAC), la imagen de resonancia magnética (IRM) y, actualmente la imagen por reconstrucción tridimensional. Entre otros estudios de menor uso en la actualidad mencionaremos a : la discografía, la disco-tomografía, el uso de radionúclidos y la epidurografía. Cada uno de estos proveen una información especializada y/o limitada dentro de un marco o indicación dentro de un algoritmo de diagnóstico, ya que su secuencia es determinada de acuerdo a la utilidad de los hallazgos diagnósticos potenciales.

11.1. VALORACION RADIOLOGICA (RX)

Las radiografías de la columna lumbar proporcionan una rápida y adecuada apreciación de la anatomía ósea de la columna, además de ser el estudio de menor costo. Se basa en un adecuado conocimiento de la anatomía de la zona y de aquellas combinaciones anatómicas que simulan una lesión vertebral. En su interpretación, se obtiene información acerca de :

1. Identificar el segmento afectado
2. Estudiarlo en su conjunto e investigar una disarmonía en su alineación
3. Analizar de forma sistemática cada vértebra, cada espacio intervertebral, sin olvidar las partes blandas perirraquídeas.

El uso de rutina de la exploración radiológica de la columna lumbar en el diagnóstico del síndrome de dolor dorsal de espalda bajo ha sido objeto de mucha controversia. O'Connor reportó en 1946 la utilidad del uso de los rayos X de la región lumbar, empleado para una mejor selección de los pacientes. Nachemson afirma que solamente uno de cada 2500 hallazgos radiográficos son útiles para proveer resultados clínicos positivos en pacientes entre 20 y 50 años de edad.⁴⁹

Parte del problema es debido a que los hallazgos radiológicos de artritis en las apófisis articulares y degeneración de disco son comunes en la población general. Kellgren y Lawrence⁵⁰ determinaron degeneración del disco en 83% de la población general del sexo masculino y en 72% del sexo femenino entre la edad de 55 y 64 años de edad, sin la presencia de síntomas.

Varias investigaciones han definido y reportado la posible asociación de la reducción del espacio intervertebral y el dolor de espalda bajo. Torgerson y Dotter⁵¹ reportaron que el estrechamiento del espacio intervertebral se encuentra presente en 22% de los casos asintomáticos vs 56% en pacientes con dolor dorsal de espalda bajo, por lo que estos datos indican que la degeneración del disco es altamente probable si los síntomas se encuentran presentes.

La correlación entre los hallazgos radiográficos y el dolor dorsal de espalda bajo han sido también reportados, como : la presencia de nodos de Schmorl, lordosis lumbar, fenómeno de vacío, reducción del espacio intervertebral de L4-L5, escoliosis, espondilosis, lordosis lumbar, espondilolistesis, espina bífida oculta, etc.

11.1.1. Inestabilidad

Del mismo modo, la aplicación de estudios radiológicos funcionales ofrecen una representación de las alteraciones, de la disposición y relaciones de las estructuras vertebrales, que el requerimiento funcional motiva, de lo puramente morfológico ; una valoración estructural del raquis como un eje de movimientos y dispositivo elástico puede ser efectuado, tanto en posiciones de flexión y extensión, de la cual se puede establecer modificaciones del ángulo de apertura y cierre de los discos, alteraciones de la alineación anterior y posterior de las vértebras y la existencia de movimientos anómalos entre sí.

Entre los primeros estudios *in vitro* del movimiento de la columna lumbar fueron realizados por Rolander y Yamamoto *et al.*, correlacionando posteriormente la cuantificación del movimiento de la columna lumbar radiográficamente *in vivo*. Mediciones del grado de rotación, con técnicas de construcciones gráficas fueron elaborados por Allbrook , Begg y Falconer, Penning, *et al.* , Hanley, *et al.*,

Froning y Frohman, Hayes, *et al.*, DuPuis, *et al.*, para determinar los movimientos normales pasivos de la región lumbar ; la valoración de los movimientos tridimensionales y en el plano sagital computados también han sido aplicados por Pearcy, *et. al.* en esta región.⁵³

MacNab fue quién inicialmente acuñó el término de " *inestabilidad segmentaria* " para la cual se han dado diferentes definiciones y conceptos, entre uno de los que engloba mayormente todas sus características, es el enunciado por White,⁵⁴ el cual menciona que: *Inestabilidad clínica es la pérdida de la capacidad de la columna, bajo una carga fisiológica, para mantener un patrón de cambios, en el que hay o no déficit neurológico, deformidad o dolor incapacitante.* Este tipo de alteración requiere de un análisis sistemático del problema clínico, mediante una valoración integral, que incluye :

- La estructura anatómica
- Factores biomecánicos
- Aspecto clínico
- Sistemas de evaluación y tratamiento

dirigidos a determinar alteraciones en los componentes de la columna como una *unidad funcional*, basando su manejo en los conceptos definidos por Dennis y Louis,⁵⁵ de tres columnas, mediante un abordaje cinemático (que se encarga del estudio del movimiento de los cuerpos rígidos) para determinar el desarrollo de estos cambios. Entre los tipos conceptuales de inestabilidad, tenemos :

Inestabilidad Cinemática

- Incremento del movimiento
- Alteración de los ejes de rotación
- Movimientos paradójicos

Factores de Inestabilidad

- Trauma
- Tumor
- Cirugía
- Cambios degenerativos
- Cambios del desarrollo

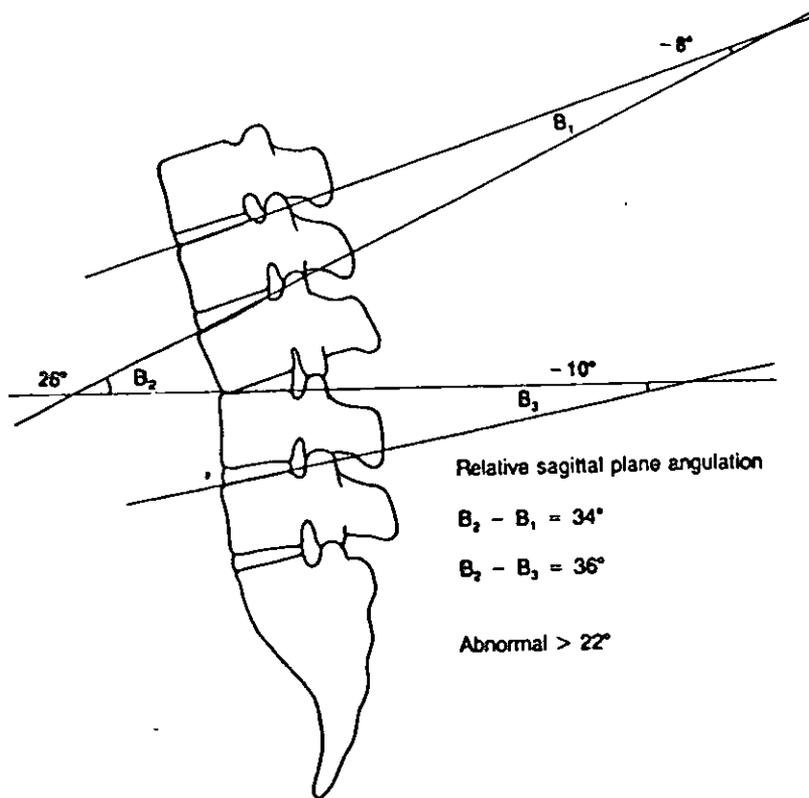
Inestabilidad Mixta

- Cinemática, y
- Factores de inestabilidad

11.1.2. Criterios Radiológicos de Inestabilidad

La valoración de las medidas de desplazamiento a nivel de la región lumbar es posible mediante la realización de estudios radiográficos en flexión y extensión. La presencia en el plano sagital de un desplazamiento de 4.5 mm o 15% en el diámetro antero-posterior del cuerpo vertebral debe ser considerada potencialmente inestable ; así mismo, la angulación del cuerpo vertebral establecida en el plano sagital, calculada mayor a 22°, es dato de inestabilidad a nivel de la región lumbar. Es necesario complementar el estudio de esta alteración, con la determinación de la rotación vertebral, la que en los estudios de radiografía dinámicos en el plano sagital, valores mayores a 15° en L1-L2, L2-L3 y L3-L4 ; 20° en L4-L5, y 25° en L5-S1 son anormales .

Cada región de la columna vertebral debe ser cuidadosamente estudiada para determinar la evidencia de inestabilidad, la cual posee una angulación y un movimiento de rotación y traslación normal, que en la enfermedad degenerativa del disco, pueden presentar cambios en la angulación tanto en flexión y extensión. Entre los criterios radiológicos mencionados por White, *et al.*, son utilizados para el diagnósticos de inestabilidad de la columna lumbosacra.



Mediciones de la angulación de la columna lumbar. Ejemplo de un método para medir la angulación a nivel de L4-L5. Una angulación mayor a 22o es anormal y potencialmente inestable en la columna lumbar. Valores negativos denotan lordosis y valores positivos cifosis.

Tabla 22

CRITERIOS RADIOLOGICOS DE INESTABILIDAD

	COLUMNA LUMBAR (L1 - L5)	COLUMNA LUMBOSACRA (L5 - S1)
Plano sagital, traslación en flexión	> 16%	> 25%
Plano sagital, traslación en extensión	> 12%	> 12%
Plano sagital rotación en flexión	> 11°	> 19°

En el plano sagital en flexión , la traslación de más de 12% del diámetro antero-posterior del cuerpo o una angulación mayor de 11°, es aceptada como una evidente inestabilidad lumbar. En la unión lumbosacra los criterios son ligeramente diferentes y la traslación en el plano sagital en flexión de más del 25% y una traslación en extensión de más del 12% o mayor de 19° es aceptada como inestabilidad. (ver gráficas anexas)

11.2. MIELOGRAFIA

La mielografía es un técnica radiológica contrastada en la que, mediante la introducción y el llenado en el fondo de saco dural de sustancias radio-opacas, se pone en manifiesto la forma y el contorno de las vainas y las propias raíces nerviosas.

La exploración radiológica contrastada del sistema nervioso fue reportada inicialmente en 1919 por Dandy, al inyectar aire en el canal espinal para la visualización de los ventrículos y a través de eso deducir lesiones tumorales. Desde entonces, varios medios de contraste fueron utilizados, como el uso de oxígeno, de aceites yodados como el Pantopaque (Ethyl Iodophenylundecylate) y agentes hidrosolubles. Actualmente el uso de nuevos productos hidrosolubles en el mercado, con menores efectos colaterales, ha representado un gran paso en la exploración de los espacios subaracnoideos y ventriculares, siendo este el único estudio dinámico en imagen real.

La importancia de la mielografía en la cirugía de la región lumbar fue demostrada por Hirsch y Nachemson,⁵⁶ quienes reportaron la relación entre las alteraciones neurológicas y la mielografía (medio de contraste hidrosoluble) en 289 pacientes intervenidos quirúrgicamente con la sospecha diagnóstica de hernia de disco lumbar. En esta serie, el 90% de los pacientes que tenían datos mielográficos positivos presentaron hernia de disco corroborado mediante cirugía. La importancia de una decisión quirúrgica no esta basada exclusivamente en la valoración por imagen, como ha sido referido por Hitselberger y Witten, al demostrar que en 300 pacientes con síndrome de dolor dorsal de espalda bajo, únicamente 24% presentan anomalías en la región lumbar.

Entre algunas de las limitaciones de este estudio tenemos que : es un método invasivo, el cual posee riesgos potenciales que incluyen cefalea, náusea, vómito, crisis convulsivas, alteraciones psi-

ocógicas y de esfínteres. El correcto diagnóstico se encuentra sujeto a variaciones, tanto por la destreza de su práctica, como de la interpretación de los observadores (Epstein E.).⁵⁷ También se ha demostrado una menor exactitud en el diagnóstico a nivel de L5-S1 que en los otros niveles más altos, debido al amplio espacio epidural anterior en este nivel (Epstein, B y Spangfort, E), y a la variación de las hernias de disco " laterales " dado que la vaina de la raíz nerviosa a nivel en la región lumbar terminan cerca del ganglio dorsal y con la mielografía no es posible definir regiones más distales de compresión aunque a pesar de esta limitación, se ha reportado una exactitud entre un 58%-67% de los casos a este nivel (Jackson, et al., Bell, G.).⁵⁸

11.3. TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA (TAC)

En la década de los años 80, bien recordada como la " década de la imagen médica " el diagnóstico se basa en la refinada técnica de la tomografía computarizada. Técnicamente y en síntesis, consiste en la sustitución de la placa radiográfica por unos detectores de radiación ; las señales corregidas por estos, pasan a una computadora que, mediante un sofisticado proceso de cálculo, reconstruye las densidades detectadas en forma de puntos luminosos, proyectándolos a un monitor.

Dentro del punto de vista clínico, en la patología lumbar la TAC ha revolucionado el terreno del diagnóstico, ya que esta técnica, además de su seguridad y fiabilidad diagnóstica, incluye entre sus ventajas sobre la mielografía una mejor visualización y diagnóstico de las alteraciones patológicas de la región " lateral ", tales como : estenosis foraminal y hernias de disco " laterales " (que no podían descubrirse en los estudios pasados), amplitud del canal vertebral, de los recesos laterales, hipertrofia de los ligamentos amarillos, anomalías a nivel de las carillas articulares y una mejor discriminación entre alteraciones de compresión neural debido a los tejidos blandos o al hueso, siendo superior en este aspecto a la IRM, que se citará más adelante. Todos estos aspectos son de una gran importancia, ya que han redundado en el beneficio del paciente, sobre todo en los casos en donde esta necesaria la cirugía. Su gran sensibilidad y alto poder de resolución, ofrecen la posibilidad de detectar diferencias de densidad entre raíces nerviosas, ganglios raquídeos, grasa, huesos, agua, aire, neoformaciones y calcificaciones.

El diagnóstico de hernia de disco lumbar por medio de la TAC depende de la demostración de la asimetría dentro del canal espinal. Cuando esta causa compresión neural, se encuentra acompañada de distorsión de la anatomía neural normal mediante la atenuación del LCR y la pérdida de la grasa epidural, que normalmente se encuentra alrededor de estas estructuras. En la mayoría de los pacientes la compresión ocurre al mismo nivel del disco, pero en los casos en que el fragmento se encuentra libre puede emigrar a cierta distancia, produciendo confusión diagnóstica en imágenes axiales; en tales casos la IRM determinaría una valiosa información sobre la localización del fragmento secuestrado. En reportes recientes, de acuerdo a Jackson, et al. y Moufarrij, N., et al.,⁵⁹ han demostrado la exactitud diagnóstica de la TAC entre un 74% y 80% respectivamente en el diagnóstico de hernia de disco ; también es particularmente valiosa en el diagnóstico de hernias de disco a nivel foraminal , con una precisión del 71% con respecto al 58% de la mielografía (reportado por Jackson, et al.).⁶⁰

11.4. MIELOTOMOGRAFIA (COMPUTER - ASSISTED MYELOGRAPHY)

En los casos en que la información de la TAC es incompleta, y para eliminar fallas potenciales, la mielografía en conjunción con la TAC (mielotomografía), determinan una completa y mejor evaluación de las anomalías espinales, espacio subaracnoideo y raíces nerviosas.

La mielotomografía es una técnica en la que mediante la administración de medio de contraste (metrizamida) combina las ventajas de alta resolución de la TAC con las ventajas de la mielografía para definir las estructuras neurales alrededor de la médula espinal y de las raíces. El primer reporte de este método fue referido por DiChiro y Schellinginger en 1976, en el diagnóstico de un gran número de patologías espinales. Las indicaciones del uso de la mielotomografía en el estudio del flujo dinámico del LCR, aracnoiditis, bloqueo de LCR, la identificación de anomalías intradurales, especialmente alrededor del cono medular y " cola de caballo ", extradurales, intramedulares y patología cervicomedular fueron llevadas a cabo por Barrow D., et al.,⁶¹ demostrando la utilidad de este procedimiento como más sensible a las técnicas " simples " .

Jackson, *et al.*⁶² compararon varios estudios diagnósticos con los hallazgos quirúrgicos para determinar la sensibilidad y especificidad de cada uno, determinando en la mielotomografía una sensibilidad (78% vs 71%), al igual que una especificidad (76% vs 76%) alta, siendo discretamente mayor que la TAC (77% vs 74%) en el diagnóstico de hernia de disco lumbar.

11.5. RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR (IRM)

Su fundamento físico se basa en la capacidad que tienen algunos núcleos atómicos de absorber la energía de radiofrecuencia cuando son sometidos al influjo de un potente campo magnético. Una vez absorbida la mencionada energía, al cesar la acción del campo magnético, los núcleos atómicos alterados vuelven a su estado inicial del equilibrio. La relajación o " resonancia " , o vuelta al estado inicial de equilibrio de esos núcleos, en un determinado espacio de tiempo, es distinta según sea la estructura bioquímica del medio examinado. Recogidas las señales de esa " resonancia " de modo adecuado, pueden establecerse diferencias entre distintos tejidos orgánicos, tanto sanos como patológicos.

En la actualidad la resonancia magnética se emplea solo en los átomos de hidrógeno. Dado que este elemento es sumamente abundante en el organismo, se pueden estudiar la mayor parte de las estructuras. Hoy por hoy, esta técnica es altamente sensible para la detección de patologías de la columna lumbar, la cual en los múltiples planos permite visualizar de manera simultánea la columna ósea, el tejido blando extradural (incluyendo el disco intervertebral), la musculatura paraespinal, la salida de las raíces nerviosas y las estructuras intradurales (médula espinal, cono medular, raíces nerviosas intradurales).

De esta manera, provee un amplio espectro de información de la columna, utilizando diferentes patrones de intensidad de señal en T1 y T2, que ayudan a caracterizar las anomalías. Estas lesiones no son solamente detectadas debido a deformidades anatómicas o destructivas, sino a través de la identificación de alteraciones fisiológicas y bioquímica que producen cambios de señal en la IRM.

En la región del disco intervertebral normal, las imágenes en T1 y T2 revelan un bajo movimiento de densidad de protones. En T1 las imágenes de la porción central del disco son ligeramente hipointensas comparadas con la porción periférica, la cual se mezcla con el área de decremento de la intensidad de señal correspondiente a las capas externas del anillo fibroso. En T2 las intensidades de señal se encuentran invertidas, siendo la porción central del disco altamente intensa y la porción periférica con una baja intensidad de señal. Estos cambios se relacionan a la diferencia de hidratación o bien al estado del agua, lo cual permiten demostrar los cambios generados en la hernia de disco, como son alteraciones degenerativas, localización, tamaño, extensión y compromiso del espacio subaracnoideo espinal.

Los cambios de la señal de intensidad por alteraciones en el complejo discovertebral son comúnmente observadas por la IRM, tanto en el cuerpo vertebral, como en los márgenes del disco con cambios degenerativos. Estos poseen tres formas principales que deben conocerse para su diagnóstico :

- Tipo I.- Demuestra un decremento de señal de intensidad en T1 en relación a las adyacentes e incremento en T2. Estas son realizadas con el uso de Gadolinium (Gd-DTPA).
- Tipo II.- Son demostrados por el incremento de la señal de intensidad en T1 e iso o discretamente hiperintensa en T2.
- Tipo III.- Presentan un decremento de la señal de intensidad tanto a nivel del T1 y T2, correlacionadas con una extensa esclerosis del cuerpo vertebral y alteraciones degenerativas del disco.

Estos tres tipos de cambios son asociados con degeneración del disco intervertebral, así por ejemplo, el tipo I puede reflejar un proceso subagudo, y el tipo II representar una degeneración, más estable del complejo discovertebral.⁶³

11.6. IMAGEN POR RECONSTRUCCION TRIDIMENSIONAL

La imagenología de los años 90 ha difundido entre las mayores innovaciones del desarrollo tecnológico de la época, el procesamiento de la imagen computada en **tercera dimensión**, la cual es una valiosa herramienta de información digital, para el diagnóstico y terapéutica aplicada a las diferentes especialidades médicas como son la Neurocirugía, Ortopedia, Oncología, Cirugía Plástica, entre otras.

Las anomalías anatómicas de las regiones esqueléticas suelen presentar generalmente dificultades durante la interpretación con los estudios de imagen previamente mencionados, así, la tomografía convencional multiplanar ayuda grandemente a nuestro conocimiento, pero de todas maneras, imágenes en dos dimensiones requieren de una interpretación o reconstrucción mental del observador. Las imágenes de TAC disponibles en reconstrucción planar, tanto en orientaciones sagital, coronal y/o oblicua brindan una útil información, pero en determinados casos no ofrecen una solución para una valoración efectiva, correcta y precisa de las alteraciones y relaciones anatómicas.

Con el desarrollo de la tecnología, los sistemas computarizados se han ido incorporando a los medios de diagnóstico, imágenes de superficie tridimensional, cuyo crecimiento y sofisticación han vinculado una importante definición, haciendo posible una valiosa correlación anatómica, el análisis detallado y cuantificación precisa de la imagen.

En la pasada década y en la actual las computadoras se han transformado en más baratas y más poderosas, así, de las complicadas computadoras que costaban cientos de miles de dólares y que realizaban como un millón de instrucciones por segundo, actualmente las computadoras rinden 10 veces más esa capacidad, a menos de un décimo del costo. Este dramático avance tecnológico, con un considerable decremento precio-ejecución, permite en la práctica actual, el uso frecuente de imágenes rápidas y de bajo costo, en tercera dimensión.

11.6.1. Técnica

Fishman Elliot, *et al.*,⁶⁴ han definido dos abordajes en la imagen 3D usualmente utilizados: el abordaje Hardware (máquina) y el Software (programa). En el primer caso, una forma metódica de una pieza específica del equipo es designada para ejecutar un algoritmo particular para imágenes 3D, y aunque ésta posee una serie de desventajas dado el costo que determina en el mercado, muchas corrientes gráficas en 3D se basan principalmente en el Software, cuyos algoritmos son más susceptibles de mejoramiento y modificación.

La **técnica de interpretación** es el algoritmo computarizado, utilizado para transformar la TAC axial seriada y convencional o los datos de la IRM en imágenes en 3D. Existen diferentes métodos para realizar esto, los cuales se pueden dividir en dos clases :

1. De porcentaje (binaria, o base - superficie) y ,
2. Contínua (base - volumen).

Esta selección inicial de interpretación tiene un gran impacto sobre la calidad e imagen final en 3D.

Esta técnica consiste en tres etapas :

1. Formación de volumen
2. Clasificación , y
3. Proyección de la imagen.

La formación de volumen consiste en la adquisición de datos de la imagen y en la recopilación de los datos para formar un volumen, cuyo procedimiento es determinado acorde a la técnica. El procedimiento incluye la interpolación de los elementos de cada volumen, así como el agrupamiento y edición de datos. Este paso clasifica los tipos de tejidos de cada voxel (volumen del elemento), los mismos que en la TAC pueden ser clasificados en tres tipos de tejidos : grasa, tejido blando y hueso ; otras imágenes pueden producir otras categorías de clasificación. Posteriormente, el paso final

consiste en proyectar los datos de volumen codificado a manera de dos dimensiones, y la simulación 3D se forma.

Inicialmente la imagen 3D comprende el uso de técnica de imagen binaria, la cual requiere menor memoria y poder que la de clasificación-porcentaje. En la binaria, a cada tipo de tejido es asignado dos números, por ejemplo, con los datos de la TAC, la salida baja, representada por Unidades Hounsfield, da un valor a determinado tipo de tejido, así el hueso es asignado alrededor de 100 UH (Unidades Hounsfield) y una salida alta es asignada mayor a 3000 UH, conformando el valor superior de la escala.

En la clasificación del volumen, el valor o señal de cada voxel es analizado de acuerdo a la intensidad de señal (salida alta o baja), clasificando para cada tipo de tejido entre 0 y 100%. De esta forma, genera una imagen, calculando y orientando el volumen de los elementos, proyectando esta información en un plano en 2D. La escala linear inicia un continuo rango de valores de cada voxel y el desarrollo relativo de una imagen nueva en 3D.

La clasificación o porcentaje, muchas veces es referida con el término técnico de : interpretación volumétrica, que determina la exploración de cada uno de los voxel, determinando la cantidad y el tipo de tejido. Los resultados son datos de volumen clasificados en voxel representativos del porcentaje de cada tipo de tejido presente.

El método más común utilizado para determinar el porcentaje contenido es la clasificación probabilística, que comprende una aproximación trapezoidal. Este método determina los porcentajes de cada tipo de tejido de la TAC y a cada uno le es asignado un valor nominal que, en teoría, representa un tipo exacto de tejido. Valores de voxel representados entre 0 y 100% determinan el volumen medio de un tejido. Finalmente, una vez obtenidos los datos y asignados los porcentajes, éstos deben procesarse para formar una imagen final. Esto requiere de una computadora de gran poder, ya que la cantidad de datos a ser procesados es muy grande. Artefactos generados por la computadora podrían engendrar desconfianza en la imagen 3D, y peor aún, conducir a profundos errores diagnósticos y terapéuticos.⁶⁵

11.6.2. Valoración Prospectiva de la Importancia de la Imagen en 3D

En los recientes años, la imagen en 3D ha ido incrementando su popularidad, a través de los esfuerzos hechos por los médicos y especialistas en Software para mejorar este método. La serie de cortes transanatómicos en tres dimensiones determinan una visión completa y análoga de la estructura anatómica, siendo por lo tanto un abordaje por imagen informativo, útil y ambicioso para una adecuada valoración.

La utilidad de la imagen en 3D actualmente se encuentra en desarrollo en varias áreas, particularmente dentro de la Neurocirugía, y en otras especialidades como la Ortopedia y Cirugía Plástica, y su uso cada vez se ha ido ampliando, ya que estos estudios han demostrado ser superiores a las imágenes convencionales de TAC en valoraciones específicas esencialmente del tejido esquelético, debido a que contiene mayor cantidad de detalles relevantes, presentando así una nueva dimensión en la valoración de imagen y aplicación, dada la exactitud y configuración geométrica de la región anatómica, permitiendo tener al cirujano una herramienta útil con la representación 3D, puesto que la reconstrucción 2D sólo puede mostrar parte del área de interés que únicamente podrían lograrse mediante la superposición de imágenes, con lo cual se obtiene un análisis versátil y dinámico de una región anatómica.

Aún es escasa la experiencia de este método en la aplicación en la cirugía de disco lumbar, pero su fundamento y fidelidad poseen un alto valor, por lo que seguramente aportará alentadores resultados dentro de la cirugía espinal guiada, al definir la magnitud métrica y las características más específicas de la región lumbar, así como también la configuración, tamaño, grosor, límites, dirección y diámetros de las estructuras anatómo-quirúrgicas adyacentes como son : las carillas articulares, pedículos, agujeros de conjunción, entre otros.



Con la mejor valoración anatómico-quirúrgico que se obtiene para el abordaje de esta entidad nosológica, mediante este sistema de diagnóstico, modificará la aplicación de conceptos previos, encaminados hacia una precisa, adecuada planeación manejo quirúrgico, basados en el análisis detallado, analógico, cuantificado tanto geométrica como milimétricamente, de las diferentes proyecciones mediante los movimientos dinámicos que ofrece la imagen en 3D del área anatómica de interés. Su aplicación en la Neurocirugía, en el caso de la cirugía de columna vertebral, redundará en un manejo correcto, seguro y preciso del abordaje quirúrgico, a través del cual se obtendrán óptimos resultados operatorios, (ver gráfico anexo).

12. TERMINOLOGIA Y CLASIFICACION DE LAS HERNIAS DE DISCO

Hay una variedad de términos utilizados por varios autores para describir las anomalías del disco intervertebral. Para las anomalías del disco se han basado en la integridad de las estructuras de soporte posterior ; así una de las más conocidas es la denominada Protrusión y Secuestro, definida por MacNab,⁶⁶ ha sido correlacionada adecuadamente en la actualidad con los estudios de IRM y la clínica, los cuales conforman cuatro tipos respectivamente, que son:

1. Abombamiento
2. Prolapso o protrusión
3. Extrusión o expulsión
4. Secuestro

12.1. ABOMBAMIENTO

Si solamente el anillo fibroso, sin núcleo, se extiende más allá del margen vertebral posterior, la lesión es referida como abombamiento, el que demuestra una intensidad de señal normal en la IRM.

Clásicamente se demuestra la persistencia del anillo fibroso y las fibras de Sharpey. Yu, *et al.* examinaron 149 discos con abombamiento en 31 cadáveres e investigaron la asociación de la laceración radial del anillo fibroso. En todos, excepto un caso, la laceración fue demostrada. Los estudios indicaron pequeños rompimientos del anillo que comúnmente acompaña a los márgenes del abombamiento del disco. Estos pueden estar ocultos en la IRM o TAC, por lo que se refutan los conceptos de que el anillo fibroso está intacto en el abombamiento discal.

12.2. PROLAPSO O PROTRUSION

Es un término amplio y genérico que se refiere a la extensión del disco intervertebral detrás de los márgenes del cuerpo vertebral adyacente. El prolapso posterior del disco produce un defecto incompleto a nivel del anillo fibroso y solamente las porciones más periféricas del anillo que están intactas, aparecen como fibras de baja señal en la IRM en T2. El disco herniado posee continuidad con el núcleo principal, conectado por un istmo de alta intensidad de señal en T2.

12.3. EXTRUSION O EXPULSION

Se denominada así cuando el núcleo penetra completamente a través del anillo fibroso por la presencia de un defecto completo en el mismo, pero sin pasar el ligamento longitudinal posterior. Algunos autores igualan el término "disco extruído" con "fragmento libre" y otros distinguen "fragmento libre" de "hemia subligamentaria". Los fragmentos del disco extruído y los fragmentos libres pueden extenderse hacia arriba o abajo del canal espinal, pero el núcleo principal del disco expulsado quedan conectados por un istmo, de alta intensidad de señal en el T2 de la IRM. Clásicamente el disco extruído demuestra en la IRM el signo de la "pasta de dientes", la cual puede colocarse anterior o lateral al ligamento longitudinal posterior. A nivel lateral afecta la raíz nerviosa que tiene salida por el agujero intervertebral. La hernia de disco foraminal está bien demostrada a través del agujero de conjunción, la cual puede ser observada en cortes axiales y sagitales de IRM. La expulsión del disco produce síntomas y signos indistinguibles de la protrusión.

12.4. SECUESTRO

Los fragmentos libres y los discos secuestrados se encuentran libres en el espacio epidural, el material de disco herniado ha perdido continuidad con el núcleo pulposo. Fragmentos de disco secues-

Con la mejor valoración anatómico-quirúrgico que se obtiene para el abordaje de esta entidad nosológica, mediante este sistema de diagnóstico, modificará la aplicación de conceptos previos, encaminados hacia una precisa, adecuada planeación de manejo quirúrgico, basados en el análisis detallado, analógico, cuantificado tanto geométrico como milimétricamente, de las diferentes proyecciones mediante los movimientos dinámicos que ofrece la imagen en 3D del área anatómica de interés. Su aplicación en la Neurocirugía, en el caso de la cirugía de columna vertebral, redundará en un manejo correcto, seguro y preciso del abordaje quirúrgico, a través del cual se obtendrán óptimos resultados operatorios, (ver gráfico anexo).

12. TERMINOLOGIA Y CLASIFICACION DE LAS HERNIAS DE DISCO

Hay una variedad de términos utilizados por varios autores para describir las anomalías del disco intervertebral. Para las anomalías del disco se han basado en la integridad de las estructuras de soporte posterior; así una de las más conocidas es la denominada Protrusión y Secuestro, definida por MacNab,⁶⁶ ha sido correlacionada adecuadamente en la actualidad con los estudios de IRM y la clínica, los cuales conforman cuatro tipos respectivamente, que son:

1. Abombamiento
2. Prolapso o protrusión
3. Extrusión o expulsión
4. Secuestro

12.1. ABOMBAMIENTO

Si solamente el anillo fibroso, sin núcleo, se extiende más allá del margen vertebral posterior, la lesión es referida como abombamiento, el que demuestra una intensidad de señal normal en la IRM.

Clásicamente se demuestra la persistencia del anillo fibroso y las fibras de Sharpey. Yu, *et al.* examinaron 149 discos con abombamiento en 31 cadáveres e investigaron la asociación de la laceración radial del anillo fibroso. En todos, excepto un caso, la laceración fue demostrada. Los estudios indicaron pequeños rompimientos del anillo que comúnmente acompaña a los márgenes del abombamiento del disco. Estos pueden estar ocultos en la IRM o TAC, por lo que se refutan los conceptos de que el anillo fibroso está intacto en el abombamiento discal.

12.2. PROLAPSO O PROTRUSION

Es un término amplio y genérico que se refiere a la extensión del disco intervertebral detrás de los márgenes del cuerpo vertebral adyacente. El prolapso posterior del disco produce un defecto incompleto a nivel del anillo fibroso y solamente las porciones más periféricas del anillo que están intactas, aparecen como fibras de baja señal en la IRM en T2. El disco herniado posee continuidad con el núcleo principal, conectado por un istmo de alta intensidad de señal en T2.

12.3. EXTRUSION O EXPULSION

Se denominada así cuando el núcleo penetra completamente a través del anillo fibroso por la presencia de un defecto completo en el mismo, pero sin pasar el ligamento longitudinal posterior. Algunos autores igualan el término "disco extruido" con "fragmento libre" y otros distinguen "fragmento libre" de "hernia subligamentaria". Los fragmentos del disco extruido y los fragmentos libres pueden extenderse hacia arriba o abajo del canal espinal, pero el núcleo principal del disco expulsado quedan conectados por un istmo, de alta intensidad de señal en el T2 de la IRM. Clásicamente el disco extruido demuestra en la IRM el signo de la "pasta de dientes", la cual puede colocarse anterior o lateral al ligamento longitudinal posterior. A nivel lateral afecta la raíz nerviosa que tiene salida por el agujero intervertebral. La hernia de disco foraminal está bien demostrada a través del agujero de conjunción, la cual puede ser observada en cortes axiales y sagitales de IRM. La expulsión del disco produce síntomas y signos indistinguibles de la protrusión.

12.4. SECUESTRO

Los fragmentos libres y los discos secuestrados se encuentran libres en el espacio epidural, el material de disco herniado ha perdido continuidad con el núcleo pulposo. Fragmentos de disco secues-

trado resultan de una expulsión del material nuclear a través de un defecto completo del anillo fibroso. Este fragmento puede encontrarse anterior o posterior del ligamento longitudinal posterior, superior o inferior al disco principal, o bien podría ser extradural o raramente intradural.

Más del 90% de los disco migran tanto a la mitad derecha o izquierda del espacio epidural anterior, y menos frecuentemente medial. No hay consenso de predilección del disco herniado. Fries, *et al.* observaron una frecuencia alta de migración superior (78%), posiblemente en relación al mayor espacio disponible a este nivel. Aunque Dillon, *et al.* determinaron en 40 pacientes un 50% de migración inferior. Schellinger, *et al.* en 47 pacientes con migración del disco intervertebral, obtuvieron un 42% de migración superior y un 40% de inferior.⁶⁷

12.5. LA TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA EN LA CLASIFICACION DE LA HERNIA DE DISCO

Estudios recientes con la técnica de tomografía axial computarizada, mediante cortes axiales, sagitales y coronales, han podido evaluar la localización en las hernias de disco intraforaminales y extraforaminales, correlacionados detalladamente con especímenes histopatológicos. De esta manera, han sido clasificadas, de acuerdo a los reportes de E. Volle, *et al.* ⁶⁸ en 1988, en cuatro tipos :

1. Tipo I o Mediolateral
2. Tipo II o del Receso Lateral
3. Tipo III o Intra neuroforaminal
4. Tipo IV o Extra neuroforaminal, o una combinación de las otras localizaciones.

Aquí, el desarrollo en la técnica del diagnóstico mediante TAC, ha llegado a ser una valiosa herramienta en el apoyo para realizar una adecuada decisión quirúrgica.

12.6. LOCALIZACION DE LA HERNIA DE DISCO EN PROYECCION SAGITAL

Otros métodos reportados con el propósito de brindar una mejor orientación al cirujano, para una adecuada exploración de la región lumbar, son los mencionados por John A. McCulloch,⁶⁹ orientados hacia una técnica microquirúrgica más refinada, quien divide a cada segmento de la región lumbar en varios niveles en proyección sagital con el fin de obtener un panorama tridimensional, que aunados con las anteriores clasificaciones facilitan una más precisa localización de la lesión y el acceso quirúrgico. Dichos niveles son tres :

1. Nivel de Disco
2. Nivel Foraminal
3. Nivel Pedicular

Así por ejemplo, un fragmento de disco podría emigrar al 3^{er} nivel desde abajo, lateralmente en el 1^{er} nivel o hacia arriba en el 2^{do} nivel del mismo segmento, y un plan de laminectomía cefálica, caudal o lateral podría ser seguido para una exposición amplia de la patología.

En otro caso, en una hernia de disco en el segmento L5 en el 3^{er} nivel, se requiere de la remoción laminar de una porción de fragmento cefálico y caudal para la exposición de L4 - L5, en tanto que en el caso de una hernia de disco en el 2^{do} nivel, el segmento de L4 requiere remover la porción cefálica proporcionalmente. De esta forma se ofrece una mayor orientación para una mejor planeación del acceso quirúrgico, (ver gráficos anexos).

12.7. CRITERIOS QUIRURGICOS POR IMAGEN

Una terminología utilizada tanto por cirujanos y radiólogos, que engloba tanto criterios anatómicos y de imagen y que brindan apoyo para definir la técnica quirúrgica a utilizarse en la hernia de disco lumbar, es la mencionada por Jerrold H. Mink,⁷⁰ cuya modalidad es establecer la naturaleza y localización de la hernia de disco para determinar la presencia o no de fragmentos libres.

RADIOGRAPHIC ASSESSMENT OF DISCOGENIC DISEASE OF THE SPINE

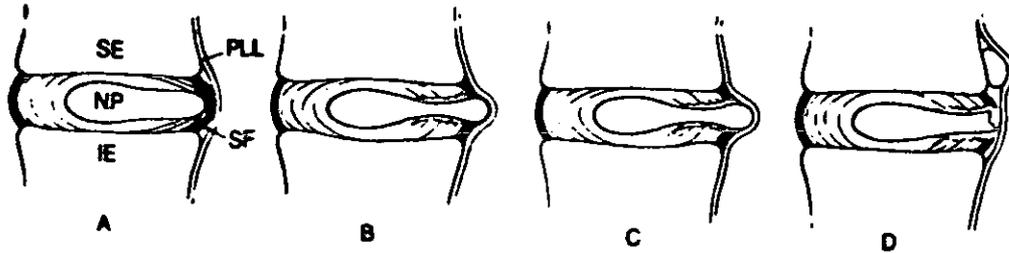


Figure . Diagrams of the sagittal spine demonstrate the four classifications of disc herniation. A, Bulging annulus fibrosus. B, Prolapse. C, Extrusion. D, Sequestration. SE = superior endplate, IE = inferior endplate, NP = nucleus pulposus, PLL = posterior longitudinal ligament, SF = Sharpey's fibers.

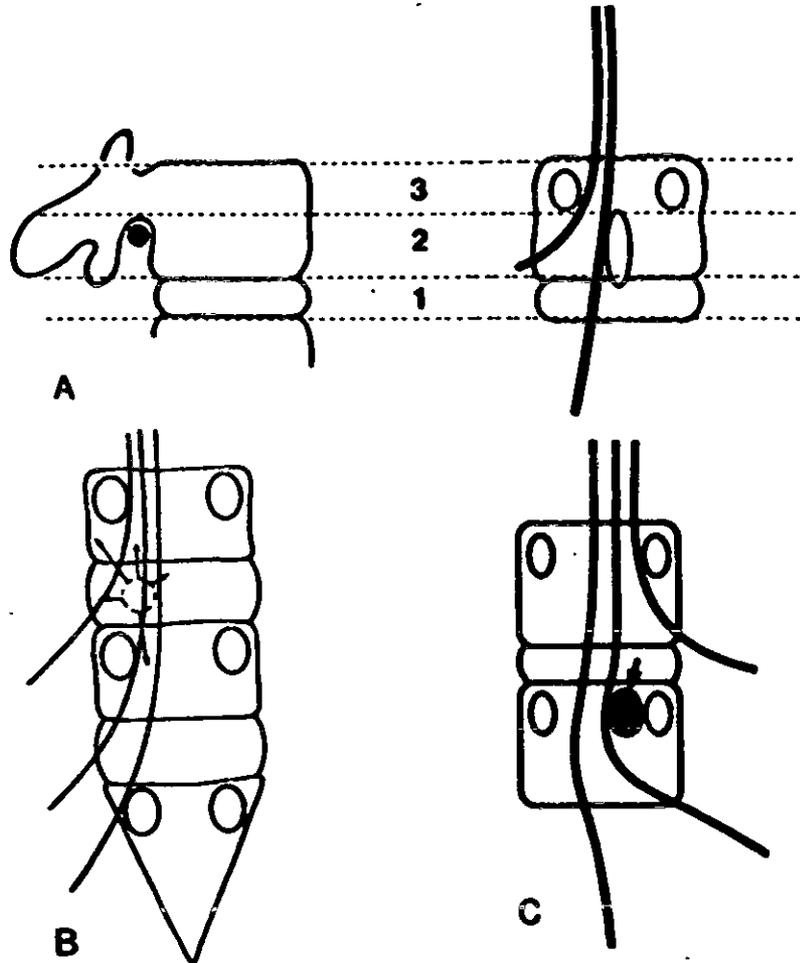


Figure . For the purposes of a microsurgical exploration, each lumbar anatomic segment is divided into three levels or stories: first storey, disc level; second storey, foraminal level; third storey, pedicle level. Disc fragments may migrate down into the third storey of the level below, laterally into the first storey, or up into the second storey of the same segment. C, A third-storey (pedicle) herniation from the disc space above (arrow).

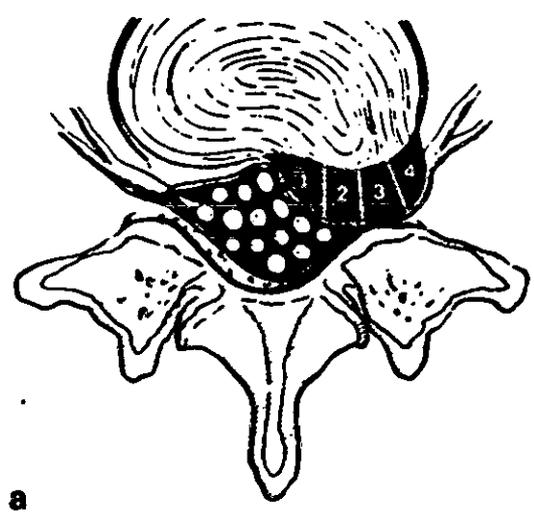
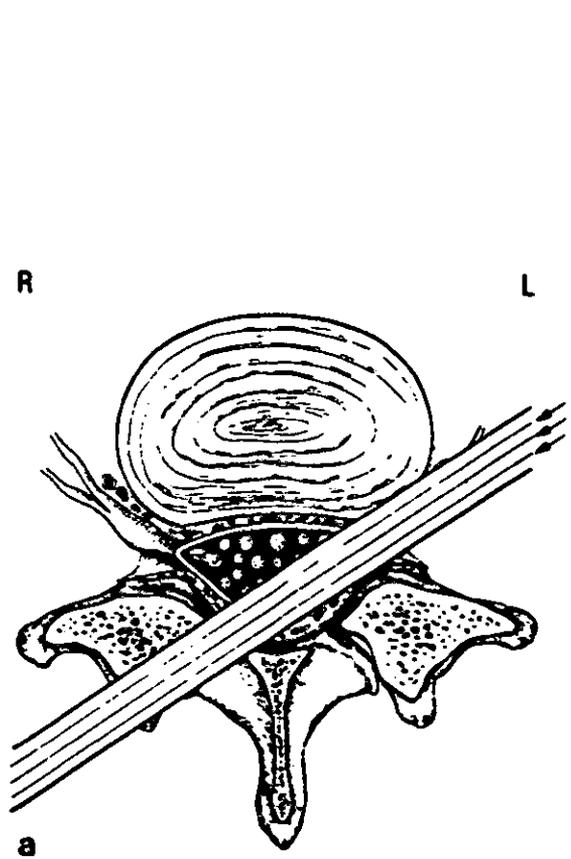


Fig. . The new paraxial reconstruction range with a minimum of 3 planes (a). b The radiologic CT equivalent of the surrounding fatty tissue, \uparrow the nerve root. c The space of a normal neural foramen in Elastica van Gieson color in the identical plane

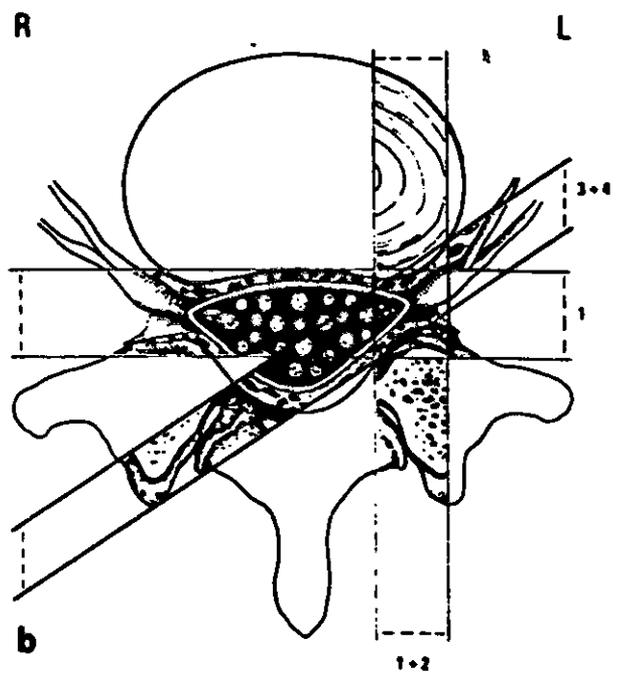


Fig. . Demonstrates the type and location of lumbar disc herniation: 1 - medial, 2 - lateral (recessus lateralis); 3 - intraforaminal and 4 - extraforaminal. b Represents the recommended secondary reconstruction such as coronal: 1; sagittal: 1 and 2; paraxial: 3 and 4

Tabla 23

TERMINOLOGIA PARA LAS HERNIAS DE DISCO

-
- I. Hernia de disco simple (herniación subanular) : Un porción del anillo y el ligamento longitudinal posterior se encuentran íntegros y contienen el material nuclear.
 - II. Hernia extruída (herniación subligamentaria) : el anillo presenta un desgarro completo, pero el ligamento longitudinal posterior se encuentra íntegro.
 - A. Sin migración
 - B. Con migración
 - 1. En continuidad con el espacio o nivel del disco
 - 2. Sin continuidad con el nivel del disco (fragmento secuestrado)
 - III. Fragmento libre : El anillo y el ligamento longitudinal posterior presentan pérdida de la continuidad completa, y el material del disco esta libre en el espacio epidural.
 - A. Sin migración
 - B. Con migración
 - 1. En continuidad con el disco
 - 2. Sin continuidad con el disco (fragmento secuestrado)
-

13. SELECCIÓN QUIRURGICA DEL PACIENTE CON HERNIA DE DISCO LUMBAR

13.1. INDICACIONES QUIRURGICAS

Una de las consideraciones más importantes que determina el resultado de la cirugía de la hernia de disco lumbar, es la selección del paciente, la cual tendrá un pronóstico favorable siempre y cuando el criterio sea el adecuado. Un cirujano que no evalúe el beneficio quirúrgico obtendrá malos resultados clínicos, aún después de haber realizado una excelente o meticulosa técnica.

La indicación incuestionable de tratamiento quirúrgico en una hernia de disco, es la asociación con un déficit neurológico. Menos precisa es cuando se plantea en un grupo de pacientes sin déficit neurológico pero incapacitados como consecuencia del dolor, a pesar de haber llevado un tratamiento conservador. Debemos de considerar, de esta manera, factores individuales como la edad, tipo de trabajo, estabilidad emocional, reivindicaciones laborales, grado de incapacidad, a aplicarse en cada caso. El tratamiento quirúrgico debe indicarse en estos casos cuando son rebeldes al tratamiento conservador o se encuentran incapacitados social, familiar y laboralmente.

La Asociación Americana de Cirugía Neurológica y la Academia Americana de Cirugía Ortopédica,⁷¹ han incluido los siguientes criterios para la selección de los candidatos a cirugía :

- 1. Fracaso de la terapia conservadora
- 2. Mielografía o tomografía axial computarizada anormal, con compresión de la raíz nerviosa, correlacionada con los síntomas y signos clínicos
- 3. Presencia de dolor radicular correlacionado con alteración del patrón fisiológico del dermatoma y reflejos correspondientes.

Este listado engloba tres ingredientes básicos : evaluación clínica, exploración física-neurológica y hallazgos de imagen, que son las claves a correlacionar para obtener resultados quirúrgicos satisfactorios. También MacNab⁷² describe cinco criterios para la indicación de discectomía lumbar, que son :

- 1. Dolor ciático severo que persiste o se ha incrementado a pesar de haber tenido cuatro semanas de completo reposo, con evidencia de tensión de la raíz nerviosa a la exploración
- 2. Episodios recurrentes e incapacitantes de dolor ciático, con evidencia de tensión a nivel de la raíz nerviosa, e incremento de alteraciones en la conducción nerviosa

Tabla 23

TERMINOLOGIA PARA LAS HERNIAS DE DISCO

-
- I. Hernia de disco simple (herniación subanular) : Un porción del anillo y el ligamento longitudinal posterior se encuentran íntegros y contienen el material nuclear.
 - II. Hernia extruída (herniación subligamentaria) : el anillo presenta un desgarró completo, pero el ligamento longitudinal posterior se encuentra íntegro.
 - A. Sin migración
 - B. Con migración
 - 1. En continuidad con el espacio o nivel del disco
 - 2. Sin continuidad con el nivel del disco (fragmento secuestrado)
 - III. Fragmento libre : El anillo y el ligamento longitudinal posterior presentan pérdida de la continuidad completa, y el material del disco esta libre en el espacio epidural.
 - A. Sin migración
 - B. Con migración
 - 1. En continuidad con el disco
 - 2. Sin continuidad con el disco (fragmento secuestrado)
-

13. SELECCIÓN QUIRURGICA DEL PACIENTE CON HERNIA DE DISCO LUMBAR

13.1. INDICACIONES QUIRURGICAS

Una de las consideraciones más importantes que determina el resultado de la cirugía de la hernia de disco lumbar, es la selección del paciente, la cual tendrá un pronóstico favorable siempre y cuando el criterio sea el adecuado. Un cirujano que no evalúe el beneficio quirúrgico obtendrá malos resultados clínicos, aún después de haber realizado una excelente o meticulosa técnica.

La indicación incuestionable de tratamiento quirúrgico en una hernia de disco, es la asociación con un déficit neurológico. Menos precisa es cuando se plantea en un grupo de pacientes sin déficit neurológico pero incapacitados como consecuencia del dolor, a pesar de haber llevado un tratamiento conservador. Debemos de considerar, de esta manera, factores individuales como la edad, tipo de trabajo, estabilidad emocional, reivindicaciones laborales, grado de incapacidad, a aplicarse en cada caso. El tratamiento quirúrgico debe indicarse en estos casos cuando son rebeldes al tratamiento conservador o se encuentran incapacitados social, familiar y laboralmente.

La Asociación Americana de Cirugía Neurológica y la Academia Americana de Cirugía Ortopédica,⁷¹ han incluido los siguientes criterios para la selección de los candidatos a cirugía :

1. Fracaso de la terapia conservadora
2. Mielografía o tomografía axial computarizada anormal, con compresión de la raíz nerviosa, correlacionada con los síntomas y signos clínicos
3. Presencia de dolor radicular correlacionado con alteración del patrón fisiológico del dermatoma y reflejos correspondientes.

Este listado engloba tres ingredientes básicos : evaluación clínica, exploración física-neurológica y hallazgos de imagen, que son las claves a correlacionar para obtener resultados quirúrgicos satisfactorios. También MacNab⁷² describe cinco criterios para la indicación de discoidectomía lumbar, que son :

1. Dolor ciático severo que persiste o se ha incrementado a pesar de haber tenido cuatro semanas de completo reposo, con evidencia de tensión de la raíz nerviosa a la exploración
2. Episodios recurrentes e incapacitantes de dolor ciático, con evidencia de tensión a nivel de la raíz nerviosa, e incremento de alteraciones en la conducción nerviosa

3. Evidencia objetiva de incremento de la afección de la raíz nerviosa, incluso luego de haber llevado reposo
4. Disminución progresiva de la fuerza muscular
5. Alteraciones a nivel de esfínteres (vesical) o de la función intestinal.

13.2. CONTRAINDICACIONES

Cinco son las contraindicaciones más importantes en la cirugía de hernia de disco lumbar :⁷³

1. Un primer episodio de dolor lumbar o ciático, sin una prueba adecuada de manejo con tratamiento conservador
2. Dolor lumbar intermitente asociado a dolores ocasionales de naturaleza imprecisa, que se extiende entre una u otra extremidad inferior y una mielografía sin diagnóstico evidente
3. Un cuadro clínico de dolor lumbar crónico e intermitente, y una mielografía no definitiva para el diagnóstico
4. Dolor lumbar y/o ciático intermitente, con una mielografía demostrando una lesión sobre un lado contrario, libre de dolor o " equívoco "
5. Mejoría clínica del paciente : el paciente podría estar poco complaciente en aceptar síntomas residuales en un escaso cuadro clínico y preguntarse retrospectivamente que tan urgente o indispensable fue la necesidad de la cirugía ; al existir la presencia del dolor ; sin embargo, síntomas residuales ocasionales pueden ser tolerados bondadosamente. La indicación más clara para el paciente es buena para el cirujano.

13.3. FACTORES DE CONSIDERACION PREDICTIVA EN LA CIRUGIA DE HERNIA DE DISCO LUMBAR

Varios estudios han tratado de establecer juicios quirúrgicos de consideración predictiva en el tratamiento quirúrgico. Finneson⁷⁴ reporta un sistema de valor numérico, el cual podría ayudar al cirujano a determinar una decisión más objetiva acerca del complejo problema, basado en factores positivos y negativos, en aspectos clínicos y en el examen físico-neurológico y de imagen. Los datos se obtuvieron de la información del estudio de 200 pacientes con excelentes resultados quirúrgicos, comparados con otros 96 pacientes con malos resultados, con base en criterios de amplia aceptación . que determinan la selección del paciente, para obtener una lista de factores y valores positivos y negativos que proporcionarían una " ayuda predictiva ", cuyos valores y substratos totales se compararán con la tabla de puntaje, que a su vez determinarían los resultados de la cirugía de hernia de disco lumbar.

El cuestionario está limitado a aquellos pacientes que no posean cirugía previa a nivel de la columna lumbar ; la escala no está asignada para candidatos de otros tipos de cirugía lumbar, laminectomías, injertos, etc.

13.3.1. Factores Predictivos

Cuatro son los factores clínicos importantes para determinar una adecuada selección del paciente para determinar el beneficio del resultado en la cirugía de hernia de disco lumbar, y son :

1. El dolor ciático más intenso que el dolor lumbar
2. La mielografía anormal, correlacionada con el cuadro clínico
3. Maniobra de Lasègue o Lasègue cruzada positiva
4. Presencia de déficit neurológico.

Si todos los factores están presentes y la cirugía técnicamente adecuada, probablemente existirá un resultado satisfactorio. Si uno de estos se encuentra ausente, probablemente será exitoso, con la exactitud de los otros tres factores antes del procedimiento. Considerada la cirugía con uno o dos factores positivos es probable que se asocie con una incidencia elevada de malos o pobres resultados. Con estos factores en mente, cuatro indicaciones se recomiendan para la cirugía :

1. Dolor intratable
2. Incremento progresivo del déficit neurológico
3. Dolor intratable y recurrente

4. Síndrome de "cola de caballo".

Con la excepción del síndrome de "cola de caballo", estas indicaciones son relativas y dependerían de como toleran los pacientes los síntomas, el compromiso del déficit neurológico, el fondo psicosocial del paciente, etc.

Tabla 24

LISTA DE PUNTOS PREDICTIVOS EN LA CIRUGIA DE HERNIA DE DISCO LUMBAR

PUNTOS POSITIVOS	FACTORES POSITIVOS	FACTORES NEGATIVOS	PUNTOS NEGATIVOS	RESULTADOS
5	Dolor lumbar y dolor ciático incapacitante y/o intenso	Dolor lumbar primario	15	75 o más : Bueno
15	El dolor ciático es más severo que el lumbar	Obesidad importante	10	65 - 75 : Moderado
5	Peso (sentado o de pie), agravantes del dolor	Síntomas y signos no orgánicos	10	55 - 65 : Marginal
25	Exploración neurológica correlacionada con un síndrome específico radicular	Fondo psicológico : expectativa no realista de la cirugía, dolores no explicables, reivindicaciones laborales, etc.	15	Menos de 55 : Malo
25	Alteración mielográfica correlacionada con la exploración neurológica	Ganancia secundaria : trabajo, médico-legal, jubilación, etc.	20	
10	Maniobra de Lasègue positiva	Antecedentes de problemas médico- legales	10	
20	Maniobra de Lasègue contralateral positiva			
10	Paciente con expectativa realista de la cirugía			
TOTAL POSITIVO			TOTAL NEGATIVO	

13.4. VALORACION DE LOS RESULTADOS QUIRURGICOS

Varias clasificaciones y criterios han sido establecidas para valorar los resultados quirúrgicos en las hernias de disco lumbar en las diversas series quirúrgicas, los cuales han hecho imposible comparar las diferentes investigaciones realizadas en el pasado. La mayoría de reportes han citado sus resultados como : excelentes, buenos y satisfactorios, cuyos términos establecen una escasa información y definición.

Actualmente, estudios prospectivos en relación a la discectomía lumbar, como el *Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons, (1991)*,⁷⁵ han utilizado otras escalas para valorar los resultados quirúrgico, las mismas que brindan una información más explícita, y que combina el *status* económico del paciente con los síntomas de dolor ; aunque el estudio fue bien concebido, perpetuó el problema de introducir nuevas escalas por cada nuevo estudio (Pappas Conrad, *et al.*).⁷⁶

Al momento el uso frecuente de una escala que expresa medidas comunes para evaluar los procedimientos quirúrgicos en la hernia de disco lumbar, y que compara el *status* funcional y económico antes y después del procedimiento quirúrgico, ha sido desarrollada por Prolo DJ., *et al.*, ha sido actualmente recibida con bastante aceptación por los neurocirujanos para unificar los resultados y para obtener una comparación de los resultados quirúrgicos, así como lo ha reportado Davis Richard⁷⁷ en su análisis de 984 casos quirúrgicos tratados de hernia de disco lumbar vs 654 casos de Pappas C.

La *Functional-Economic Outcome Rating Scale* de Prolo, *et al.*,⁷⁸ para la evaluación de la cirugía espinal es la siguiente :

Tabla 25

ESCALA DE EVALUACION ECONOMICA - FUNCIONAL

Condición Económica

- E1 : Completamente inválido
- E2 : Sin ocupación o jubilado, solamente con actividades dentro del hogar
- E3 : Capaz de trabajar, pero no en su ocupación anterior
- E4 : Trabaja en su ocupación anterior parcialmente o en condiciones limitadas
- E5 : Capaz de trabajar en su ocupación anterior, sin restricciones de ninguna especie

Condición Funcional

- F1 : Total incapacidad (o empeoramiento después de la cirugía)
 - F2 : Moderado dolor bajo de espalda y/o ciática (o el mismo dolor después de la operación pero capaz de realizar su vida diaria)
 - F3 : Leve dolor y capaz de realizar todas las actividades, excepto deportes
 - F4 : Sin dolor, pero el paciente tiene una o más recurrencias de dolor bajo de espalda o ciática
 - F5 : Completa recuperación, sin recurrencia de episodios de dolor bajo de espalda, capaz de realizar todas las actividades previas, y deportes.
-

14. MANEJO QUIRURGICO DE LA HERNIA DE DISCO LUMBAR

14.1. ANTECEDENTES HISTORICOS

Según Mixter (1949), una de las primeras ilustraciones de una ruptura discal fue publicada por Charles Bell en 1824 y fue descrita como una fractura que indudablemente, existía. La ilustración, reproducida en el artículo de Mixter, muestra el fragmento de una vértebra, en parte discal y en parte ósea, comprimiendo la médula espinal. Lindblom (1951) señaló que existían grabados de rupturas de discos intervertebrales en dos textos anteriores, uno de Weitbrecht en 1742 y otro de Henle en 1856. Estos habían hecho una ilustración de la anatomía normal del disco, pero no se reconocía la naturaleza anatomopatológica de la lesión. La protrusión discal fue descrita en 1857 por Virchow, quién señaló una " encondrosis " cervical con compresión letal de la médula espinal. En 1896, Kocher publicó el caso de un hombre que cayó de pie desde una altura de 30 m., su muerte se produjo por rotura del yeyuno y la necropsia reveló una protrusión del disco intervertebral en el interior del conducto vertebral a nivel de la primera lumbar, sin evidencia de fractura.

En 1911, Middleton y Teacher publicaron un caso de un traumatismo de la médula espinal debido a la ruptura de un disco intervertebral en el curso de un esfuerzo muscular. Esta se produjo en un hombre que acusó un intenso dolor súbito, mientras sostenía una plancha metálica ; de pronto se presentó parálisis y el paciente falleció pocas horas después. La necropsia reveló reblandecimiento y hemorragia cerca de la dilatación lumbar, junto con una masa de cartílago en el conducto vertebral.

Goldthwait (1911) publicó el caso de un paciente que acusaba dolor ciático seguido de paraplejía después de una manipulación vertebral. En la operación se observó estrechamiento del interespacio lumbosacro, pero no se hacía mención de la exploración del espacio epidural anterior. Mixter , en Alemania, era de la opinión que se trataba de la ruptura de un disco. En los años sucesivos, aparecieron publicaciones aisladas de traumatismos de la médula espinal atribuidos a encondromas, que actualmente se consideran como hernias discales. Tales publicaciones fueron las de Frazier, Elsberg, Stookey, Ott y Adson, y Mixter (Mixter, 1949). Es particularmente interesante la publicación de Dandy (1929) de dos casos de lesiones transversales de la cola de caballo producidas por fragmentos libres de un disco intervertebral en el conducto vertebral. Aparentemente ésta fue la primera publicación en que se describió el tratamiento quirúrgico de las rupturas discales y el primero que sugirió que dichos fragmentos podían producir ciática. En 1930, Bucy recopiló 15 casos semejantes de la literatura e incluyó uno propio, calificando a las lesiones de condromas del disco intervertebral.

El reconocimiento de la atribución del síndrome ciático y de dolor lumbar a las protrusiones del núcleo pulposo pertenece a Mixter y Barr, quienes publicaron sus observaciones en 1934. La descripción de Mixter relativa a los hechos que le condujeron al reconocimiento de este síndrome pueden leerse en su trabajo original (1949). En ésta, señaló que Barr había realizado un estudio sobre el mismo tema en 1933, pero que había sido recibido con tal indiferencia que decidió no publicarlo. Mixter también señaló un trabajo de Mauric, publicado en 1933, en el que llegaba a las mismas conclusiones.

Es preciso indicar que en aquel tiempo las características clínicas y las condiciones radiológicas eran imprecisas, las operaciones eran exploratorias con una intención terapéutica, laminectomías totales eran realizadas y varios niveles descubiertos en un disco protruído eran removidos a través de la duramadre, siendo el rango de mortalidad operatoria más del 20%.

50 años después, la discoidectomía estándar emerge como una opción a la realizada por Mixter y Barr, como resultado de una sucesión de técnicas desarrolladas por varias generaciones de neurocirujanos. De esta manera, los criterios para el mejoramiento de la discoidectomía estándar se fueron estableciendo así : incisiones con menor disección de músculo, conservación de la grasa epidural, manipulación gentil del espacio epidural, una hemostasia meticulosa y una remoción adecuada del disco. Bajo el cumplimiento de estos criterios, la nueva operación demostró mejores resultados sobre los obtenidos con las técnicas anteriores.

Sobre la refinada discoidectomía surge la técnica microquirúrgica. La microcirugía se desenvuelve como un campo que requiere de la habilidad y aprovechamiento en el uso del microscopio, para operaciones dentro de la cavidad craneal y del canal espinal. La magnífica visión y brillante iluminación permite al neurocirujano refinar la técnica estándar y divisar nuevas áreas hasta antes inaccesibles. Pequeñas incisiones, una meticolosa hemostasia y una precisa remoción del tejido afectado, son las contribuciones del microscopio a una operación ideal.

Robert Williams fue de los primeros en publicar acerca de la cirugía microquirúrgica para la remoción de la hernia de disco lumbar. El tuvo un incentivo inusual: un azar ocupacional, para el caso de una muchacha con protrusión de disco lumbar que danzaba en el "Cosmos" de Las Vegas, y de otras más que requirieron de operación. Las visibles cicatrices y largas convalecencias fueron la causa de despedida de sus empleos. De esta forma Williams, entre 1972 y 1977, realiza 532 discoidectomías "microlumbares", y sus resultados publicados fueron excelentes.

Desde entonces varios estudios comparativos entre la discoidectomía estándar y la microcirugía han sido realizados, siendo reportados resultados postoperatorios superiores con la técnica microquirúrgica, por su capacidad de preservar mejor la integridad de los tejidos, el menor trauma, la capacidad del paciente de incorporarse rápidamente a su actividad y menor recurrencia, según Donald Wilson (1981), Nystrom B. (1987), Caspar y cols. (1991). Los resultados a largo plazo han sido satisfactorios, con una mínima morbilidad y corta hospitalización.⁷⁹

14.2. ABORDAJE ESTANDAR DE LA HERNIA DE DISCO LUMBAR

14.2.1. Técnica Quirúrgica

El tratamiento quirúrgico de la hernia de disco lumbar es uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentes en la práctica Neuroquirúrgica (Simeone, FA., Abramovitz, J.); cerca de 200.000 discoidectomías lumbares son realizadas en los U.S. A. cada año, las que se han desarrollado en los últimos 60 años con diferentes modalidades de tratamiento.⁸⁰

Uno de los procedimientos quirúrgicos inicialmente utilizados fue la discoidectomía estándar, en los años 70, el cual en sus inicios requería de exploraciones de más de dos niveles, debido a la escasez de medios de diagnóstico. Con el advenimiento de los medios de contraste hidrosolubles de la mielografía, se redujo considerablemente la realización de tales exploraciones, orientada a sólo un nivel gracias, a la exacta localización de la compresión neural. Esta técnica descrita por Melville, R., posee las siguientes etapas:⁸¹

14.2.1.1. Preparación Preoperatoria

La noche anterior a la cirugía los pacientes son instruidos para tomar un baño con jabón antiséptico. En la sala de operación el paciente se colocará en una posición prono, la cual se obtiene mediante la flexión de la cadera y las rodillas en 90°, colocándose sobre un marco de apoyo diseñado de acuerdo a la contextura física del paciente y acomodado con el fin de dejar absolutamente libre la presión abdominal, de lo contrario, los plexos venosos peridurales se ingurgitan y sangran con facilidad. Una vez lograda esta posición, un mejor ajuste de la mesa de operaciones podrá ser llevado a cabo, a nivel de la cabeza, cadera y piernas, de modo que las láminas se separen para facilitar el acceso

14.2.1.2. Identificación del Nivel y del Lado

Se tomará como referencia la tuberosidad ilíaca posterior, teniendo en cuenta que la apófisis espinosa de la primera vértebra sacra está situada a 1 cm. por debajo de la línea transversal que une a ambos tubérculos. La línea que une el borde superior de las crestas ilíacas proveen una relación aproximada del nivel de la columna en el espacio de L4 - L5.

La preparación para identificar el espacio, puede ser hecha de preferencia mediante un tatuaje cutáneo a nivel de la protrusión del disco, usando guía fluoroscópica. Cuando se utilicen guías en la superficie, el deslizamiento por elasticidad de la piel, deberá tenerse en mente, y particularmente en los pacientes obesos, debido a la distorsión causada por el uso de retractores y la alteración en la

flexión lumbar durante la cirugía ; otra ayuda que podría ser empleada es la marca del nivel espinal, en caso que el mielograma se haya realizado recientemente.

14.2.1.3 Incisión

En la mayoría de los casos de hernia de disco, sea lateral o medial, el abordaje deberá realizarse en el lado más sintomático. Rutinariamente, la incisión será longitudinal media y se extenderá aproximadamente sobre 3 apófisis espinosas, la cual permite la localización exacta del espacio, con el fin de permitir una adecuada técnica de iluminación, aunque algunos autores han reportado de acuerdo a su experiencia, que pequeñas incisiones benefician la recuperación postoperatoria. Probablemente por la sensación de mejoría que se produce después de una incisión pequeña, ya que la longitud de la incisión que se extiende por varios procesos espinosos produce una banda de cicatriz que se extiende desde la piel hacia las apófisis espinosas y láminas, determina una escasa flexibilidad y elasticidad del tejido. La longitud de la incisión dependerá del tamaño del paciente y el número de espacios a ser examinados. Pequeñas incisiones podrían incrementar la dificultad de exposición y el riesgo de daño a la duramadre.

En un segundo paso, se incide a través del tejido celular subcutáneo hasta la aponeurosis lumbar ; el retractor de Weillaner se deberá colocar más profundamente y el sangrado ser controlado con el uso de electrocauterio. El cirujano no deberá ser obsesivo de la limpieza de la grasa a nivel de la fascia, ya que esto lleva consigo a incrementar el sangrado, o aún más seriamente, el riesgo de crear un falso espacio que podría llenarse de sangre en el postoperatorio.

Ulteriormente, la apertura de la fascia se hará paralela a la línea media y a 3 mm fuera de ella para permitir una buena sutura, con el fin de realizar el menor daño al complejo ligamentario interespinoso-supraespinoso.

14.2.1.4. Disección

El músculo puede ser disecado por una variedad de métodos. Es preferible la disección subperióstica del músculo ; el uso de periostótomo a presión contra el borde de la espina es útil, de manera que el ligamento espinoso posterior o ligamento supraespinal, el cual es un fuerte cordón fibroso que se extiende sin interrupción a lo largo de las apófisis espinosas de C7 hasta la cresta sacra media, sea preservado. El valor de preservar esta estructura evita la debilidad del soporte ligamentario de la columna.

Los músculos son disecados de la apófisis espinosa y la lámina, con el método bimanual. Una legra o cincel curvo es usado para la retracción de la masa muscular lateral, mientras que el otro es utilizado para realizar una cuidadosa disección, por lo tanto, ésta deberá realizarse sin penetrar en el músculo, pues produciría un mayor sangrado. La disección es llevada lateralmente a exponer la articulación entre la carilla articular superior e inferior.

Posteriormente, es necesaria la localización del espacio por un método fidedigno, esto es mediante la identificación del hueso sacro, para entonces desde allí contar hacia arriba. La localización esquelética deberá ser correlacionada con la alteración mielográfica. Si el sacro no puede ser adecuadamente palpado, o por alguna razón el cirujano no está totalmente satisfecho de este nivel, deberá detenerse en este punto y obtener una confirmación definitiva con una radiografía lateral de la columna lumbar. Una vez que el cirujano está totalmente satisfecho de la propia localización, los retractores del músculo (Beckman, Adson, Scoville, Cloward o Taylor, entre los más recomendables) son colocados en posición para ser insertados lateralmente en la faceta articular.

14.2.1.5. Espacio Interlaminar

La lámina varía grandemente en anchura, angulación y posición, así ocasionalmente el espacio interlaminar es lo suficientemente amplio para permitir la exposición y remoción de la protrusión del disco sin remover la lámina o bien, poco hueso. El espacio interlaminar amplio es visto comúnmente a nivel de L5- S1, y menos frecuentemente arriba de este espacio. El trabajo fuerte de la región ósea, es seguido de una delicada disección del tejido interlaminar, que comprende : el ligamento amarillo, raíz nerviosa y la duramadre.

Cuando se trata de un espacio interlaminar normal, la gubea de Leksell o Kerrison pueden ser útiles para la remoción del borde inferior de la vértebra superior. Si se trabaja en el espacio L5 - S1, podría ser el borde inferior de la lámina L5. Algunos cirujanos prefieren reseca la mitad inferior de la lámina superior, el cual expone el borde superior del ligamento amarillo, luego del cual se toma con una pinza el ligamento y el resto de ligamento es incidido con bisturí No. 11, de mango largo. La incisión deberá ser cautelosa a lo largo de la dirección de las fibras, permitiendo posteriormente introducir entre el ligamento y la grasa epidural un cotonoide para protección de la duramadre y poder continuar la incisión del resto del ligamento, el mismo que se extiende desde la lámina superior a la lámina inferior ; luego se usa una pinza de ligamento para tomar y retirar el espeso ligamento amarillo.

14.2.1.6. Grasa Epidural

Una vez retirado el ligamento amarillo, la grasa epidural es claramente visualizada. Se ha convenido que realmente la preservación de la grasa epidural, especialmente alrededor de la raíz nerviosa, ayudaría a la prevención de tejido cicatrizal epidural dentro de la raíz. Por esta razón, el cirujano procurará la discoidectomía sin compromiso de la grasa epidural, ya que ésta puede ser retraída con una buena visualización de la raíz y la duramadre. No siempre la identificación será posible en presencia de la grasa, si esto sucede, entonces deberá ser retirada.

14.2.1.7. Raíz Nerviosa y Discoidectomía

Una vez que es posible la retracción medial de la raíz, mediante un retractor de raíz (sin filo), con una pequeña presión el disco estará presente. Cuando la protrusión es extensa es mejor evitar retraer la raíz vigorosamente, o bien cuando mucha presión medial se ejerce, es mejor extenderse lateralmente. Una exposición lateral o exéresis parcial generalmente del tercio interno de la faceta puede ser necesaria y esto no es causa de dolor o de columna inestable cuando se realiza aisladamente. La exéresis facetaria bilateral y discoidectomía puede producir inestabilidad y dolor.

De esta manera, los fragmentos del disco pueden ser manipulados lateralmente. Luego con una hoja de bisturí No. 11 es utilizada para realizar una ventana rectangular a través del anillo, extendiéndose desde la exposición más medial a los límites laterales del hueso, comprometiendo la amplitud del disco intervertebral. Forceps de varios tamaños y angulaciones pueden ser utilizados para el retiro de los fragmentos libres del disco. Es necesario el uso cuidadoso del instrumento, evitando penetrar a través del anillo fibroso y el ligamento longitudinal anterior, el cual podría lacerar los grandes vasos localizados en el espacio vertebral anterior, ya que los cambios degenerativos pueden afectar el disco intervertebral y causar ablandamiento del anillo fibroso y ligamento longitudinal anterior. Usualmente estas estructuras son firmes y ofrecen resistencia al penetrar el forceps.

Ocasionalmente, la protrusión del disco esta en la " axila ", entre el saco dural y la raíz nerviosa. La meticulosa disección de estos fragmentos es necesaria para evitar el daño lateral de la raíz nerviosa.

Cuando un fragmento libre protruye debajo del ligamento espinal posterior, en el acto quirúrgico no son evidentes a la inspección usual, por lo que la palpación sobre el ligamento espinal posterior con un disector podría revelar una protrusión, y bien exponer lateralmente lo suficiente como para ser retraído con las pinzas de disco, (ver gráficas anexas).

14.3. MICRODISCOIDECTOMIA EN LA HERNIA DE DISCO LUMBAR

14.3.1. Antecedentes

Yasargil introdujo el microscopio quirúrgico para el tratamiento de la hernia de disco lumbar en 1967. Diez años después reportó una serie de 105 casos que demostraron las ventajas de realizar este procedimiento con el uso del microscopio quirúrgico, debido a su mejor visualización, iluminación, precisa identificación de las estructuras profundas, un campo pequeño y un seguro control del sangrado intraoperatorio mediante la coagulación bipolar. En ese mismo volumen de *Advances in Neu-*

FIGURE . Modified prone position. (Reprinted from Finneson BE: Low Back Pain, 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1981. With permission.)

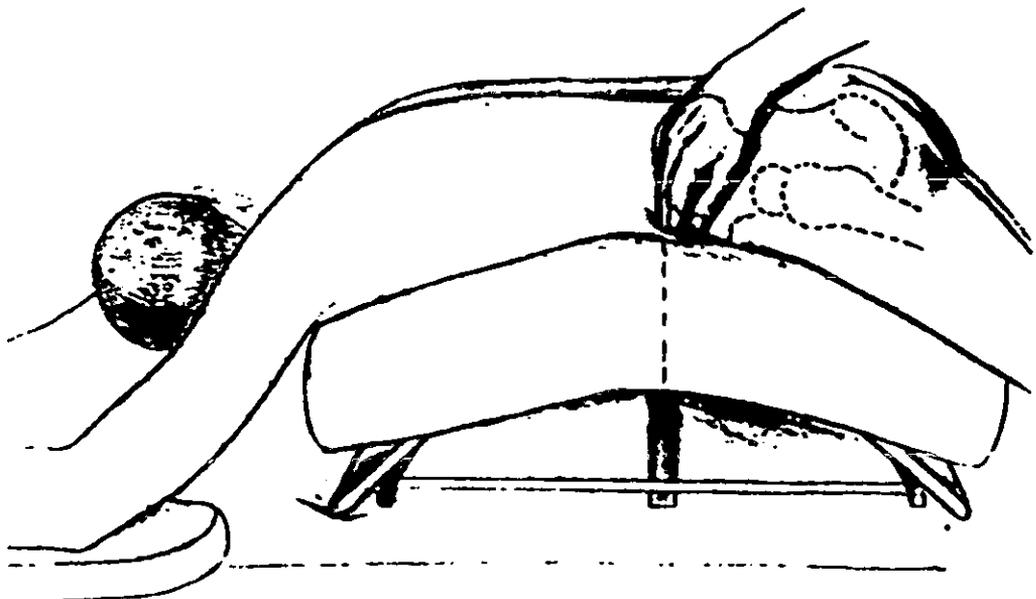
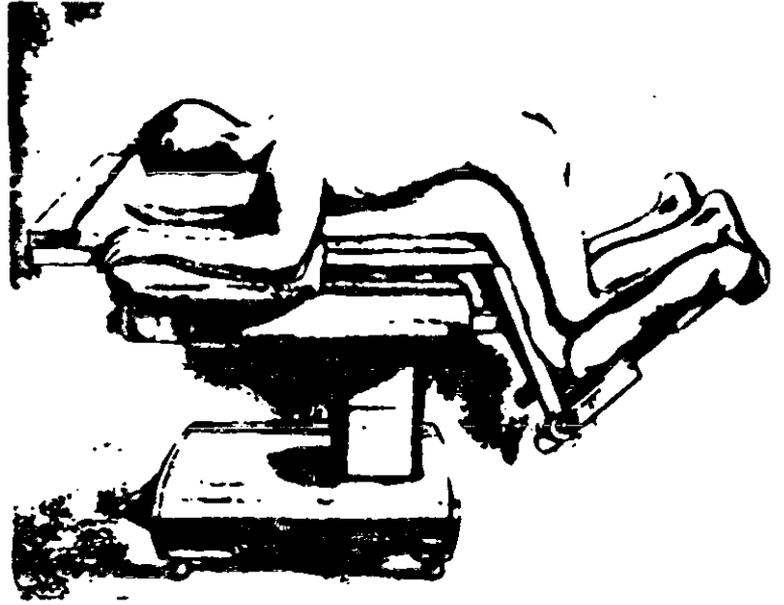


FIGURE Flexion "break" in table or frame at level of iliac crest. (Reprinted from Finneson BE: Low Back Pain, 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1981. With permission.)

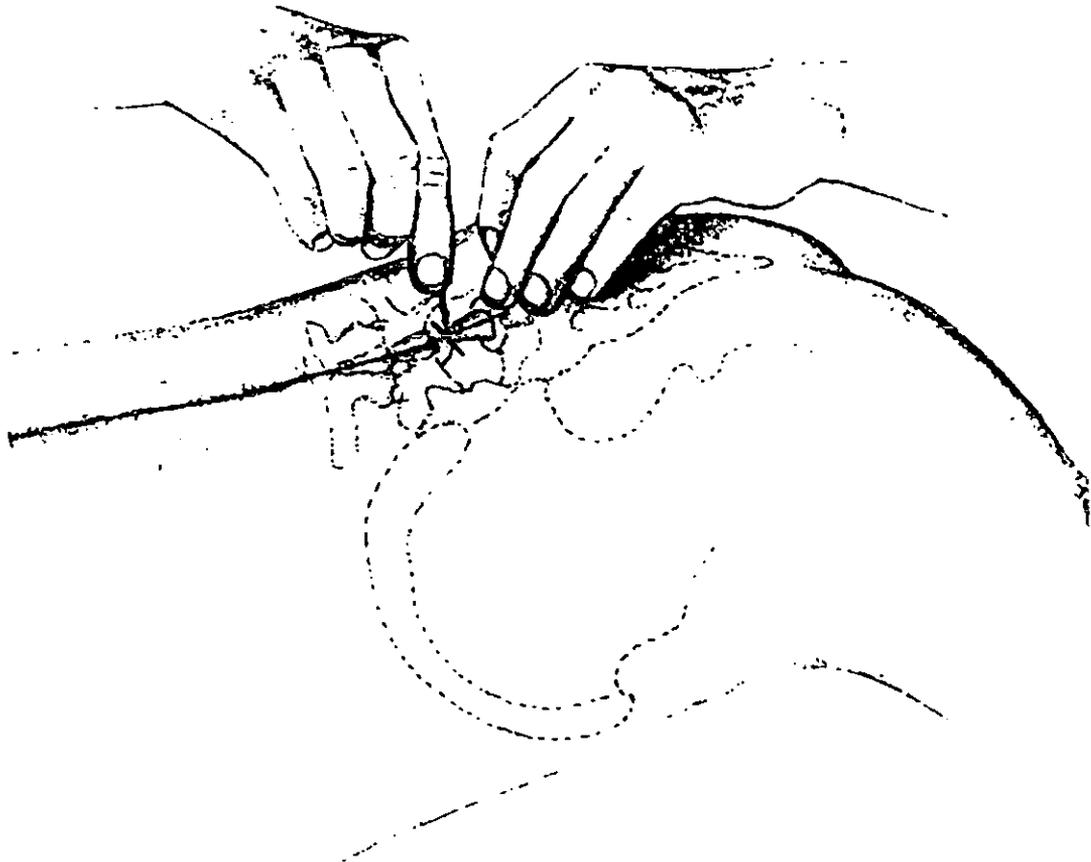


FIGURE The skin is scratched at the "involved" interspinous space. (Reprinted from Finneson BE: Low Back Pain, 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1981. With permission.)

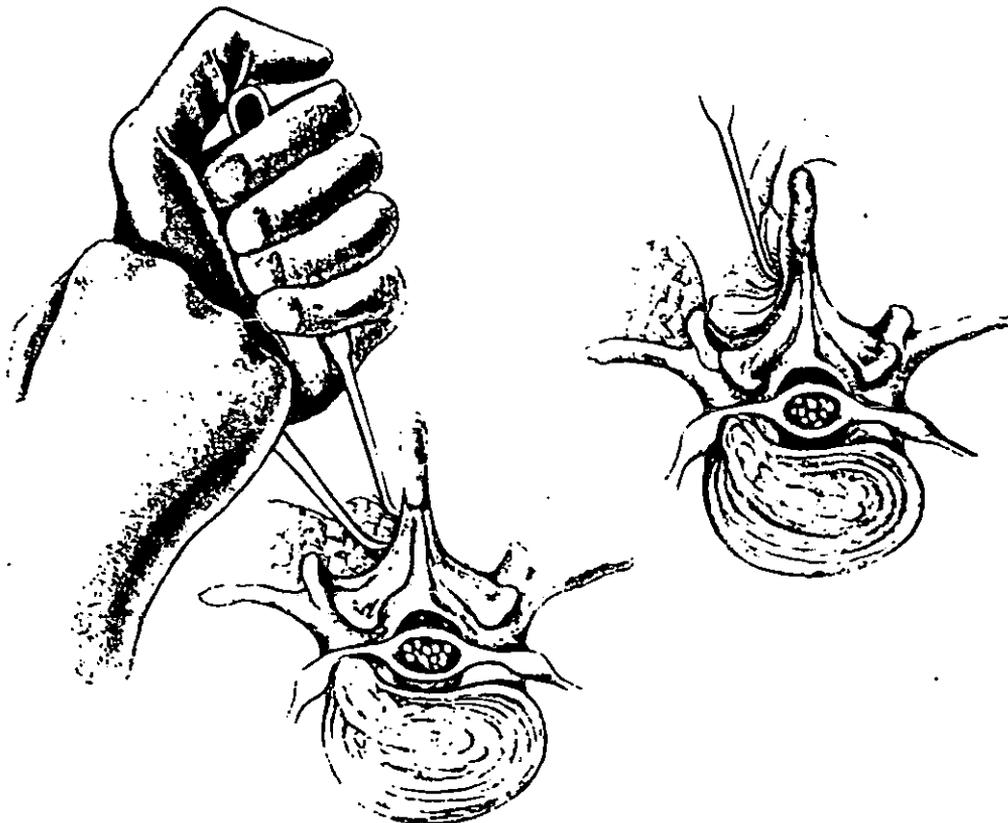


FIGURE Subperiosteal dissection technique. (Reprinted from Finneson BE: Low Back Pain, 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1981. With permission.)



FIGURE . . . The overhanging edge of the superior lamina is removed. (Reprinted from Finneson BE: Low Back Pain, 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1981. With permission.)

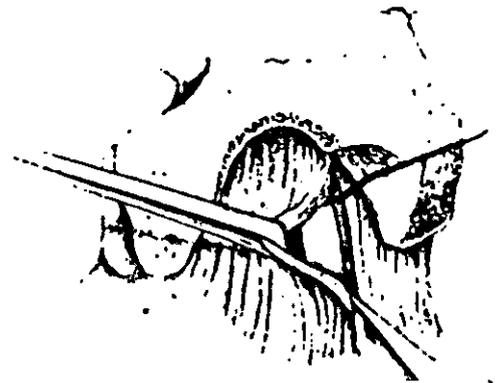
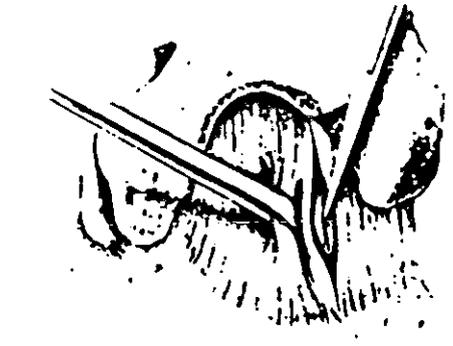


FIGURE . . . The yellow ligament is cut. (Reprinted from Finneson BE: Low Back Pain, 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1981. With permission.)

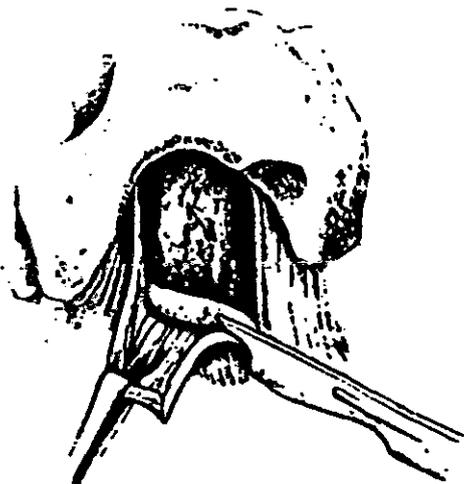


FIGURE . . . The yellow ligament is curetted. (Reprinted from Finneson BE: Low Back Pain, 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1981. With permission.)

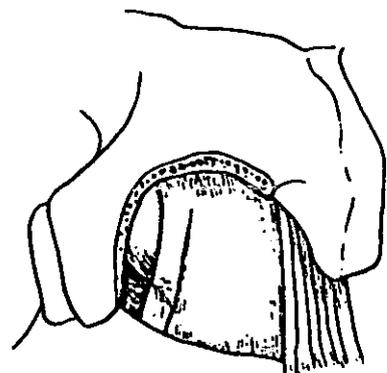
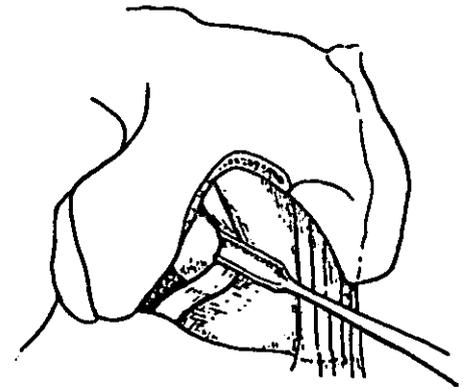


FIGURE . . . (A) Overstretched root and dural sac with an inadequate lateral bony exposure. (B) Very little root retraction is necessary with adequate lateral bony exposure. (Reprinted from Finneson BE: Low Back Pain, 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1981. With permission.)

rosurgery, Caspar reportó sus primeros 102 pacientes con hernia de disco intervenidos mediante un abordaje microquirúrgico, describiendo además una facetectomía medial.

En los Estados Unidos, Malis reportó el uso del microscopio quirúrgico desde 1968 para procedimientos de hernia de disco lumbar. Posteriormente, Williams fue el primero en realizar una descripción detallada del procedimiento en 1978. En 1981, Wilson y Harbaugh reportaron una serie quirúrgica comparativa entre la técnica microquirúrgica y el abordaje estándar. Luego, varios neurocirujanos han reportado estudios comparativos de estas técnicas en el manejo de las hernias de disco postero-laterales.⁸²

14.3.2. TECNICA QUIRURGICA

14.3.2.1. Posición

El paciente se estabiliza en posición de ventral, de rodillas, sin hiperflexión de la cadera ni las rodillas. El abdomen deberá encontrarse libre para aliviar la presión a nivel del plexo venoso de Batson's en el canal vertebral. En esta posición es fácil obtener una radiografía lateral intraoperatoria de la columna lumbosacra.⁸³

14.3.2.2. Identificación del Nivel y del Lado

El nivel de la intervención quirúrgica puede ser marcado previamente a la preparación y colocación de campos. En la mayoría de los casos, el lado del acceso se encuentra predefinido. En la hernia de disco medial el abordaje debe ser preferible del lado más sintomático.

14.3.2.3. Incisión y Exposición del Espacio Interlaminar

La incisión tendrá una longitud aproximada de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de pulgada sobre la línea marcada, junto a la apófisis espinosa, de preferencia que en la línea media. Una disección roma es utilizada para la exposición de la fascia lumbar, la cual es abierta posteriormente en forma curva. Esta incisión en piel y fascia son diseñadas para evitar un menor daño al complejo ligamentario interespinoso-supraespinoso. La disección del músculo se realiza en forma subperiostica, definida al nivel interlaminar expuesto.

14.3.2.4. Acceso al Conducto Raquídeo

El cirujano al inspeccionar el espacio interlaminar decide qué tipo de acceso utilizar al canal vertebral, mencionaremos las siguientes opciones :

Acceso Transligamentario

A través del ligamento amarillo este acceso al canal vertebral es el más sencillo, y en su mayoría más directo hacia la patología.

Si el espacio interlaminar es reducido por cambios degenerativos, otras posibilidades podrían ser necesarias.

Hemilaminectomía Parcial

La hemilaminectomía es un abordaje neuroquirúrgico popular, por el cual la porción inferior de la lámina cefálica es removida antes que el ligamento amarillo.

Muchas veces el acceso microquirúrgico del disco puede ser realizada sin remoción de ninguna lámina.

Abordaje Directo

La base de la carilla articular superior es marcada por el polo inferior de la carilla articular inferior, que acciona como un punto de seguridad. En dificultades de apertura, tales como en pacientes que tienen cirugía previa, esta es segura, la cual conduce al cirujano sobre el problema. Desde esta exposición puede continuarse a lo largo del borde inferior de la lámina cefálica o al borde superior de la lámina caudal.

Acceso a través de la Pars Interarticularis, o Remoción de la faceta Inferior

Este es un método agresivo de entrada, en algunas veces es utilizado para la descompresión en una estenosis foraminal o remoción de un disco foraminal. Este abordaje produce problemas de inestabilidad en este segmento.

14.3.2.5. Extensión de la Exposición Interlaminar hacia la Patología

Con el conocimiento de la localización de la patología en el canal vertebral, un plan de remoción laminar o caudal puede ser realizado, basado en la clasificación anatómica segmentaria por niveles en tres dimensiones, como se ha referido en el capítulo previo de clasificaciones y localización.

14.3.2.6. Raíz Nerviosa

Una vez en el canal vertebral, hallar el borde lateral de la raíz nerviosa utilizando un disector como es la etapa más importante. Después que el borde lateral de la raíz nerviosa es definido, la raíz es retraída medialmente, esto es posible luego de lograr un remoción laminar adecuada, cefálica o caudal, para alcanzar la lesión.

Si no es posible hallar el borde lateral de la raíz nerviosa, se deberá tener en mente las siguientes posibilidades :

1. La presencia de una hernia de disco " axilar " , con un desplazamiento lateral de la raíz nerviosa.
2. Fracaso en la remoción de un osteofito en el borde medial de la faceta superior.
3. Adhesión
4. Raíces anómalas

Instrumentos con filo no deberán ser utilizados en el canal vertebral hasta que el borde lateral de la raíz nerviosa halla sido localizado. Si presenta dificultad, recuerde las siguiente regla básica : *las raíces nerviosas se encuentra intimamente relacionadas a los pedículos*. Si no puede hallar la raíz nerviosa, encuentre el pedículo y la raíz nerviosa se encontrará inmediatamente al lado, y si tiene la raíz nerviosa aislada, inspeccione la región medial de la pared del pedículo que estará lateral a su disector.

14.3.2.7. Retracción de la Raíz Nerviosa

Después de retraer la raíz nerviosa y tener el borde lateral claramente definido, sin tejidos adherentes, la microcirugía como es un procedimiento a dos manos, la una contiene y manipula la raíz y la otra mano opera. Por esta razón, es mejor que el cirujano posea un retractor de raíz, la cual permite justamente posicionar y retraer lo necesario para completar la cirugía.

El objetivo de la cirugía es dejar la raíz nerviosa libre, esta requiere del retiro de la porción evidente del disco extruído, y además incluye la extensión del canal y exploración del foramen.

14.3.2.8. Remoción del Disco

La remoción del disco implica el curetaje del espacio intervertebral. Críticamente este acceso posee los siguientes inconvenientes :

1. No es posible remover todo el material intradiscal de esta manera, no importa que tiempo trabaje el cirujano.
2. En un abordaje agresivo, incrementa el riesgo del daño de las estructuras viscerales, anterior al espacio intervertebral.
3. La incidencia de dolor de espalda bajo producido por un discitis estéril e inestabilidad se incrementa.
4. Aunque hay algunos artículos en la literatura que sugieren que un extenso debridamiento reduce las hernias de disco recurrentes, otros artículos refutan esta posición. En general, solamente un estudio prospectivo razonable, como lo es aquel realizado por Sengler, sugiere que una remoción de disco limitada es todo lo que es necesario.

14.3.3. VENTAJAS DE LA REMOCION LIMITADA DEL DISCO

1. Menor trauma con menor disección.
2. Menor manipulación de la raíz nerviosa.
3. Menos riesgo de infección.
4. Menor riesgo de complicaciones de las estructuras del espacio anterior.
5. Una tranquila recuperación postoperatoria.

14.3.4. RESULTADOS QUIRURGICOS

La técnica de microdiscoidectomía es una disciplina quirúrgica rígida, que trata de preservar la estabilidad y anatomía funcional, cuando una descompresión de disco es requerida. La experiencia postquirúrgica con los pacientes con dolor ciático indican que la estabilidad y alineamiento de la columna lumbar es influenciada importantemente por un adecuado espacio intervertebral. Una exitosa descompresión de hernia de disco se encuentra dirigida a preservar el máximo de volumen de tejido sano, preservar un anillo fibroso competente es necesario para disminuir el riesgo de re-herniación espontánea.⁸⁴

Robert Warren Williams,⁸⁵ de la University of Nevada School of Medicine, Las Vegas, Nevada, reporta en 20 años de experiencia en la técnica microquirúrgica, la recurrencia de hernia de disco en 5.5% de los casos, en una serie quirúrgica de 1051 pacientes. De todas las re-herniaciones, 66% fueron precipitadas por un nuevo trauma lumbar significativo, de las cuales 90% se presentaron dentro de los 9 meses de la microcirugía inicial. Re-herniaciones espontáneas podrían ser vistas en pacientes con un anillo fibroso competente en 1.9% de los casos. A lo largo de la evolución, la presencia de un segunda hernia de disco, en otro nivel no relacionado al previo ocurre en 4.9% de microdiscoidectomías, y 5% de estenosis espinal. Se ha visto que el tejido fibroelástico post-microdiscoidectomía no es competente en su recuperación en un período menor de 9 meses. Por esta razón un rígido manejo postoperatorio es bien justificado, con la eliminación de algunos intentos de rehabilitación física vigorosa.

Tabla 26

RESULTADOS POSTQUIRURGICOS DE LA MICRODISCOIDECTOMIA

PACIENTES		% de 175	% de 1051*
Serie MLD	1051		100
RE-OP MLD	175	100	
Quirúrgicamente "curado" ** (1MLD)	887		84
Quirúrgicamente "curado" ** (RE-OPS)	160	91	
Fracaso Quirúrgico	17	9.1	1.6
Total 18 años MLD "curados"	1034		98.4

*1051 hernias de disco sin cirugía previa, en 20 años de experiencia.

**Quirúrgicamente "curados" en esta serie esta definido a un paciente económicamente productivo, que no requiere el uso de medicación y sin dolor ciático.

Tabla 27

**SERIE DE PACIENTES CON MICRODISCOIDECTOMIA
Y CON REOPERACION**

	PACIENTES	% de 175	% de 1051*
Total Recurrencia de HNP**	58	33.0	5.5
Re-HNP** Espontánea	20	11.4	1.9
Nuevo Nivel de HNP**	31	17.7	2.9
HNP** Nueva Lado Opuesto.	13	7.4	1.2
Fracasos (anterior a 1979)	3	1.7	0.34
Ciática	17	9.7	1.6
Desarrollo de Estenosis Espinal.	53	30.3	5.0

*1051 hernias de disco sin cirugía previa y 175 reoperaciones en 20 años.

**HNP = Hernia del Núcleo Pulposo.

14.4. TRATAMIENTO QUIRURGICO DE LA HERNIA DE DISCO INTRAFORAMINAL Y EXTRAFORAMINAL

La protrusión del disco más allá del margen lateral del conducto espinal, fue identificado en especímenes anatómicos por Lindblom en 1944 por Harris y Mc Nab en 1954. Esta protrusión lateral del disco fue reconocida por Echols y Rehfeldt en 1949, y por McNab en 1971, como fuente en una discoidectomía lumbar fallida, ideando este autor el término herniación de disco lateral extraforaminal. Abdullah, *et al.* en 1974, fueron los primeros en poner su foco de atención sobre la frecuencia de esta condición y la capacidad de la discografía para demostrar esta lesión. William, *et al* estudiaron la utilidad de la tomografía computarizada en la identificación imagenológica en las hernias de disco laterales extremas. En 1987, Fankhauser y De Tribolet reportaron el uso del abordaje lateral para las hernias de disco del extremo lateral con preservación de la apófisis articular.

La terminología utilizada por diferentes autores para describir la protrusión del disco que pasa por el agujero intervertebral y lateral al mismo ha ido variando. Términos no anatómicos o descriptivos han sido utilizados para describir la protrusión del disco en esta región como son : " *extreme lateral*", " *Lateral Disc Types 1 ,2 and 3* ", " *far lateral*", " *laterrally herniated* ", y " *lateral and true far lateral*". Esta falta de uniformidad para lograr una terminología uniforme invariablemente ha causado confusión y dificultad para estandarizar los resultados. Esto en lo particular es muy importante en lo que respecta a la localización de la protrusión del disco, porque el abordaje quirúrgico va a depender de la posición de la protrusión del disco y su relación con la apófisis articular y la terminología debe ser basada preferentemente con las relaciones anatómicas de la protrusión del disco.

La protrusión del disco extraforaminal (EFDP) es particularmente interesante debido a que el abordaje quirúrgico en esta lesión esta determinado por nuestra capacidad de hacer un diagnóstico preoperatorio exacto. Antes de la tomografía computarizada y de la resonancia magnética, rutina-

riamente se utilizaba el término de diagnóstico : protrusión de disco lumbar ; las hernias de disco extraforaminales rara vez eran identificadas, y si eran encontradas, fueron producto de la cirugía exploratoria, en la cual la apófisis articular posterior era retirada durante la búsqueda de esta lesión.

En la actualidad, es posible los abordaje directos a la región extraforaminal sin dañar la apófisis articular y sin interferir con las estructuras dentro del canal o el agujero intervertebral. Varios reportes sobre el manejo quirúrgico en esta región han sido difundidos últimamente, los cuales mencionaremos :⁶⁶

14.4.1. ABORDAJE INTERTRANSVERSO EN LAS HERNIAS DE DISCO EXTRAFORAMINALES

14.4.1.1. Técnica Quirúrgica

Con el paciente bajo anestesia general, colocado en posición de decúbito ventral, se hace una incisión en la línea media centrada o paramedial sobre el segmento a ser explorado. La fascia toracolumbar es incidida a lo largo de las apófisis espinosas sobre el lado del disco protruido y los músculos paravertebrales son disecados de la apófisis espinosa sobre la lámina unilateral, extendido por arriba y por abajo del espacio vertebral comprometido, para facilitar la retracción de los músculos lateralmente. La apófisis transversa de la vértebra por arriba y por abajo de la protrusión del disco es expuesta a través de la disección de la musculatura paravertebral. Los músculos accesorios son separados de los cuerpos mamilares para reducir el riesgo de lesión de la cápsula de la apófisis articular. Las ramas posteriores de la arteria lumbar pueden ser localizadas en esta etapa y cauterizadas utilizando la coagulación bipolar.

La disección y limpieza de todos los tejidos blandos de la lámina, pars interarticular, apófisis articular y apófisis transversa es importante para no interferir en la identificación de referencias anatómicas durante la exposición de las raíces nerviosas. El ligamento intertransverso podría no ser claramente identificado lateralmente en esta región ; pero sí medialmente, cercano a la pars interarticularis, es observado el margen lateral del ligamento amarillo. Un paquete neurovascular que consiste en el ramo posterior de la raíz nerviosa y el brazo posterior de la arteria lumbar pueden ser ahora vistos, pasando a través del espacio del ligamento intertransverso y el borde libre del ligamento amarillo. El abordaje del disco extraforaminal es a través de este espacio, el cual se encuentra ocupado por tejido adiposo y el paquete neurovascular anteriormente mencionado. En este acceso el ligamento intertransverso es separado del tercio medial de la apófisis transversa tanto arriba y abajo, y reflejado lateralmente. Una remoción de la lámina del hueso cortical del margen infero-medial de la apófisis transversa superior es realizado, liberando así el origen tendinoso del músculo psoas. Trabajando en dirección medial, una remoción podría requerirse afectando la porción lateral del pedículo por encima de la protrusión del disco. Posteriormente, el ligamento amarillo es removido mediante el uso del corte. Debemos tener presente que la extremidad lateral del ligamento amarillo se extiende más allá del margen lateral de la pars interarticularis, el cual posee una relación posterior con la raíz nerviosa en la salida del agujero intervertebral. No es necesario remover ninguna porción de la pars interarticularis ya que en la EFDP, la pars interarticularis y la apófisis articular son preservadas.

Así la emergencia de la raíz nerviosa a través del agujero intervertebral en este momento es identificada por debajo y lateral de la protrusión del disco. Se deberá tener mucho cuidado en la disección de la raíz nerviosa dado que se encuentra generalmente cubierta de una vaina dural y por tejido adiposo. Además, fibras de tejido conectivo contribuyen al anclamiento medial de la raíz nerviosa a las estructuras espinales y al efecto compresivo de la protrusión del disco al no permitir moverse libremente fuera del disco protruido. Un disector puede ser pasado a lo largo de la porción postero-lateral del nervio, levantando el tejido conectivo y liberando al nervio. En esta etapa es posible retraer la raíz nerviosa lateralmente y ganar acceso bajo la protrusión del disco. En la mayoría de los casos, los fragmentos secuestrados del material del disco suelen estar localizados medial y anterior a la raíz nerviosa, cuya remoción provee un amplio acceso al espacio intervertebral. Al ser incidido el anillo fibroso, el núcleo pulposo puede ser removido mediante la introducción de pinzas de exé-

sis de disco en dirección antero-medial. Generalmente no es necesario realizar una laminectomía para completar la evacuación del núcleo pulposo intervertebral.

Si la apófisis articular esta hipertrofica, la excisión de la porción cefálica de la faceta superior podría ser necesaria para exponer la raíz nerviosa al cruzar el espacio intervertebral, aunque esto solamente en ciertos pacientes. Al existir patología concomitante tales como estenosis espinal, podría requerir una cirugía estándar o bien realizarse un plan quirúrgico combinado, con una discoidectomía intertransversa primero y luego una discoidectomía completa con una laminectomía y/o viceversa.

Fig. 11

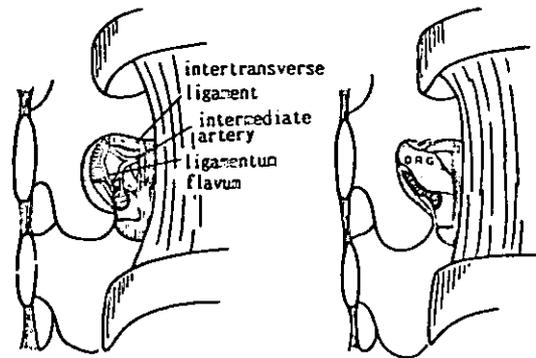
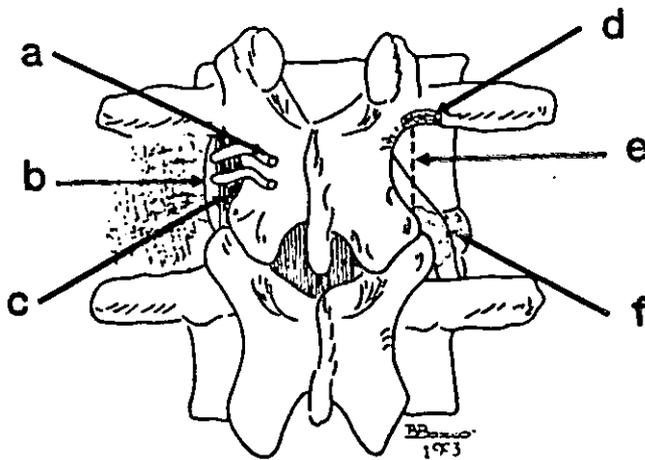


Fig Lateral fenestration DRG = dorsal root ganglion

Figure Surgical anatomy of extraforaminal disc protrusion and intertransverse approach. a = neurovascular bundle. b = free edge of intertransverse ligament. c = ligamentum flavum. d = medial inferior edge of transverse process excised. e = ligamentum flavum removed. f = spinal nerve with underlying sequestered disc protrusion.

14.4.1.2. Resultados

Es relativamente frecuente la presencia de hernia de disco intraforaminal y extraforaminal, se ha reconocido la presencia de esta en un 6.7% y 9.6% por Melvill y Segnarbieux⁸⁷ respectivamente. Su diagnóstico preoperatorio correcto es muy importante, dado que un inadecuado procedimiento quirúrgico podría ser realizado y terminar en un fracaso, se deberán tomar especiales precauciones en el diagnóstico y seleccionar adecuadamente el procedimiento quirúrgico, ya que la raíz nerviosa a este nivel requiere de una suficiente y particular descompresión.

Dentro del marco estadístico, las hernias de disco extraforaminales son más frecuentes en la 6^{ta} década de vida, afectando en su mayoría los niveles superiores de la región lumbar, en especial con los dermatomas L3- L4 y L4- L5. Un índice alto de sospecha clínica, como lo refiere Abdullah, *et al.*, es apoyado en los hallazgos clínicos, que han sido definidos por Melvill R., *et al.* y Segnarbieux y cols., que son: la presencia de un síndrome radicular lumbar superior, con dolor intenso (posiblemente debido a la compresión del disco al ganglio dorsal), e incrementados por los movimientos laterales, alteraciones sensitivas (25%), así como debilidad muscular del cuádriceps en un 17% de los casos con afección de los niveles de L3 - L4, y ausencia del reflejo rotuliano en un 57%.

En el pasado, varias técnicas neuroradiológicas fueron utilizadas para la valoración preoperatoria : discografía, flebografía , inyección del medio de contraste en las raíces nerviosas y la mielografía, las cuales no demostraron utilidad para el diagnóstico de la lesión en este nivel. El uso de la tomografía axial computarizada, la disco - computed tomography, y en especial la IRM, son actualmente recomendadas en la evaluación de EFDP por su significativa exactitud en la mayoría de los casos.

Foraminotomías intervertebrales y facetectomías totales fueron ampliamente realizadas en el tratamiento de la hernia de disco del " *extreme lateral* ", pero estas técnicas determinaban un infortunado trastorno estructural. De esta manera, con el fin de preservar las apófisis articulares y la pars interarticularis de la lámina, procedimientos como la descompresión lateral o intertransversa han sido propuestos en la actualidad.

Los resultados quirúrgicos obtenidos y reportados por Segnarbieux y cols. en 29 casos de descompresión por hernia de disco foraminal y extraforaminal a través de una descompresión lateral, han demostrado resultados excelentes en el 45% de los casos, buenos en el 45%, moderado en el 1% y pobre en el 3% ; de igual modo, Melvill *et al.* establece excelentes resultados en 85% de los casos, libres de dolor a nivel de la pierna ; 7.5% con mínimas molestias y 7.5% con escaso beneficio de la cirugía. De esta forma, en la actualidad, a la luz del conocimiento anatómico y con un exacto diagnóstico preoperatorio, cirugías de menor invasión son propuestas y redefinidos conceptos previos para asegurar una adecuada rehabilitación del paciente.⁶⁸

14.4.2. ALTERNATIVAS QUIRÚRGICAS EN EL MANEJO DE LAS HERNIAS DE DISCO INTRAFORAMINALES Y EXTRAFORAMINALES

Así mismo, reportes de otros procedimientos quirúrgicos han sido efectuados para varias condiciones patológicas que comprometen las raíces nerviosas foraminales. Briggs,⁶⁹ en sus investigaciones sobre la patología y el tratamiento de las raíces nerviosas foraminales, que implican lesiones con: 1. Disminución del espacio foraminal secundario a la disminución del espacio del disco intervertebral, 2. Extensión de la porción posterior del cuerpo vertebral, 3. Herniación del disco intervertebral sobre el espacio foraminal, y , 4. Material nuclear impactado dentro del foramen migrado de algún lugar distante de la herniación. En su manejo, realiza foraminotomías intervertebrales y facetectomías totales entre las opciones más usadas en su tratamiento, aunque estas técnicas podrían producir un infortunado trastorno, requiriendo posteriormente de fusión espinal.

Procedimientos quirúrgicos que permiten preservar la apófisis articular y la pars interarticularis de la lámina se han descrito ; así, técnicas de hemilaminectomía osteoplástica han sido establecidas por Kondo en 1952 y desarrolladas por Kiritá y Hattori en los procedimientos estándar de hernias de disco. Procedimientos similares como es la fenestración lateral, fue desarrollado primero por Scoville en 1965, introduciendo luego Osgood este procedimiento como un técnica de rizotomía. Zindrik, Mc Cullock, Reullen, Kaneda y Moriyama han reportado excelentes resultados con este técnica en las hernias del " *extreme lateral* ". Ray y Lec también han utilizado este técnica para estenosis foraminal. De este modo, Jun- Ichi Kunogi y Mitsuo Hasue, en sus reportes en el manejo desde 1985 de las hernias de disco extraforaminales e intraforaminales, en las que el diagnóstico fue previo a la cirugía , han reportado procedimientos acorde a la localización de la hernia de disco y/o patología concomitante, presentado excelentes resultados clínicos, y sin la presencia de inestabilidad postoperatoria.

La selección de estos procedimientos quirúrgicos están determinado por los siguientes factores : seguridad en el diagnóstico preoperatorio, la presencia o ausencia de patología intraespinal, las condiciones alrededor del agujero intervertebral y la inestabilidad preoperatoria o postoperatoria posible. De esta forma, las siguientes técnicas, descritas por Kunogi y Hasue,⁹⁰ fueron aplicadas en 26 pacientes de los cuales 8 presentaron hernia de disco intraforaminal y extraforaminal, en 18 tuvieron compromiso de las raíces nerviosas foraminales asociadas con las siguientes patologías : 12 con espondilosis lumbar, 4 con espondilolistesis degenerativa, 1 con osificación del ligamento amarillo y 1 con escoliosis congénita. Dichas técnicas son :

14.4.2.1. Fenestración Lateral

Este método está indicado para los casos en los cuales la compresión de la raíz nerviosa está localizada externa a la región intraforaminal o extraforaminal. En este procedimiento la porción lateral de la pars interarticularis y una porción superior y lateral de la apófisis articular son removidas con el fin de descomprimir el foramen lateral. El mérito de este procedimiento es que la descompresión puede ser lograda mediante una resección mínima de la apófisis articular, mediante la remoción de la porción medial del ligamento intertransverso y el ligamento amarillo del agujero intervertebral, cuando la hernia de disco está localizada en la región extraforaminal.

Posterior a la exploración de la porción lateral de la unión articular y a la base de la apófisis transversa, por un abordaje medial, la resección de la pars interarticularis de la lámina y de la porción lateral de apófisis articular son removidas mediante el uso de una fresa de diamante de varios milímetros, para facilitar el retiro de la porción restante con el uso de la pinza de Kerrison. En esta etapa, el ligamento amarillo es retirado, conllevando a la visualización de la raíz nerviosa el ganglio dorsal comprimido caudalmente por el disco herniado o el anillo degenerado localizado bajo el pedículo. En ciertos casos, la adhesión o compresión ocasionalmente causa dificultad para identificar la raíz nerviosa afectada, en tales casos, es necesario remover la porción infero-lateral del pedículo con una fresa de diamante hasta obtener una visión clara de la raíz nerviosa desviada cefálicamente. Hernias de disco, osteofitos del cuerpo vertebral, abombamientos del anillo pueden ser resecados. En casos de estenosis foraminal, la porción lateral o superior de la apófisis articular y ligamento amarillo son removidos con una pinza de Kerrison o una cureta para agrandar el foramen intervertebral.

14.4.2.2. Descompresión del Receso Lateral mediante una Facetectomía Medial y una Fenestración Lateral

Es posible, para preservar la pars interarticularis de la lámina, una facetectomía medial con fenestración lateral en los casos que se demuestran una compresión de la raíz nerviosa a nivel del receso lateral y/o región foraminal. La presencia o ausencia de la alteración del receso lateral son confirmados en la cirugía en los casos de compromiso de la raíz nerviosa foraminal tratados por fenestración lateral.

14.4.2.3. Hemilaminectomía Osteoplástica

Con el uso de un osteotomo o una sierra para hueso, se realiza un corte a través del centro de la apófisis espinosa, seguida de la resección de la pars interarticularis, de la cápsula de la apófisis articular y del ligamento amarillo. Este procedimiento desarticula temporalmente la lámina unilateral y la apófisis articular inferior; posteriormente, la porción medial y superior de la apófisis articular superior y el ligamento amarillo son removidos con el fin de obtener una mayor visualización del foramen. Es importante obtener un corte de la pars interarticularis lo más proximal posible para obtener un mejor visión en este procedimiento y se deberá tener mucho cuidado en proteger el tejido neural al introducir un elevador a nivel del espacio epidural. Luego de remover el disco herniado, el osteofito o el abombamiento a nivel del anillo, es realizada la reconstrucción y fijación de la lámina. Para fijar la lámina resecada y la apófisis espinosa, un pequeño tornillo puede ser utilizado a nivel anterior y alambre en las porciones restantes. Un alambre a nivel del segmento transversal podría ser utilizado en quienes una laminectomía osteoplástica bilateral fue realizada. Este método es especialmente útil cuando el agujero intervertebral, como en L5 - S1, está cubierto por el hueso iliaco, ya que se hace difícil realizar una fenestración lateral en este nivel. Es también útil en los casos de hernia de disco u osteofitos a nivel intraespinal, conllevando a un atrapamiento de la raíz nerviosa intraforaminal y del receso lateral al mismo nivel.

14.4.2.4. Foraminotomía Intervertebral

Este procedimiento es recomendado cuando existe dificultad para determinar si la lesión es intraespinal o foraminal. Es necesario resecar la pars interarticularis de la lámina con el fin de descomprimir el foramen lo suficientemente. Para el atrapamiento de la raíz nerviosa céfalo-caudal o circunferencial, descomprimir osteofitos de la vértebra y la porción inferior del pedículo, un osteotomo, para adicionalmente resecar los elementos posteriores.

14.4.2.5. Facetectomía Total

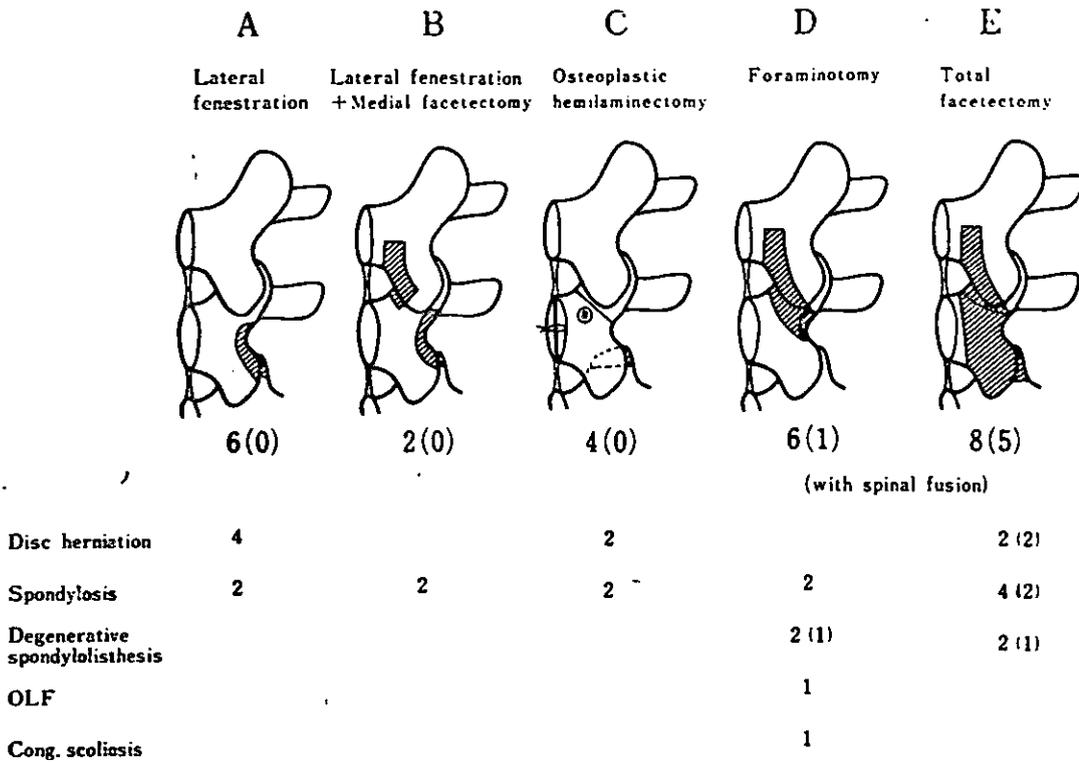
En los casos con diagnóstico preoperatorio de inestabilidad espinal, tales como en espondilolistesis degenerativa sujetos para fusión espinal e instrumentación, no es posible aplicar los métodos selectivos para descompresión anteriormente mencionados. En estos casos, una facetectomía total logra una absoluta descompresión, completando la apertura del agujero intervertebral.

14.4.2.6. Fusión Espinal

En casos con diagnóstico preoperatorio definitivo de inestabilidad, o en los casos en los cuales una facetectomía total o resección de pars interarticularis fue realizada, una fusión espinal puede hacerse, excepto en pacientes mayores de edad. La fusión espinal no puede ser realizada en aquellos pacientes que fueron tratados por fenestración lateral o hemilaminectomía osteoplástica. Entre varias técnicas de fusión espinal, pueden ser seleccionados los siguientes métodos, considerando el grado de inestabilidad, edad y nivel de actividad diaria de los pacientes: fusión posterolateral, fusión intervertebral lumbar posterior con o sin instrumentación espinal (sistema de tornillos pediculares) y fusión facetaria combinada con fusión de las apófisis espinosas.

En conclusión, mediante estos procedimientos quirúrgicos citados, la hernia del "extreme lateral" puede ser tratada mediante fenestración lateral o hemilaminectomía osteoplástica sin fusión espinal concomitante; se han obtenido resultados quirúrgicos satisfactorios, sin la presencia de inestabilidad, cuando una adecuada evaluación preoperatoria es realizada para las lesiones de las raíces nerviosas de la región foraminal.

Fig. 12



OLF = ossification of the ligamentum flavum

14.5. DISCOIDECTOMIA LUMBAR PERCUTANEA

14.5.1. ANTECEDENTES

El concepto de descompresión del núcleo, bajo visualización directa y remoción de la porción protruida del disco, no es nuevo. En 1951, Hult reportó el tratamiento del dolor de espalda bajo y ciático en 30 pacientes, mediante la fenestración del anillo fibroso a través de un abordaje retroperitoneal. El abordaje percutáneo postero-lateral para biopsia del cuerpo vertebral fue primeramente descrito por Craig. En 1973 Kambin y Gellman reportaron la realización de discoidectomías mediante la combinación de una descompresión dorsolateral percutánea y una laminectomía lumbar convencional. Concretamente, la descripción de la técnica y el término de nucleotomía percutánea fue utilizado primeramente por el japonés Sadahisa Hijikata. Desde entonces, varios autores como son Kambin, *et al.* (1983), Hoppenfeld (1983), Friedman (1983), Schreiber y Suezawa (1988), han hecho el procedimiento más popular en los Estados Unidos. El primero en reportar las complicaciones de la discoidectomía percutánea lateral fue Blankenstein, *et al.* (1988), el cual reporta una infección en el espacio intervertebral. Onik, *et al.* describieron en 1985 describieron la técnica de aspiración por sonda para la nucleotomía percutánea, mediante una cánula curva con un nucleotomo flexible (Surgical Dynamics, San Leandro, California), con buenos resultados. Con la introducción de la técnica automatizada, aproximadamente 30.000 de estos procedimientos han sido realizados en los U.S. sin ninguna mortalidad, su morbilidad primaria consiste en discitis en un 0.2% de los casos.⁹¹

14.5.2. ANATOMIA QUIRURGICA

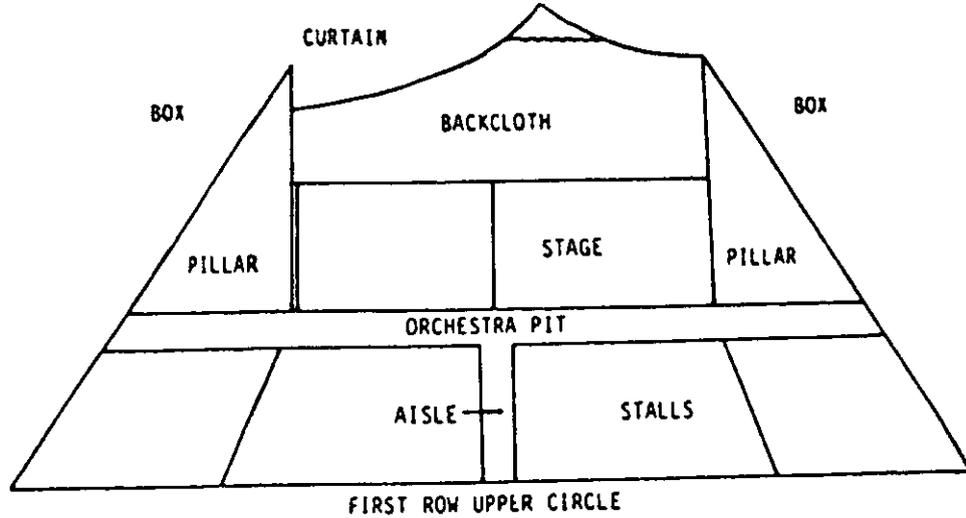
Estudios en cadáveres de la región postero-lateral de la región lumbar han sido realizados por Shepperd J.A.N.,⁹² para el entendimiento de la cirugía percutánea del disco. Determinando así el recorrido lateral de la raíz nerviosa lumbar, definido desde el borde caudal del pedículo a la superficie cefálica de la apófisis transversa inferior (o ala del sacro para L5). Visto en un ángulo de 45o, en posición posterolateral, él lo compara al interior de un foro de un teatro, el cual es visto desde el círculo superior, en donde la fila frontal corresponde al ligamento transversal, los palcos del lado izquierdo y derecho son los bordes mediales de las apófisis transversas. En el recorrido de la raíz nerviosa del lado derecho, el escenario es el cuerpo vertebral (mitad derecha), y el disco intervertebral (mitad izquierda). El telón es el saco dural, la cámara del techo se encuentra formada por las facetas superior e inferior con la unión capsular. Las casillas se encuentran divididas por un pasillo (vena lumbar), drenando hacia la platea de la orquesta (vena iliolumbar), en frente del escenario. Una proporción considerable de las casillas se encuentra ocupada por la vena ilíaca común, con la arteria debajo y otras estructuras profundas retroperitoneales en la base. La estrella del espectáculo es la raíz nerviosa, que entra desde el ala derecha con el ganglio dorsal, el cual borra el telón vecino al pedículo. Un manto o plexo venoso, cruza diagonalmente por el frente del escenario y se disipa sobre la orquesta, para desaparecer debajo del palco del lado izquierdo. La raíz, sale por el ala del escenario izquierdo, en donde podría presentar una hernia de disco. Esta deja la mitad izquierda del escenario (principalmente el disco intervertebral) virtualmente libre, incluso mucho más, si las piernas y la columna son flexionadas, cuando la raíz reduce la tensión y es retirada ligeramente avanzando por la apófisis transversa (o el ala del sacro). Un reflector desde el dorso del escenario es proyectado hacia esta área descubierta, anunciando otros personajes en el espectáculo percutáneo : el acceso de tubos e instrumentos.

Los detalles de la anatomía son relevantes para ser considerados también en las radiografías antero-posterior y lateral. (ver gráficas anexas)

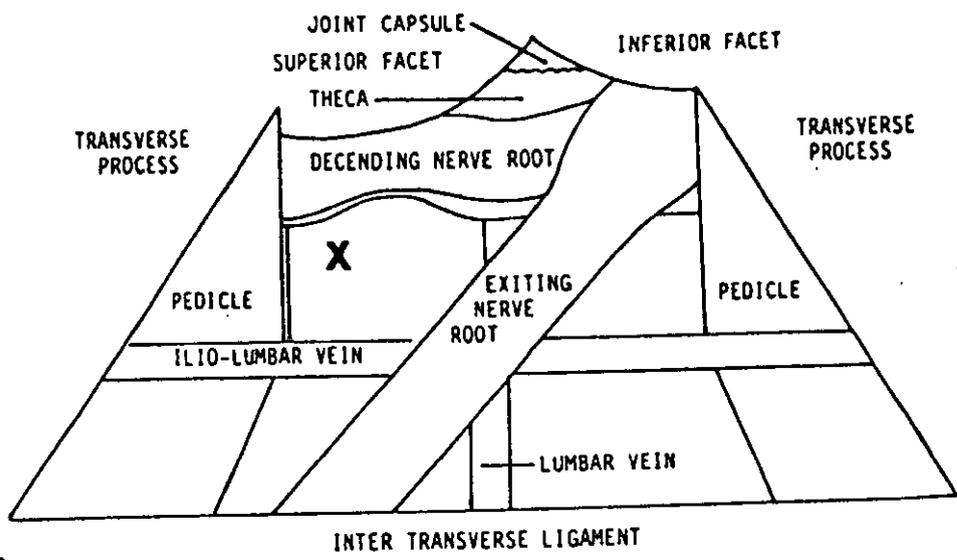
14.5.3. SELECCION DE LOS PACIENTES

Las premisas fundamentales en la cual la técnica de descompresión lateral se basa, son las siguientes :⁹³

1. En la presión axial que comprime el tejido nuclear hacia la periferie del el disco, contra las fibras periféricas del anillo, y contra las fibras del ligamento longitudinal posterior, como causa de herniación. En este caso puede ser útil este procedimiento, dado que al reducir la presión, consecuentemente reduce el dolor.

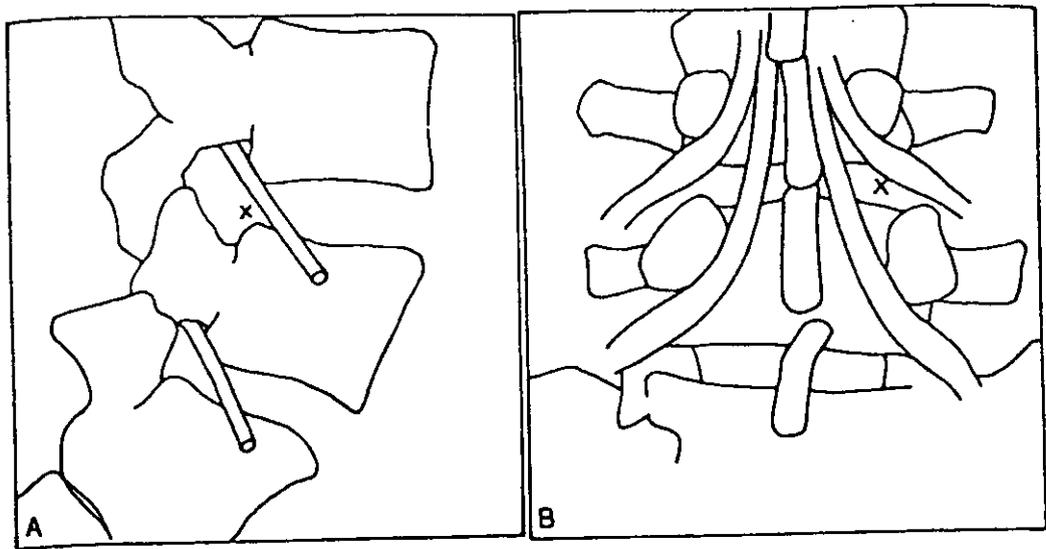


A



B

FIGS. (A) Stylized view of theater interior seen from the upper circle. (B) Analogous arrangement of the anatomy of a lateral spinal passage of a right lumbar nerve root, viewed from the 45° postero-lateral position used for percutaneous access. Anterior to the transverse process is the retroperitoneal space with vital structures, which can be damaged; the approach should aim at "X" posterior to the exiting root and anterior to the descending root, which is usually affected by disc protrusion.



FIGS. (A) Lateral view and (B) AP view of roentgenogram outline showing position of exiting nerve root. The image intensifier tube must be tilted to produce perpendicular projections in both planes. The target for disc entry should be the lower half of the disc in line with the pedicle (AP view) and posterior vertebral body (lateral view) at "X" for L4-L5.

2. En la **descompresión**. Es mejor si el fragmento del núcleo esta proyectado al espacio inter vertebral.
3. Un buen resultado puede ser logrado si existe una **contrapresión** en contra de la protrusión, es decir, que la tensión de los ligamentos no se encuentren completamente alterados, o el disco extruído.
4. Un abordaje postero-lateral puede ser simple, relativamente atraumático y externo al canal vertebral.

Por tanto, el punto más importante para el éxito del procedimiento quirúrgico, es una adecuada selección del paciente.

Los siguientes criterios deberían ser considerados en un paciente candidato para este tipo de procedimiento :

1. Protrusión del disco en la región lumbar el cual produce compresión neural.
2. Dolor ciático persistente.
3. Fracaso al tratamiento conservador que consiste en reposo en cama, analgésicos, antiinflamatorios, terapia física e inyecciones epidurales.
4. IRM, TAC o Mielografía que confirme la protrusión del disco.
5. Dolor de espalda bajo crónico con evidencia definitiva de protrusión del disco en el nivel correspondiente.

La mayor contraindicación de este procedimiento es la evidencia de un fragmento de disco extruído. Freis, *et al.*, determinaron que las hernias que comprometen el saco dural en un 50% o más, de estas un 90% son diagnosticadas como secuestro. Una segunda contraindicación relativa, en algunos centros, ha sido la lesión localizada a nivel de L5-S1, debido a la dificultad de abordar el espacio intervertebral, y/o en el cual el ángulo de la hernia de disco puede ser obtuso.

14.5.4. TECNICA QUIRURGICA

Treinta años han transcurrido desde que Sadahisa Hijikata⁹⁴ propuso la técnica de nucleotomía percutánea para el tratamiento de las hernias de disco, a través de la cual ha coadyuvado al desarrollo de nuevas técnicas y procedimientos de mínima invasión para el manejo de las hernias de disco. Dicha técnica se resume en las siguientes etapas :⁹⁵

14.5.4.1. Cuidados Preoperatorios y Posición

La preparación o medidas de asepsia y antisepsia, es igual a los procedimientos quirúrgicos abiertos de columna vertebral, el cual puede ser realizado en una sala quirúrgica o radiológica. El uso de fluoroscopia de control es indispensable. El paciente es colocado en posición de decúbito lateral derecho o izquierdo en hiperflexión o en decúbito ventral, para explorar la región lumbar, generalmente hacia el lado sintomático, aunque en la práctica muchos prefieren el lado izquierdo, por la facilidad de inserción de los cirujanos con lateralidad manual derecha.

14.5.4.2. Entry Point

El blanco o " *entry point* ", es seleccionado mediante el uso de una fluoroscopia de control. El centro del disco es relativamente fácilmente detectado en los niveles de L3-L4 y L4-L5., el cual determina el punto de entrada en la piel y la inclinación necesaria para alcanzar este nivel, el cual usualmente es localizado entre 8 a 12 cm lateral a la línea media. En los casos de L5-S1, es más complejo, una valoración tridimensional usualmente es necesaria, el punto de entrada en la piel es cercano al nivel de L4-L5.

14.5.4.3. Anestesia y Punción

Anestesia local con xilocaína es inyectada a nivel de la piel, a nivel de todo el recorrido de las estructuras paradiscales, 30 ml. de xilocaína generalmente son necesarios para una analgesia exitosa, y así lograr realizar un procedimiento favorable y sin dolor. Un cuadrado de 1 cm alrededor del área del " *entry point*" se requiere de anestesia intradérmica y subcutánea es recomendable.

Una aguja No. 19 canulada es dirigida en un ángulo entre 50o a 60o en el plano sagital por un abordaje posterolateral hacia los espacios e L3-L4 y L4-L5. Una inserción oblicua es realizada para el nivel de L5-S1, la cual no es exitosa según Hijikata en aproximadamente 70% de los casos, debido a la presencia de la cresta ilíaca. En caso de existir sangrado a nivel de la aguja, esta deberá ser redirigida. La presencia de dolor radicular a nivel de la pierna es un signo de una inadecuada punción que indica irritación de la raíz nerviosa

Después de haber alcanzado el nivel del disco, 2 - 3 ml. de xilocaína son inyectados alrededor del disco. Una vez que la aguja ha perforado el disco, la punta de la aguja es colocada a nivel del centro o la porción media del mismo. Una radiografía antero-posterior y lateral es realizada en esta etapa, para documentar la correcta posición de la aguja.

14.5.4.4. Discografía

La introducción de material radiopaco y contraste azul es inyectado a nivel del disco. Por el uso de contraste azul en este sitio, el material del núcleo es visualizado y confirmado. Una o dos gotas de azul de metileno y 4 ml. de Conray⁶⁰ son inyectados a nivel del núcleo para que el color de este contraste con el del anillo fibroso blanco o amarillo. La cantidad del material de contraste varía entre 1 - 1.5 ml. a nivel del disco degenerado, entre 3-5 ml. podrían ser inyectados en un disco grandemente degenerado o protruido. Estudios radiológicos antero-posterior y lateral serán realizados para comparar con los preoperatorios.

14.5.4.5. Inserción de las Guías y Cánulas

Inmediatamente una incisión de 5 mm es realizada a nivel del " *entry point* ", y una cánula piloto de 5 mm de diámetro es dirigida hacia el disco y localizada a nivel de las capas externas del anillo fibroso, siendo retirada así la aguja de la discografía. De esta manera otra guía larga y delgada es insertada sobre la guía piloto a través de una acción de torsión, cuando la primera cánula alcanza el margen del disco, una segunda es insertada mediante la misma acción, al igual que una tercera. Finalmente, una gran cánula, con un diámetro de 4 mm es colocada mediante el mismo mecanismo, esta posee algunas veces resistencia por el espesor y los músculos dorsales. Durante este procedimiento el paciente podría presentar dolor debido lesión de la raíz nerviosa o vascular.

14.5.4.6. Manejo de la Cánula y Corte del Anillo Fibroso

Una vez que una cánula grande ha sido insertada, un instrumental de corte es colocado cuidadosamente en el margen del disco, y utilizado para abrir una ventana. Una imagen de control fluoroscópica es utilizada en esta etapa y determina la penetración en el disco y mirar que el corte del anillo no se encuentra fuera del margen de seguridad. Así, posteriormente los forceps son insertados para remover el disco, ayudados de solución salina. El retiro del material del núcleo usualmente no es doloroso, pero si las fibras anulares son extraídas puede ocurrir la presencia de dolor y servir de advertencia para no lesionar porciones periféricas del disco. Entre 1 - 3 g. de contenido de disco puede ser extraído. Una maniobra de succión puede ser agregada, mediante la acción de una jeringa de 30 - 50 mm., con presión negativa para que más material de disco pueda ser extraído. Finalmente, la cánula es retirada rápidamente, y un parche adhesivo colocado a nivel de la piel.

Signos radiculares, particularmente el de Lasègue realizado en la mesa de operación al final del procedimiento presentan en algunos casos, con una ligera sensación dolor a nivel de sus piernas o en la espalda, los cuales mejoran posteriormente (ver gráficas anexas).

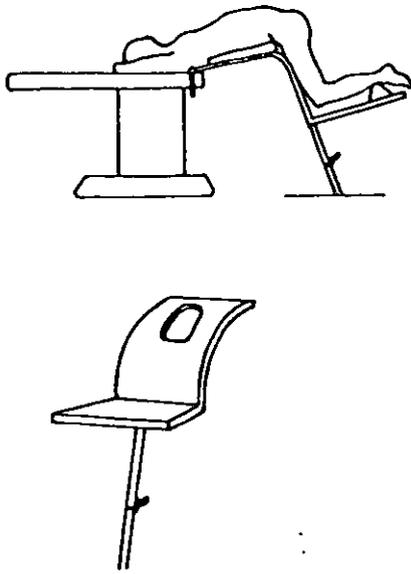


FIG. The special table attachment used for percutaneous procedures (see text).

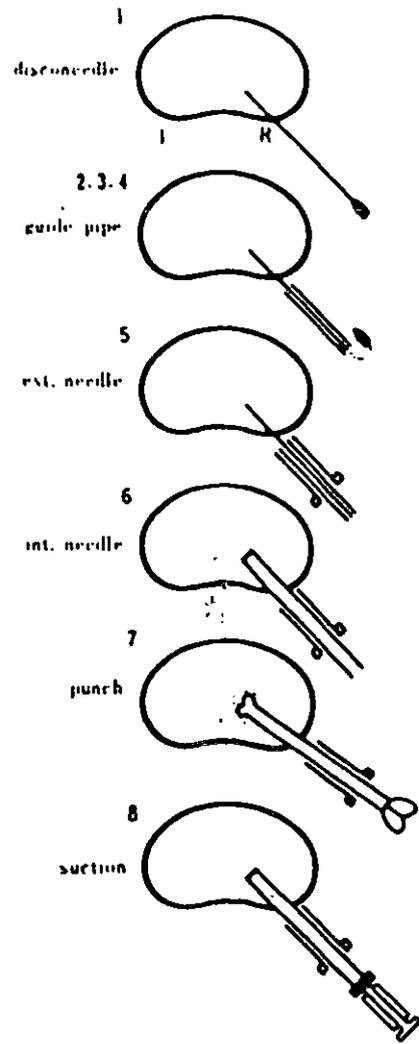


FIG. A diagrammatic representation of percutaneous nucleotomy (5, ext. needle = cannula; 6, int. needle = annulus cutter).

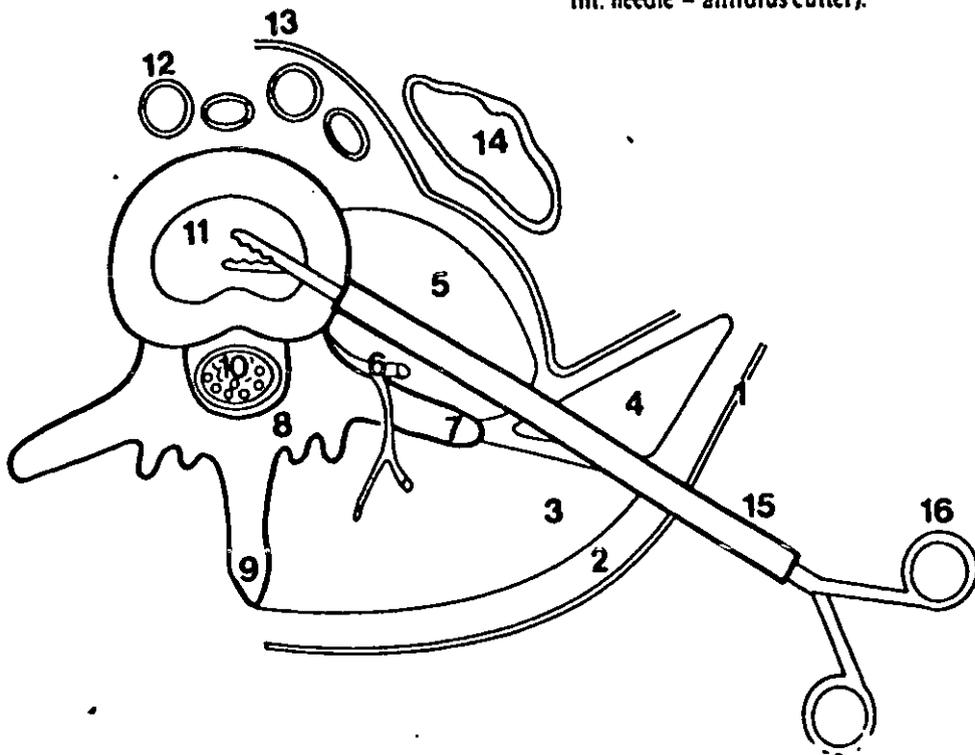


FIG. Anatomical structures and instrumentation associated with percutaneous posterolateral lumbar discectomy: (1) skin, (2) lumbar fascia, (3) sacrospinalis muscle, (4) quadratus lumborum muscle, (5) psoas muscle, (6) spinal nerve, (7) transverse process, (8) lamina, (9) spinous process, (10) dural sac containing the cauda equina, (11) 4-5 intervertebral disc (nucleus pulposus surrounded by annulus fibrosus).

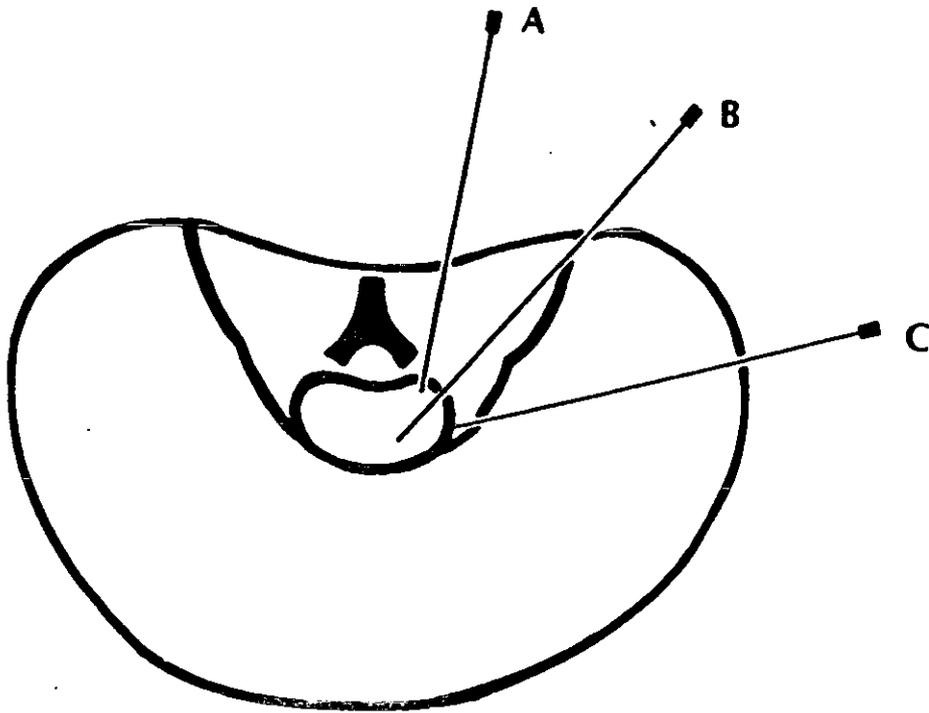


FIG. (A) The correct positioning of the needle. (B) and (C) Improper introduction of the needle.

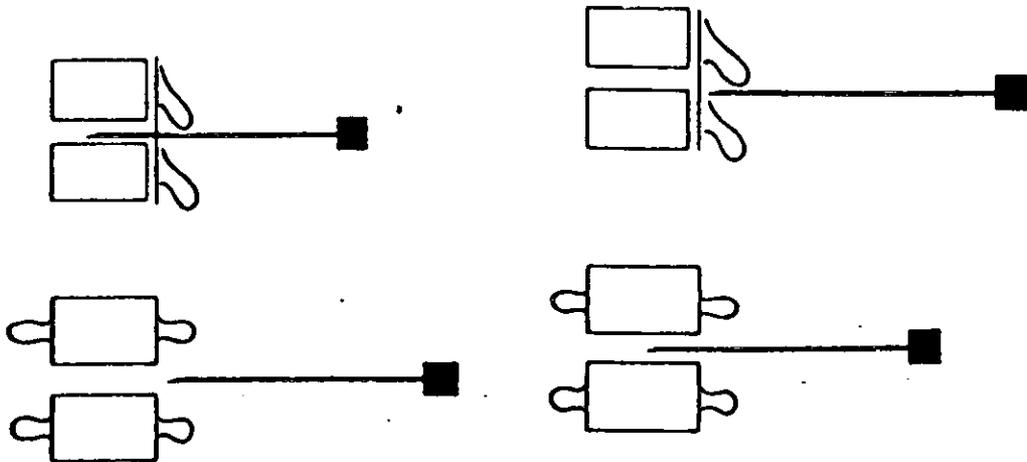


FIG. Incorrect vertical insertion of the needle.

FIG. Incorrect horizontal insertion of the needle.

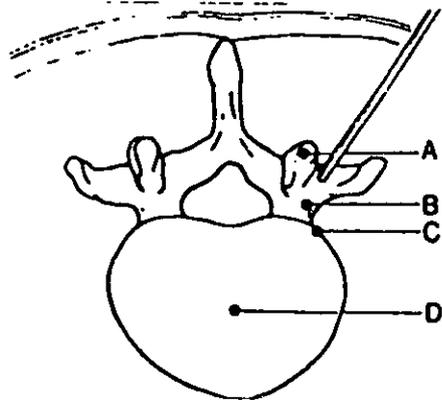


FIG. Diagnostic probing includes systematic examination of the following structures: (A) facet joint, (B) subfacet perineurial root zone, (C) casing of the annulus, and (D) center of the disc. Stimulation is by direct pressure from the probe tip and/or injection of anesthetic. Diagnostic triad is positive when (1) an abnormal structure is identified, (2) stimulation of the structure reproduces the patient's complaint, and (3) anesthetization of the structure abolishes symptoms.

14.6. DISCOIDECTOMIA PERCUTANEA AUTOMATIZADA A NIVEL DE L5 - S1

Gary Onik, Joseph Marron y William Davis,⁹⁶ describieron en 1985 el uso de una cánula curva flexible, para la realización de la nucleotomía mediante aspiración en los niveles de L5 - S1, por la limitación existente en la descompresión percutánea convencional, debido a la presencia anatómica de la cresta ilíaca, desarrollando así una nueva técnica de discoidectomía percutánea - automatizada. La técnica es la siguiente :⁹⁷

14.6.1. TECNICA QUIRURGICA

La selección del paciente para la discoidectomía percutánea automatizada a este nivel, prácticamente es la misma para la discoidectomía percutánea convencional. El cirujano puede calcular el blanco (entry point), mediante el uso de fluroscopia o mediante el uso de TAC, a través del uso de medidas exactas de su escala. Usualmente esta se encuentra a 10 cm. de la línea media por encima de la cresta ilíaca, la cual conduce a nivel central y ligeramente posterior del disco. Si el "entry point " seleccionado por TAC es demasiado lateral, puede ser redirigido hacia el disco con el uso de la cánula curva, medialmente a la cresta ilíaca determinado por fluroscopia, es dirigido en sentido a una línea tangencial y hacia fuera de la unión sacro-ilíaca.

Una aguja No. 22 de biopsia es utilizada primeramente, dirigida hacia el espacio intervertebral, por la cual un trocar No 18 recto o una cánula flexible es colocada a través de esta aguja, deflexionada sobre el plano superior del sacro. Una vez confirmado que el trocar se encuentra en un posición anterior en el disco mediante fluroscopia AP y lateral, una cánula curva con un dilatador en su interior es conducido hacia el anillo fibroso. Cuando la cánula se encuentra contra el anillo, el trocar puede ser retirado, y la cánula deslizada hacia el anillo en un ángulo apropiado para alcanzar la trayectoria correcta para el centro del disco. Si el ángulo del trocar es excesivo, en este caso este puede ser anclado firmemente contra el anillo y la cánula curva puede ser dirigida en dirección apropiada. Una vez colocada correctamente, el dilatador es retirado y colocado una trefina cortante en su lugar, para luego poder realizar a través de la cánula la nucleotomía mediante aspiración.

La cánula generalmente posee 6 pulgadas de longitud y 3.5 mm de diámetro, y 9.5 pulgadas de radio de curva. Su interior es de teflón (Dupont, Wilmington, Delaware), con un manguito con el cual provee una segura aspiración. La cánula se encuentra asociada a un dilatador de 2 mm de diámetro, que en su porción final se extiende aproximadamente 3 mm. En general, entre las ventajas de la cánula curva, permite los cambios de dirección y facilita el acceso en aquellas áreas de difícil acceso como lo es en L5 - S1.

14.6.2. RESULTADOS

Varios estudios prospectivos multidisciplinarios han sido realizados para evaluar la seguridad de la nucleotomía percutánea convencional y automatizada.

Hijikata,⁹⁸ en 12 años de experiencia, reporta de un total de 136 pacientes, con un 72% de casos con resultados entre excelentes y buenos y un 28% de fracasos, el cual correlaciona un mejor pronóstico en aquellos paciente jóvenes (< 25.3 años vs > 32.2 años), en quienes una significativa cantidad de material de disco fue removido (1.59 g vs 0.82 g), y con hernia de disco protruida, en relación a aquellos con un significativo prolapso. Otros autores como, Kambin,⁹⁹ Parviz, *et al.*,¹⁰⁰ quienes popularizaron la técnica en los U.S., en un estudio prospectivo de 100 pacientes, reportaron 87% de casos exitosos, los cuales posteriormente retornaron a sus empleos y 13 % fracasaron con esta técnica, quienes requirieron de un nuevo procedimiento quirúrgico. Así también, Shepperd, *et al.*,¹⁰¹ reportan un 79% de éxitos, y Stern Mark¹⁰² un rango de 87.5% de buenos resultados.

Mediante el uso de la técnica percutánea automatizada, con el uso de cánula de aspiración flexible, Onik, *et al.*¹⁰³ en 30 casos con hernia de disco a nivel de L5-S1 reportan una remoción exitosa en un 90% de los casos, con una considerable seguridad en el procedimiento. De la misma manera, Marron, *et al.*¹⁰⁴ han demostrado una baja morbilidad, con excelentes resultados en 70% de los casos, mediante criterios de selección del paciente de forma adecuada, los cuales reemplazan en forma potencial a los procedimientos quirúrgicos abiertos, dado a su importante decremento en costo,

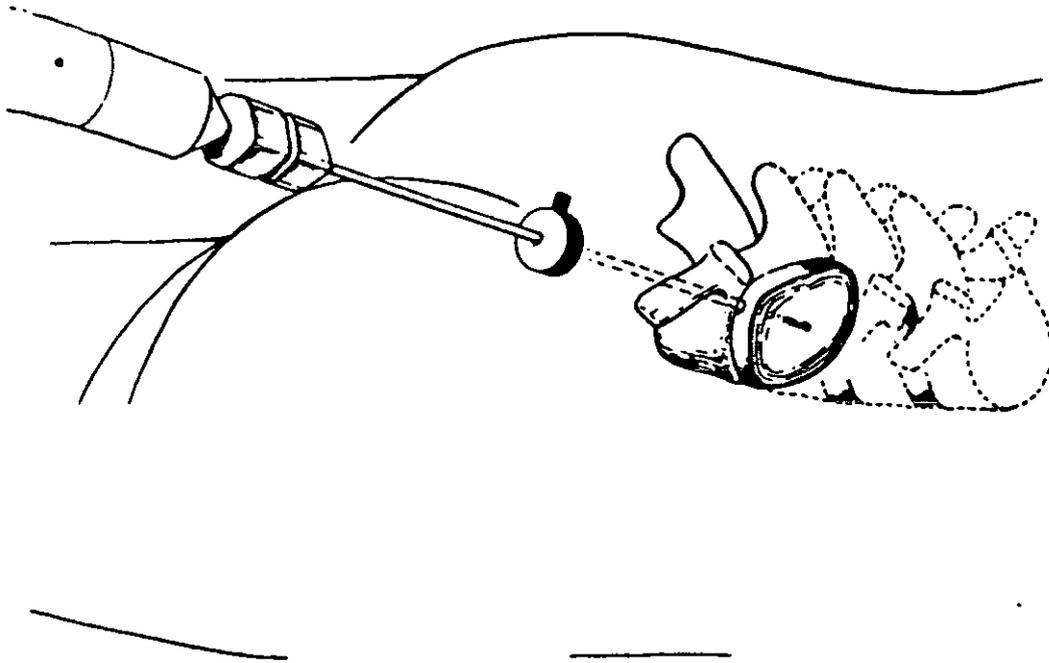


FIG. This diagram shows the posterolateral approach that the Nucleotome takes to the disc space.

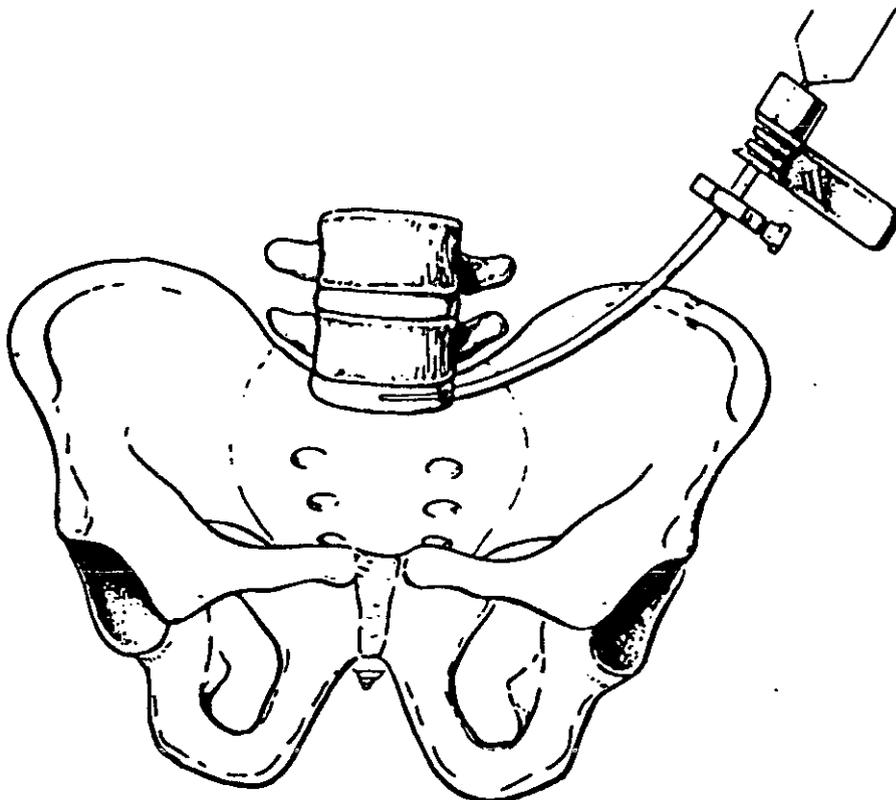
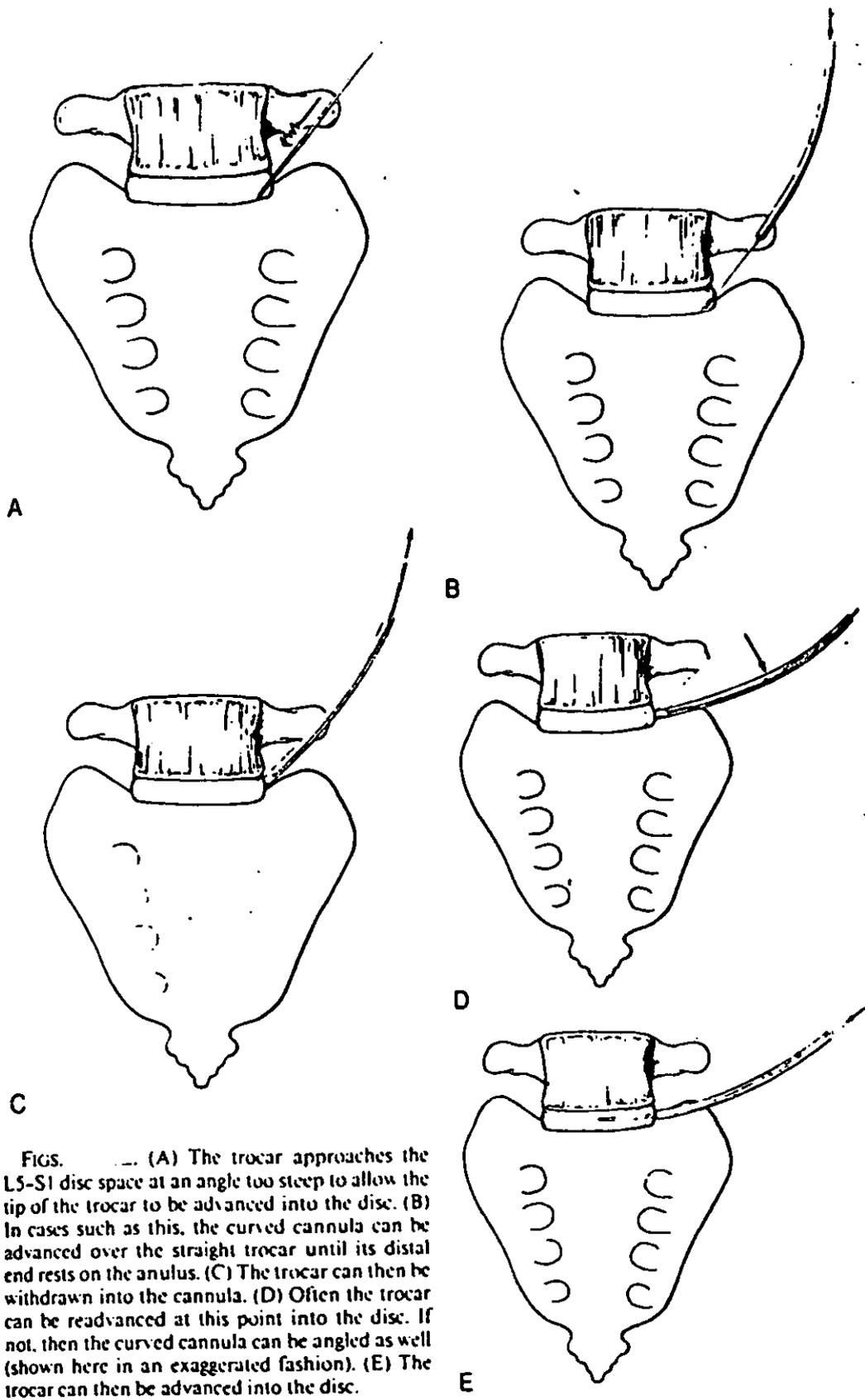


FIG. A diagrammatic representation of the Nucleotome going through the curved cannula. The probe is flexible enough to take the curve of the cannula and still operate. The curve brings the probe back into the plane of the L5-S1 disc, eliminating the obstruction by the sacral end plate.



FIGS. (A) The trocar approaches the L5-S1 disc space at an angle too steep to allow the tip of the trocar to be advanced into the disc. (B) In cases such as this, the curved cannula can be advanced over the straight trocar until its distal end rests on the annulus. (C) The trocar can then be withdrawn into the cannula. (D) Often the trocar can be readvanced at this point into the disc. If not, then the curved cannula can be angled as well (shown here in an exaggerated fashion). (E) The trocar can then be advanced into the disc.

tiempo de hospitalización, morbilidad del paciente y rehabilitación postquirúrgica. Davis, *et al.*,¹⁰⁵ en una serie de 200 pacientes presentaron en un estudio prospectivo con un seguimiento de más de 6 meses, en 155 pacientes (77.5%) resultados exitosos y 45 pacientes (22.5%) de fracasos, sin significativas complicaciones, las cuales mediante el apoyo y planeación por TAC previene de lesiones a nivel de la región retroperitoneal (ver gráficas anexas).

14.7. QUIMONUCLEOLISIS

Posterior al conocimiento biológico de la quimopapaína introducido por Jansen y Balls en 1941, en 1963, Smith fue el primero que reportó su uso clínico en el tratamiento en las hernias de disco lumbares, siendo luego ampliamente utilizado en Canadá, Gran Bretaña, Francia, Alemania y los Estados Unidos. Desde 1975 estudios a doble ciego fueron realizados en America para determinar su eficacia, subsecuentemente, investigaciones realizadas por los laboratorios Frazer, Smith Laboratories, Travenol Laboratories y principalmente por la United States Food and Drug Administration (FDA), autorizaron finalmente su uso en 1982.¹⁰⁶

14.7.1. FARMACOLOGIA Y MECANISMO DE ACCION

La quimopapaína es un extracto de látex o enzimas proteolíticas de la papaya, la cual posee características antigénicas que pueden precipitar reacciones alérgicas en el organismo. Actúa sobre el complejo proteoglicanos - agua del tejido nuclear, que interfiere a nivel de la cadena de glucosaminoglicanos en la capacidad de absorber agua, lo que a través de la hidrólisis reduce la presión sobre la raíz nerviosa, sin afectar directamente al colágeno.¹⁰⁷

A excepción de la inyección en el espacio subaracnoideo, la quimopapaína posee un amplio margen de seguridad entre la dosis terapéutica efectiva y la dosis tóxica, sin complicaciones locales si esta es correctamente realizada.

14.7.2. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Las indicaciones de la quimucleolisis no difieren de todas aquellas referidas previamente para la intervención en cirugía abierta y la nucleotomía percutánea. Entre algunos hallazgos significativos que pudieran ser sugestivos de una mala respuesta y/o contraindicar este procedimiento, son los siguientes.¹⁰⁸

1. Hernia de disco grande (mayor del 50% en su diámetro sagital en la IRM o CT).
2. Forma pediculada del disco o fragmentado (determinado a nivel de un corte sagital o coronal).
3. Migración de un fragmento de disco.
4. La presencia de calcificaciones, aire a nivel del fragmento del disco, osteofitos.
5. Estenosis espinal, la cual podría exacerbarse posterior a la inyección de quimopapaína.
6. Cirugía previa.
7. Pacientes con alteraciones concomitantes de inestabilidad o compromiso de la unión articular.
8. Pacientes con historia de hipersensibilidad a la ingestión de alimentos que contienen quimopapaína (cerveza, queso y algunas pastas de dientes).
9. Hernia de disco en varios niveles.
10. Lesión neurológica de causa no definida.
11. Mujeres embarazadas.
12. Dolor de naturaleza no orgánica.

14.7.3. TECNICA QUIRURGICA

14.7.3.1. Manejo Preoperatorio

Para un adecuado manejo en este procedimiento primeramente es necesario identificar aquellos pacientes de riesgo a la anafilaxia, mediante la aplicación de un test cutáneo para anticuerpos de quimopapaína, lo cual permite un alto nivel de confiabilidad en este abordaje, aunque la incidencia reportada es el 0.35%, siempre debe ser considerado un programa de profilaxis, con el cual se reduce significativamente este problema.

14.7.3.2. Abordaje Lateral

Con el paciente colocado en posición de decúbito lateral, se selecciona el espacio intervertebral correcto en abordarse, procediéndose a insertar una aguja aproximadamente a 10 cm de la línea media hacia el disco intervertebral en un ángulo de 45° a 60°, para colocarse la punta de esta a nivel del centro del disco, definido en el tercio medio mediante una radiografía lateral o en una radiografía antero-posterior paralelo a la apófisis espinosa, con la precaución de no introducir hacia el canal vertebral, agujero intervertebral o el espacio subaracnoideo. De esta manera, se realiza una discografía con el uso de medio de contraste confirmando la posición, y finalmente se inyecta la quimopapaína activa en una dosis de 0.75 a 1.0 m.¹⁰⁹

14.7.3.3. Manejo Postoperatorio

Una de las etapas más importantes en la quimonucleólisis, es el reconocer la variedad de respuesta de los pacientes posterior a este procedimiento. Aproximadamente el 20% de los pacientes presentan inmediatamente un dolor de espalda significativo (*"espasmo de la espalda"*), mucho mayor que después de un procedimiento quirúrgico, el cual usualmente se resuelve entre unas pocas horas a unos pocos días, y puede ser manejado con esteroide intravenoso o intramuscular. El 80% de los casos no presentan un dolor excesivo de espalda, sus síntomas pueden ser controlados con dosis moderadas de analgésicos orales, con el uso corsé, calor local en las primeras semanas de la inyección de la quimopapaína.

La presencia de dolor hacia la pierna es frecuentemente manifestado, de las cuales se han determinado tres tipos de evolución :

1. Desde de una manifestación muy dramática de dolor de pierna, que en la mayoría de los pacientes se resuelven gradualmente.
2. La presencia de calambres a nivel de la pierna y sensación de parestesias, las cuales finalmente desaparecen.
3. Parestesias que con frecuencia persisten por muchas semanas.

Únicamente en un caso, se reporta que existió un incremento dramático del dolor después de la inyección de quimopapaína debido a un disco extruido no sospechado, requiriendo el paciente una rápida intervención quirúrgica.

Es recomendable valorar clínicamente, radiográficamente y/o por TAC al paciente al mes del procedimiento. En aquellos pacientes que han mejorado su dolor de pierna, el signo de Lasègue es negativo y se ha reducido el espacio intervertebral en la radiografía lateral seguramente tendrán un buen resultado. Los pacientes con una discreta mejoría de estos factores, deberán ser observados en uno o dos meses para decidir acerca de una probable intervención quirúrgica. Y aquellos que persisten sin cambios clínicos al mes del manejo con quimopapaína podrían ser considerados como fracasos, requiriendo una inmediata intervención quirúrgica; la mayoría de estos casos presentan una hernia de disco extruida o secuestrada por lo que la intervención microquirúrgica brindaría un importante beneficio, o bien una revaloración del diagnóstico mediante TAC o IRM en caso de requerir una descompresión.

14.7.4. RESULTADOS

Varios reportes de la eficacia de la quimonucleólisis han sido realizados, habiéndose demostrado en un 75% buenos resultados en un seguimiento por un período de dos años, en relación con un grupo placebo (50%) en que se utilizó inyección de solución salina, sustentado por Fraser.¹¹⁰ De la misma manera, McCulloch, J., Marron, J., Onik, G.¹¹¹ refieren un 70% de éxito, particularmente en pacientes jóvenes, y a nivel de L5 - S1 en todos los grupos de edad. Incluso autores como Smith Lyman en un estudio de 100 casos durante un período de 9 meses de control, ha determinado mejorías notables hasta de un 93%. La correlación entre el grado de descompresión y los resultados clínicos han sido reportados por Konik, *et al.* (1984)¹¹² mediante el uso de TAC en 30 casos, apreciándose considerable reducción del tamaño de la hernia en 23 casos con mejoría clínica después de la quimonucleólisis, determinando además, entre una de las mayores ventajas de esta técnica, no

producir fibrosis epidural en ninguno de los casos de la serie, en contraste con la fibrosis que se presenta en ocasiones como complicación en la cirugía abierta de hernia de disco.

A pesar de los resultados antes mencionados, un reporte de 6 muertes y 37 complicaciones neurológicas graves en los Estados Unidos, en aproximadamente 80.000 procedimientos realizados en alrededor de 18 meses (hacia 1984), sirvieron para socavar a la quimopapaina como herramienta en la práctica clínica. A pesar de la constante controversia, el hecho es que su uso continúa imponiéndose en el tratamiento de algunas de las hernias de disco, que poseen indicación con este tipo de procedimiento.¹¹³

14.7.5. COMPLICACIONES

14.7.5.1. Anafilaxia

Ocurre en 0.35% de los casos, manifestado por una hipotensión sanguínea importante, la cual requiere de un inmediato apoyo para salvar la vida del paciente, mediante el manejo con epinefrina, volumen de líquidos intravenosos, esteroides y antihistamínicos. Su mejor tratamiento es la profilaxis ; un paciente con un test cutáneo positivo es contraindicado para el procedimiento con quimopapaina.

14.7.5.2. Complicaciones Neurológicas

La quimopapaina con o sin medio de contraste a nivel del espacio subaracnoideo es peligrosa. Es extremadamente importante que la punta de la aguja no cruce el espacio subaracnoideo en la inserción hacia el centro del núcleo, si acaso existiera alguna duda de su localización, el procedimiento deberá ser suspendido. Obviamente, si después de la inyección del material de contraste en el disco aparece en el espacio subaracnoideo, existe una conexión entre las dos ; usualmente si no presenta ninguna resistencia en la inyección del medio de contraste en la cavidad nuclear, es probable que no exista comunicación.

La quimopapaina en el espacio subaracnoideo puede causar hemorragia subaracnoidea con complicaciones cerebrales, síndrome de " cola de caballo " , o tardíamente, mielitis transversa. Entre otras complicaciones, se han reportado discitis química e infecciosa (Staphylococcus epidermitis) en bajo grado, y daño a la raíz nerviosa en el momento de la inserción de la punta de la aguja.¹¹⁴

Tabla 28

COMPARACION ENTRE LAS COMPLICACIONES QUIRURGICAS Y LA QUIMONUCLEOLISIS

Complicaciones	Cirugía (%)	QUIMONUCLEOLISIS	
		USA (%)	Europa (%)
Mortalidad	0.3	0.02	0.0
Morbilidad	0.02	0.05	0.04
Graves	0.02	0.05	0.04
Anafilaxia	0.00	0.5	0.06
Menos Graves	2.0	0.03	0.8
General	2 a 3	Muy baja	Muy baja

14.8. DISCOIDECTOMIA LUMBAR ENDOSCOPICA

Varios procedimientos terapéuticos se han desarrollado a partir de nuevas propuestas técnicas y contextos filosóficos. Así, a partir de la discoidectomía percutánea lumbar, descrita por Hijikata en 1975, la cual representó un avance revolucionario en el tratamiento semiinvasivo del dolor vertebral, ha definido el desarrollo en la instrumentación de este procedimiento, con el propósito de reducir el trauma quirúrgico. Scheiber¹¹⁵ mediante el uso de medios ópticos adaptados de los procedimientos artroscópicos, aplicó a partir de 1982 el uso de la discoscopia, con el propósito de un mejor control y remoción del disco mediante visión directa, realizado desde el lado opuesto a la nucleotomía percutánea, determinando con su uso una menor exposición a los RX, mayor seguridad, guiando la aguja mediante el sistema óptico a una posición precisa y logrando un cuidadoso retiro del disco; dependiendo de la posición interna de la hernia, el recomienda el uso de endoscopios angulados de 70 a 120° los cuales podrían ser de mucha utilidad. Los resultados clínicos reportados por Scheiber en 109 pacientes mediante este método fueron entre 65 - 70% excelentes y buenos en relación a 74% de la hemilaminectomía.

En la actualidad muchos de los conceptos de la aplicación y beneficio de la cirugía endoscópica de mínima invasión aún son controversiales, autores como Kleinpeter, *et al.* (1995)¹¹⁶ han reportado en un estudio de 326 pacientes con el diagnóstico de hernia de disco, que posterior a un cuidadoso proceso de selección de pacientes, solamente 4% (13 pacientes) de los casos fueron potencialmente idóneos para discoidectomía percutánea endoscópica lumbar (PELD), de los cuales a 8 casos se les realizó PELD, y de estos el 62.5% presentaron recurrencia dentro de los 6 primeros meses, requiriendo de cirugía abierta adicional, la cual se contrasta con los resultados de la cirugía abierta de mínima invasión con un 90% de éxito; otros autores como Kambin, Yeung Anthony¹¹⁷ han manifestado recientemente que, aunado al empleo de láser, han observado buenos resultados en 80% de los casos. De esta forma, la polémica del beneficio que ofrece esta técnica, gira en torno a la obtención de una mayor experiencia, por el limitado número de pacientes, para obtener resultados que permitan reconocer las ventajas de la aplicación de este procedimiento.

15. TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA EN TERCERA DIMENSION : ANALISIS CUANTITATIVO Y MORFOLOGICO DE LA REGION LUMBAR PARA EL DISEÑO DEL PLAN QUIRURGICO EN LA HERNIA DE DISCO LUMBAR

15.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

En la actualidad, los estudios de imagen han permitido cada vez una mayor exactitud en el diagnóstico, localización y conocimiento de la patología de las hernias de disco, a través del uso de TAC e IRM, permitiendo una selección adecuada de los pacientes que requieren ser intervenidos quirúrgicamente y de la vía de acceso más idónea para su abordaje. Consecuentemente, estos han determinado el desarrollo de nuevos conceptos quirúrgicos, y de diferentes opciones de manejo para las hernias de disco medio-laterales, intraforaminales y/o extraforaminales, por lo que cada vez es más necesaria una mejor información anatómica para realizar un correcto abordaje quirúrgico.

Al momento, debido a sus cualidades, el uso de la reconstrucción tridimensional ha incorporado novedosas y alentadoras perspectivas en la valoración quirúrgica, mediante una precisa correlación analógica y un adecuado conocimiento del volumen y de la métrica de las áreas anatómicas, a través de reconstrucciones con proyecciones dinámicas en las 3 dimensiones del espacio. Particularmente, dentro de la cirugía de la columna vertebral, el tener acceso a un análisis global ha permitido complementar el acervo en el diagnóstico y encaminar su aplicación para delimitar el diseño en el plan quirúrgico en áreas topográficas que anteriormente eran poco definidas y reseñadas en los estudios en 2D, por lo que hemos visto la utilidad de aplicar este nuevo método de estudio en una descripción métrica y analítica de la región lumbar con el fin de conocer la estructura vertebral con este nuevo sistema, para establecer referencias quirúrgicas en las 3 dimensiones del espacio, y aportar a su vez con este conocimiento en el manejo quirúrgico de la hernia de disco lumbar, en especial en aquellos casos en los cuales se requieren de un abordaje más amplio, coadyuvando de esta forma, específicamente con información para aquellos procedimientos quirúrgicos localizados en el "extreme lateral", cuyas recientes descripciones y aplicaciones técnicas a nivel del espacio intertransverso, agujero intervertebral, borde lateral del pedículo, etc. para las hernias de disco intra y extraforaminales, son de difícil valoración y acceso por imagen con estudios en 2D, para lo cual consideramos útil delinear una mayor información técnica con el uso de 3D y contribuir así hacia un abordaje más preciso; la cual también servirá para conocer mejor el patrón morfológico en la población mexicana de la región lumbar; así mismo, dichos resultados permitirán un mejor y seguro manejo de los diversos procedimientos quirúrgicos y de las distintas técnicas de instrumentación utilizados en la cirugía de columna vertebral a nivel de la región lumbar.

15.2. MATERIALES Y METODOS

Entre el mes de marzo y septiembre de 1996 se realizó en 20 pacientes con diagnóstico de síndrome de compresión radicular de la región lumbar secundaria a hernia de disco, captados en el servicio de urgencias y consulta externa del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez de México D.F., un estudio prospectivo morfométrico de los niveles de L3 a L5 en la región lumbar, mediante un análisis en reconstrucción tridimensional, complementándose este estudio con 10 columnas vertebrales, las que fueron proporcionadas a través de la colaboración del Departamento de Anatomía de la Universidad Autónoma de México (U.N.A.M.) para la presente investigación. Del total de casos, 15 fueron del sexo masculino y 15 del sexo femenino, habiéndose excluido previamente del estudio a aquellos casos con antecedentes de trauma u otra patología agregada. La edad promedio de los casos fue de 25 a 60 años, con una media de 38 años; el peso promedio de los pacientes de sexo femenino fue de 56 Kg. y 157 cm. de estatura; en el sexo masculino el peso promedio fue de 70 Kg. y 170.2 cm. de estatura. A todos se les realizaron cortes tomográficos de 2 mm. de espesor con el uso del sistema de tomografía computarizada Somatom Plus, Siemens Medical Systems, Erlangen, Federal Republic of Germany, con una resolución de volumen de 0.12 mm³ y una matriz de representación de 1024 X 1024, tomados mediante el programa de representación tridimensional de superficies con funciones de editor 3D-DISPLAY, mediante SPIRAL XP con un margen de inclinación de 25° del corte respecto a la vertical, desde el borde superior de L3 al borde inferior de L5 para obtener

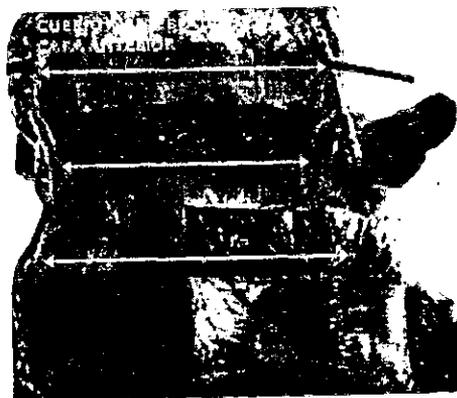
una imagen global de los 3 niveles en proyección, y analizar en la consola de evaluación DMC, a través de recursos cinéticos, reconstrucciones con proyección anterior, posterior, lateral derecha e izquierda, oblicuo derecho e izquierdo, para luego realizar un tratamiento posterior de las imágenes y así disponer de proyecciones axiales independientes en 3D de cada vértebra, para un completo análisis de las características métricas y de las angulaciones de cada una de ellas.

Las diversas proyecciones se enfocaron en diferentes áreas topográficas en relación a posibles accesos quirúrgicos a realizarse en la cirugía de hernia de disco, del lado derecho e izquierdo, obteniéndose 55 parámetros de valoración por cada nivel vertebral, para analizar en las tres dimensiones del espacio cada uno de los componentes anatómicos de la columna vertebral.

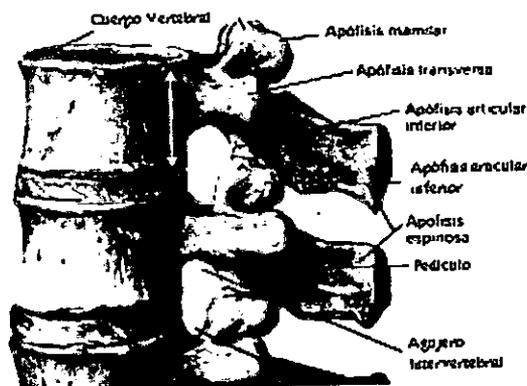
Las mediciones estudiadas mediante la reconstrucción tridimensional fueron las siguientes, a nivel de :

1. Cuerpo Vertebral

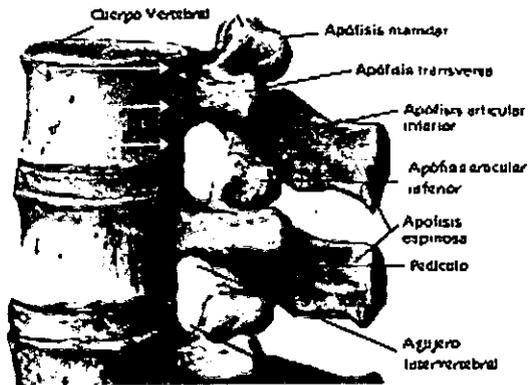
- **Diámetro Transverso.-** Obtenido mediante una reconstrucción con proyección anterior del cuerpo vertebral, determinado a nivel del borde superior, medio e inferior del cuerpo vertebral.



- **Altura.-** Representada en reconstrucciones laterales del cuerpo vertebral, y valorado a nivel anterior, medio y posterior de cada uno de los niveles.

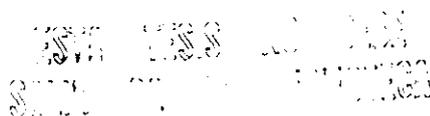
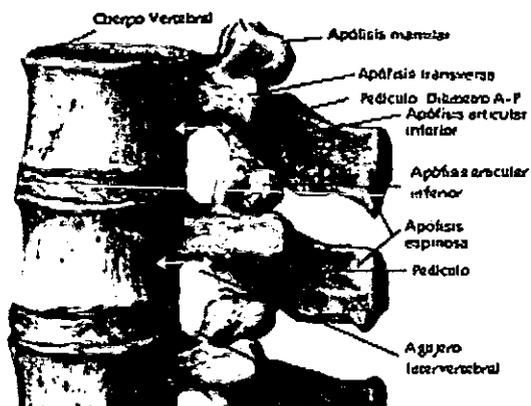


- **Diámetro Antero - Posterior.-** El cual se extiende desde los bordes superior, medio e inferior del cuerpo vertebral, valorado con reconstrucción 3D lateral.

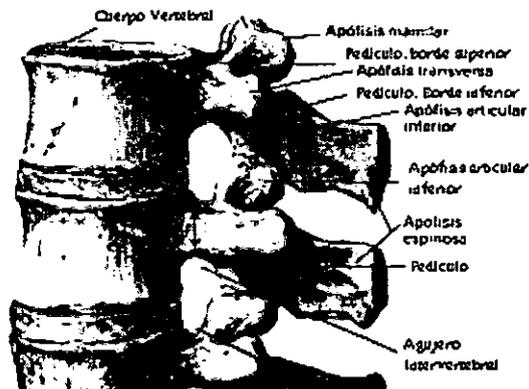


2. Pedículos

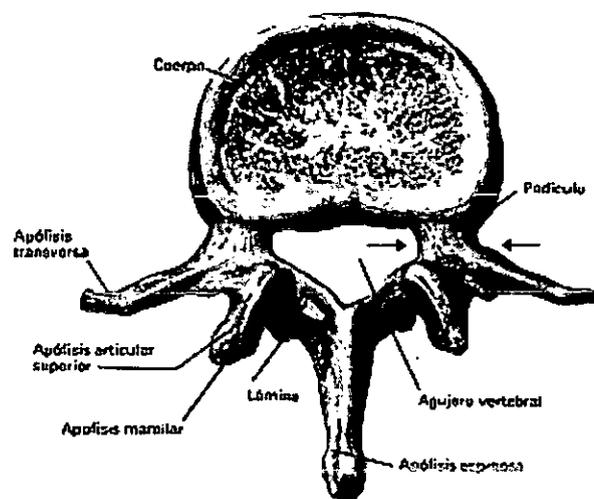
- **Diámetro Antero - Posterior.-** Valorado en reconstrucciones laterales, desde el borde posterior del cuerpo vertebral hasta el borde antero-lateral de la lámina, del lado derecho e izquierdo.



- **Altura.-** Definida en reconstrucciones laterales desde el borde cóncavo superior hasta el borde convexo inferior, tanto del lado derecho e izquierdo.

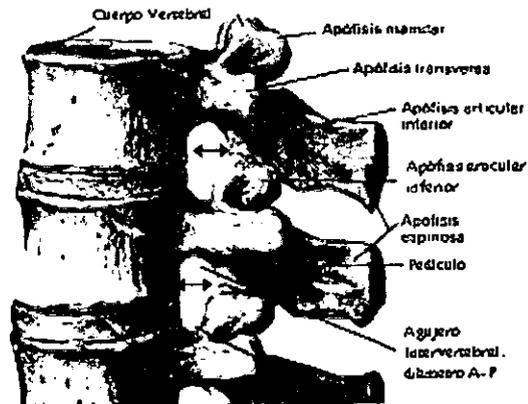


- **Diámetro transverso.-** Valorado bilateralmente en sentido medio-lateral, en reconstrucciones 3D en proyección axial.

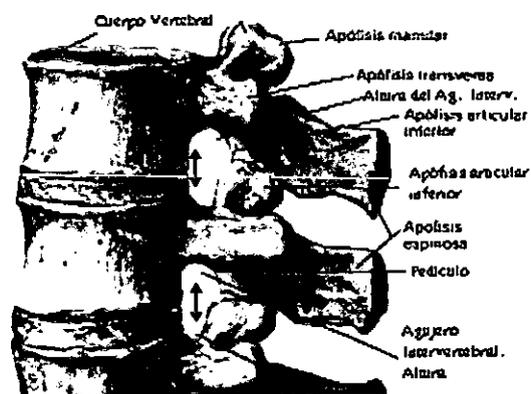


3. Agujero Intervertebral

- **Diámetro Antero - Posterior.-** Calculado a nivel del margen superior que posee mayor amplitud, debajo del pedículo, el cual se extiende desde el borde posterior del cuerpo vertebral hacia el borde superior de la apófisis articular entre el borde antero-lateral de la lámina, mediante reconstrucciones laterales.

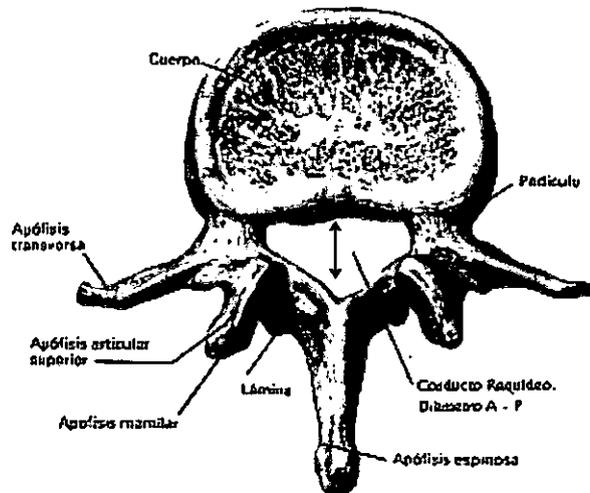


- **Altura.-** Determinada desde el borde inferior (convexo) del pedículo superior hacia el borde superior (cóncavo) del pedículo inferior.

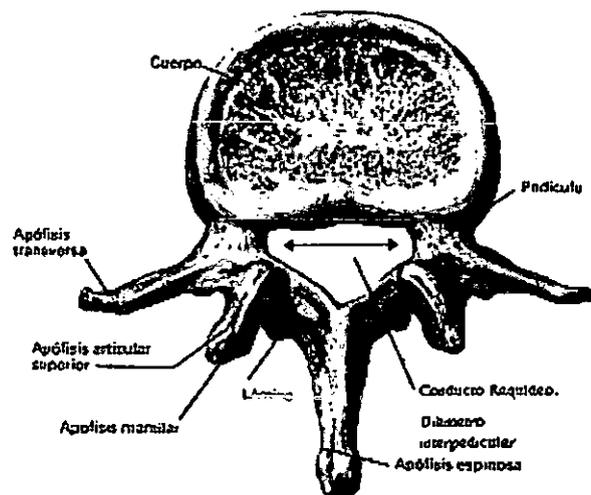


4. Conducto Raquídeo

- **Diámetro Sagital o Antero - Posterior.**- Se extiende desde la corteza posterior a nivel cefálico del borde posterior del cuerpo vertebral a la intersección del arco laminar, determinado en reconstrucciones axiales de cada uno de los niveles.

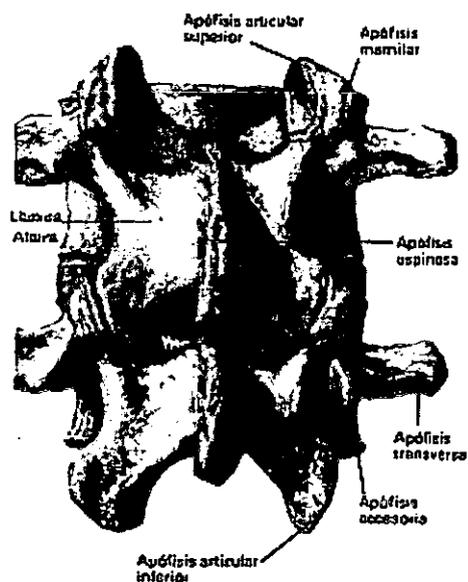


- **Diámetro Interpedicular.**- Corresponde a la medida de la amplitud desde el borde medial del pedículo del lado derecho al pedículo del lado izquierdo, mediante el uso de reconstrucción axial de cada nivel.

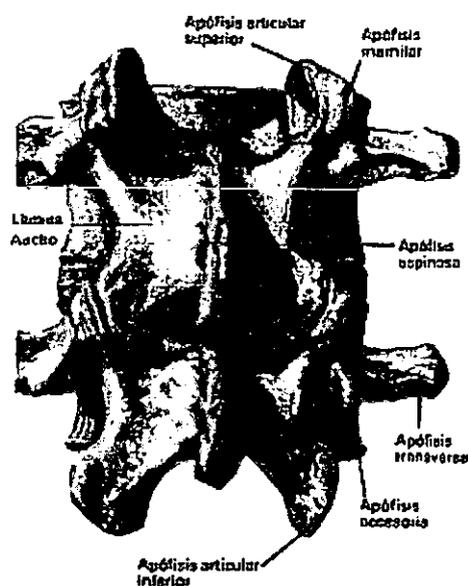


5. Láminas

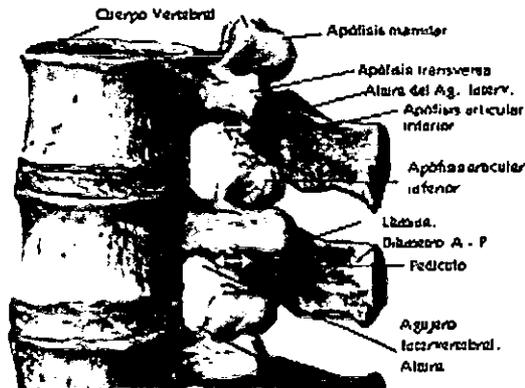
- **Altura.-** Determinada a nivel del borde supero-medial perpendicularmente hasta el borde inferior-medial, proyectada a nivel de reconstrucciones del arco posterior.



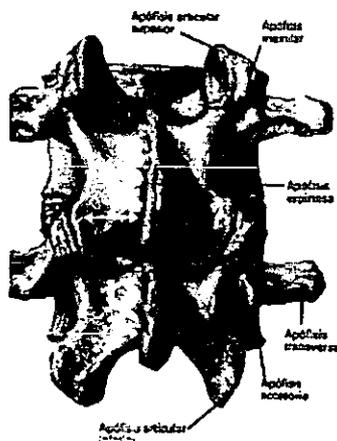
- **Diámetro Transverso.-** Valorado a nivel del tercio medio de la lámina, desde el extremo medial al extremo lateral, en proyección posterior de la columna vertebral, de cada lado.



- **Diámetro Antero - Posterior o Lateral.**- Se extiende desde la corteza anterior hacia la corteza posterior de la lámina, valorado en estudios con reconstrucciones laterales del lado derecho.

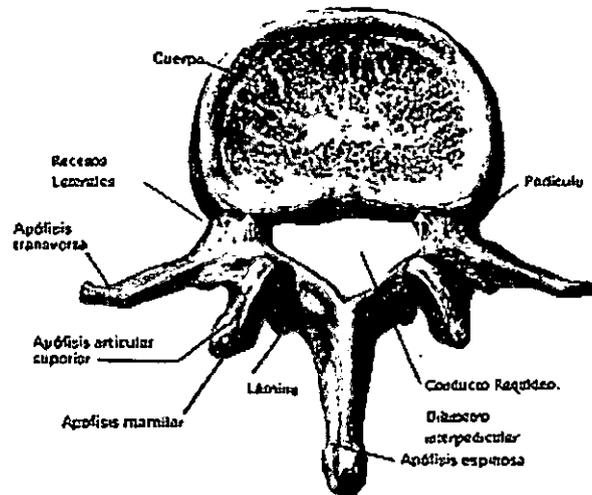


- **Diámetro Lámina - Articulación Interapofisaria.**- Determinado desde el borde medial e inferior de la lámina hasta la carilla articular inferior en reconstrucciones con proyección posterior, bilateralmente.



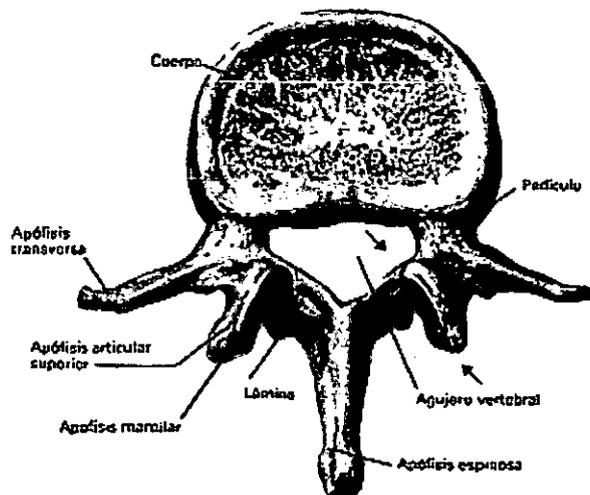
6. Recesos Laterales

- Distancia establecida a nivel del borde superior del cuerpo vertebral, en el margen antero - medial, desde la corteza posterior del cuerpo vertebral hacia la articulación interapofisaria superior.

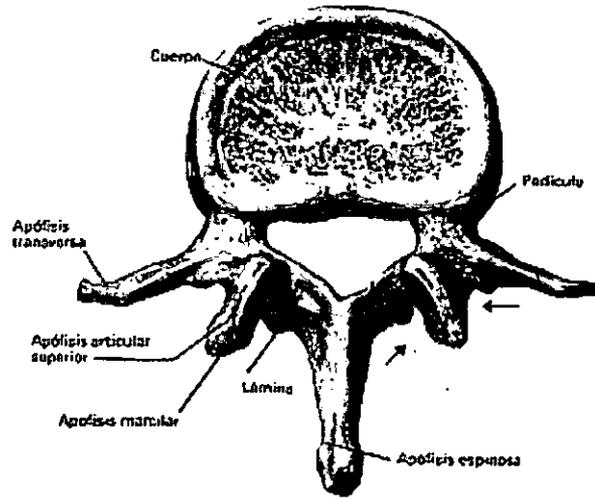


7. Articulación Interapofisaria

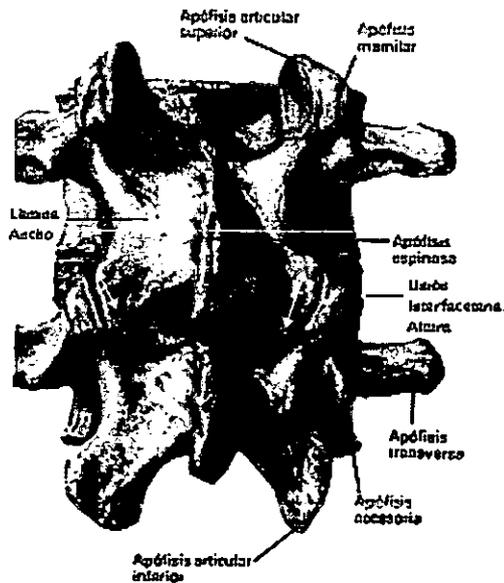
- **Diámetro Antero - Posterior.**- Realizada través de reconstrucciones axiales de cada nivel, una valoración de la longitud, establecida en el borde superior de las facetas de cada lado.



- **Diámetro Transverso.-** Igualmente, valorado mediante reconstrucciones axiales de cada nivel, desde el borde medial de la articulación interapofisaria hacia el borde externo (lateral) de la misma.

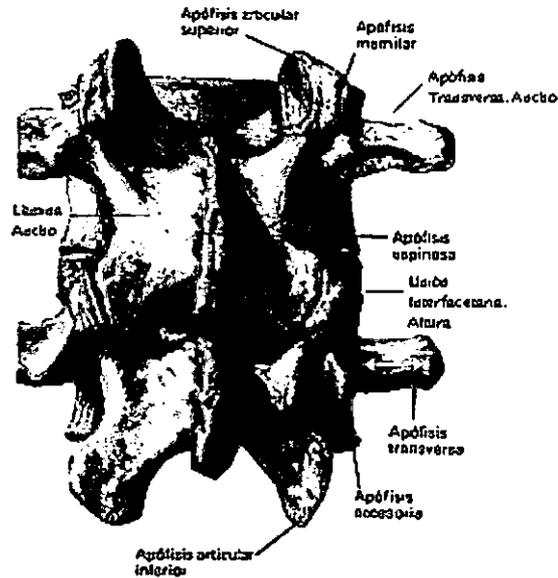


- **Altura o Diámetro Céfalo - Caudal.-** La cual se extiende desde el borde superior al borde inferior en sentido perpendicular de la unión interfacetaria, en cada uno de los lados, mediante reconstrucciones posteriores en 3D.

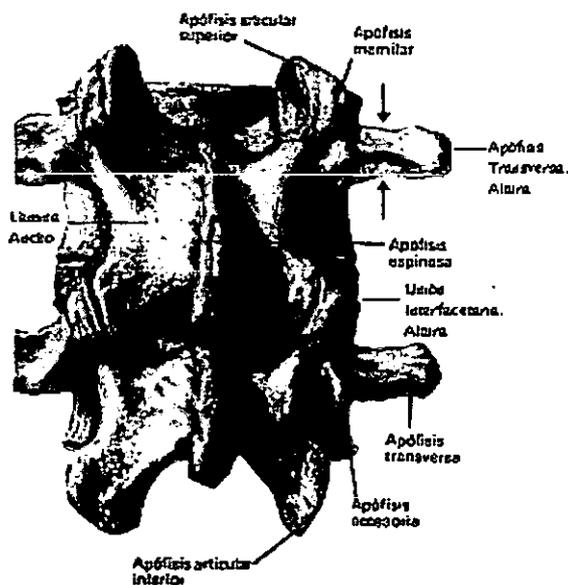


8. Apófisis Transversa

- **Diametro Transverso.-** Abarca desde el extremo medial al extremo lateral en su porción media, en reconstrucciones con proyección posterior, establecida bilateralmente.

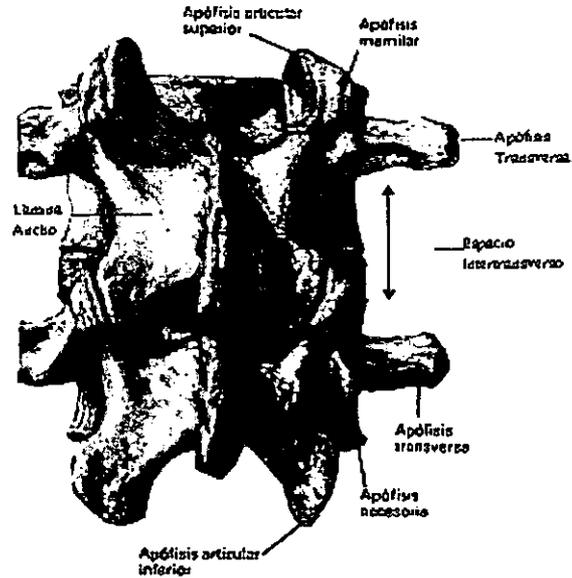


- **Altura.-** Desciende desde el borde superior al borde inferior medial de las apófisis transversas en proyecciones posteriores de cada uno de los lados.



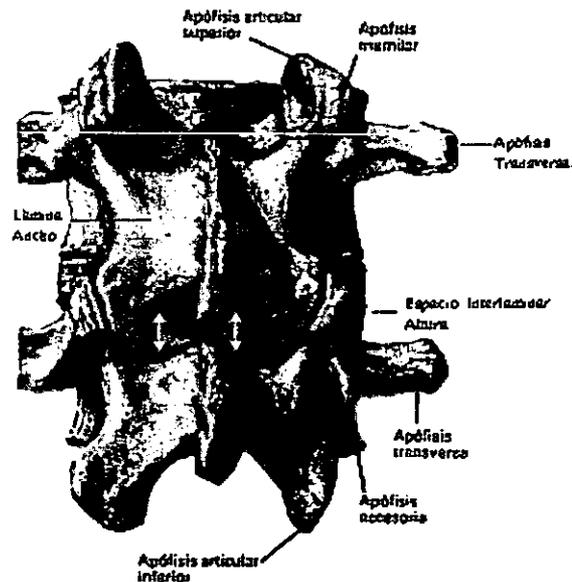
9. Espacio Intertransverso

- Determinado desde el borde infero - medial de la apófisis trasnsversa superior hacia el borde supero - medial de la apófisis transversa inferior con reconstrucciones en 3D posteriores, en cada uno de los lados.

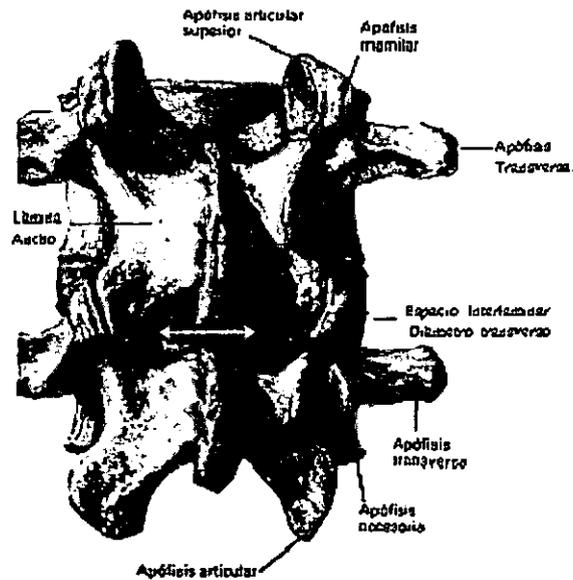


10. Espacio Interlaminar

- Altura.- Corresponde desde el borde inferior de la lámina superior hasta el borde superior de la lámina inferior en su borde medial, determinado mediante reconstrucciones posteriores.

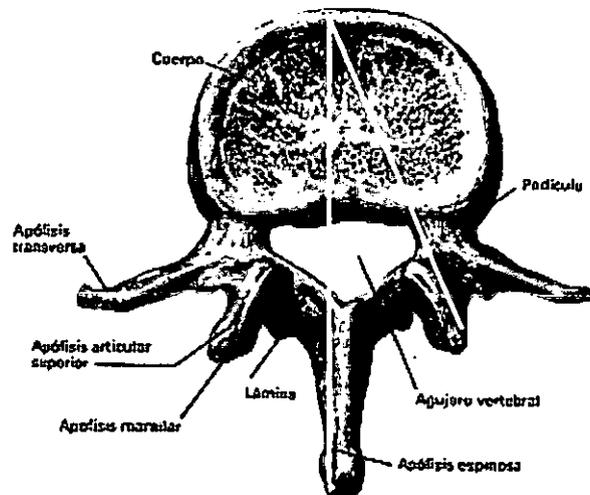


- **Diámetro Transverso.-** El cual se extiende desde la intersección facetaria izquierda hacia la intersección facetaria del lado derecho, en sentido transverso, a través de reconstrucción posterior de la región lumbar.



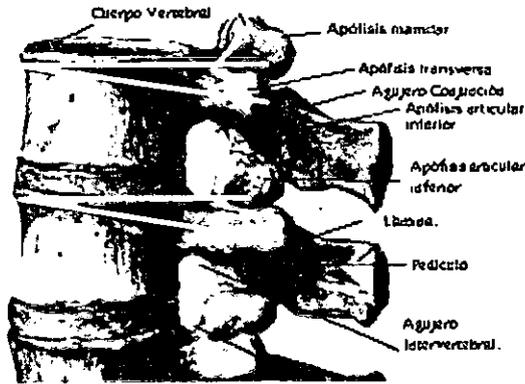
11. Angulo Pedicular Transverso (Axial)

- Establecido mediante una perpendicular en el eje medio del cuerpo vertebral en relación al eje medio pedicular hasta la corteza posterior, a través de reconstrucciones axiales en cada nivel vertebral, tanto a nivel derecho e izquierdo.



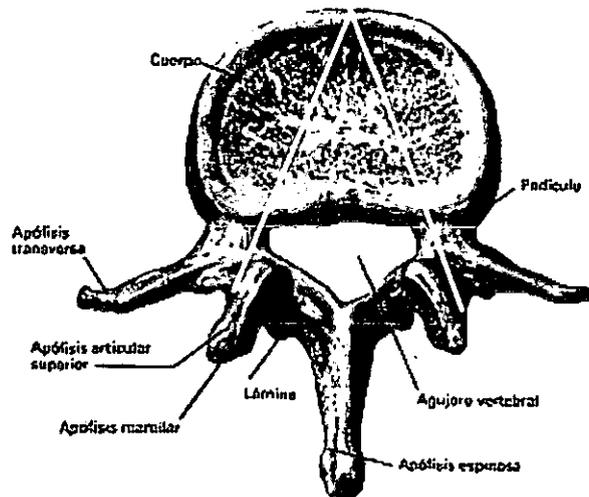
12. Angulo Pedicular Sagital (Lateral)

- Correspondiente al ángulo entre una horizontal a nivel del borde superior del cuerpo vertebral y el eje de una línea que cruza el tercio medio del pedículo en un plano sagital, en proyección lateral.



13. Diámetro longitudinal vertebral desde la corteza anterior en la línea media del cuerpo vertebral hacia la corteza posterior en el eje medio pedicular

- Valorado a través de una perpendicular en sentido antero - posterior en estudios en reconstrucción axial, bilateralmente.



Todos estos valores fueron agrupados en una base de datos en el programa d-Base IV, los cuales fueron posteriormente sometidos a un análisis estadístico y establecer la interrelación de márgenes de confianza, medias, valores mínimos - máximos y desviación estándar, aplicando el sistema SPSS para MS Windows.

15.3. RESULTADOS

Con el propósito de establecer directrices que conlleven a un mayor conocimiento del manejo quirúrgico de la patología de la región lumbar, el uso de nuevos sistemas de imagen, como es el caso de la 3D, nos brinda una información prequirúrgica objetiva y rápida mediante la apreciación panorámica de la configuración volumétrica de las diferentes áreas de acceso quirúrgico (anterior, posterior y lateral) en la cirugía de columna vertebral, predeterminando los límites del acceso para una remoción quirúrgica cuantitativa, lo que con los anteriores sistemas en 2D era difícil de establecer mediante ejercicio de reconstrucción mental. Por lo tanto, hemos considerado útil aportar con una valoración cuantitativa, que permita al cirujano realizar una manipulación quirúrgica más precisa y menos invasiva, con énfasis tanto en áreas topográficas laterales, anteriores y posteriores, que hasta hace poco tiempo no se les había dado importancia en el manejo quirúrgico de las hernias de disco mediales, intraforaminales y/o extraforaminales, y que actualmente para este tipo de abordajes es imperativo conocerlas, tanto en los accesos a través del espacio intertransverso, del agujero de conjunción, fenestraciones laterales, facetectomías totales, hemilaminectomías osteoplásticas entre otros, ya que la aplicación de estos procedimientos en estas regiones auguran resultados satisfactorios.

En el presente trabajo de investigación se ha analizado independientemente 175 variables, con un margen de confiabilidad del 95% establecido mediante el sistema estadístico SPSS para MS de Windows, obteniendo una adecuada distribución de las variables. No se determinaron diferencias estadísticamente significativas en general entre el sexo masculino o femenino, a excepción de ciertas variables, las cuales se mencionarán a continuación, ni tampoco entre el lado derecho del izquierdo, aunque siempre existió un patrón de asimetría bilateral normal. Los resultados de los valores cuantitativos estudiados topográficamente, son los siguientes, a nivel de :

15.3.1. MORFOMETRIA DEL CUERPO VERTEBRAL

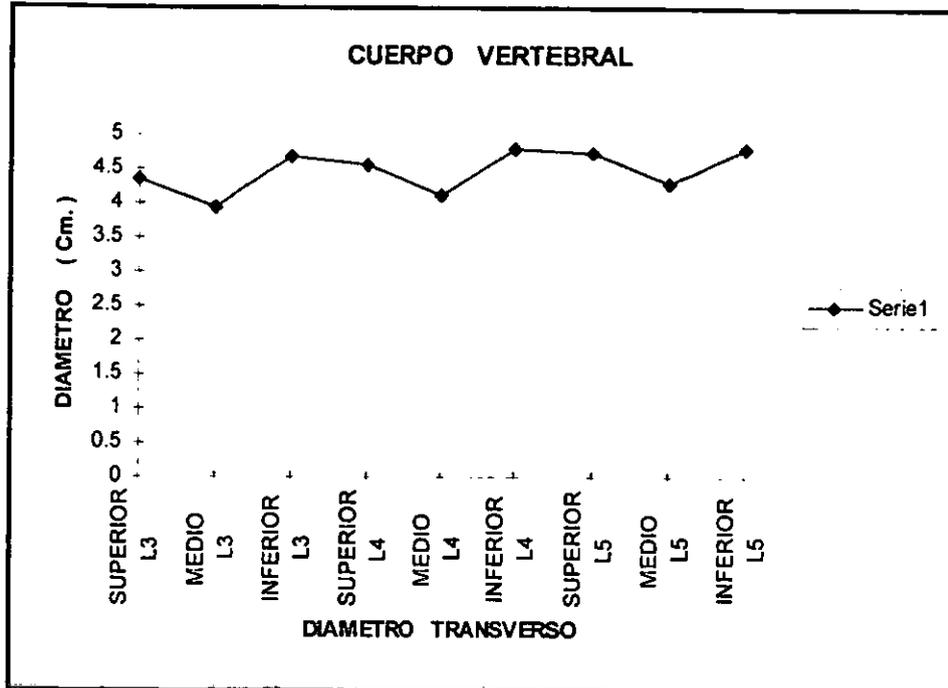
Se realizaron 9 medidas en las tres dimensiones del espacio a nivel del cuerpo vertebral, determinándose en el diámetro transversal un patrón de mayor amplitud a nivel del borde inferior, existiendo en L4 un predominio estadísticamente significativo del sexo masculino, con un valor promedio de 5.01 cm en relación con el sexo femenino el cual fue de 4.61 cm. La longitud fue proporcionalmente inferior en el borde superior, y menor en el tercio medio. Así :

Tabla 29

CUERPO VERTEBRAL									
DIAMETRO TRANSVERSO (Cm.)									
DIAMETRO	SUPERIOR			MEDIO			INFERIOR		
	L3	L4	L5	L3	L4	L5	L3	L4	L5
MEDIA	4.35	4.56	4.74	3.93	4.11	4.3	4.68	4.79	4.8
MINIMO	3.48	3.79	4.08	3.33	3.5	3.62	3.92	4.06	4.08
MAXIMO	5.91	6.01	5.91	4.53	4.63	5.3	5.96	5.83	5.96
SD	0.47	0.45	0.39	0.34	0.34	0.39	0.3	0.3	0.55

SD= Desviación estándar

Gráfico 1



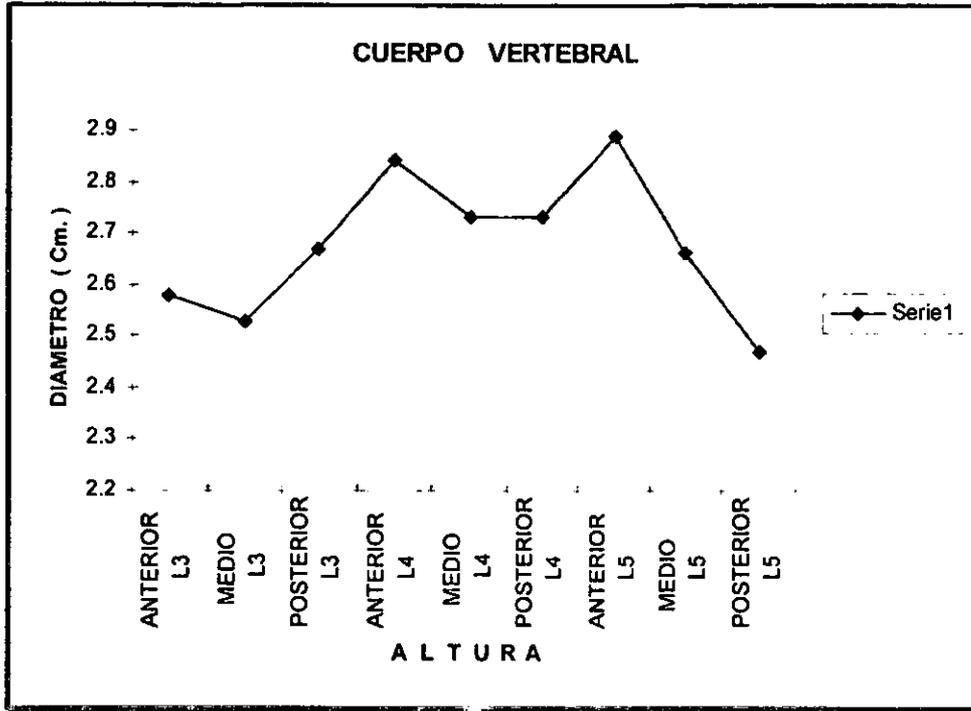
En lo que se refiere a la altura a nivel de L3 existe un incremento del diámetro posterior en relación al anterior y medio respectivamente, a diferencia de L4 y L5 en los cuales existe un decremento del diámetro progresivo en sentido antero - posterior, prevaleciendo siempre una ligera disminución del diámetro en su porción media. En el nivel L5 el diámetro posterior se determinó una diferencia estadísticamente significativa superior en el sexo femenino, con una altura media de 2.84 cm con respecto al sexo masculino de 2.53 cm., estableciéndose una diferencia promedio de 0.307 cm. Así :

Tabla 30

CUERPO VERTEBRAL									
ALTURA (Cm.)									
DIAMETRO	ANTERIOR			MEDIO			POSTERIOR		
	L3	L4	L5	L3	L4	L5	L3	L4	L5
MEDIA	2.58	2.84	2.89	2.53	2.73	2.66	2.67	2.73	2.47
MINIMO	1.47	1.24	1.42	1.25	1.19	1.32	1.38	1.45	1.37
MAXIMO	3.7	3.78	3.79	3.53	3.62	3.39	3.49	3.47	3.33
SD	0.53	0.63	0.59	0.57	0.66	0.62	0.5	0.52	0.49

SD= Desviación estándar

Gráfico 2



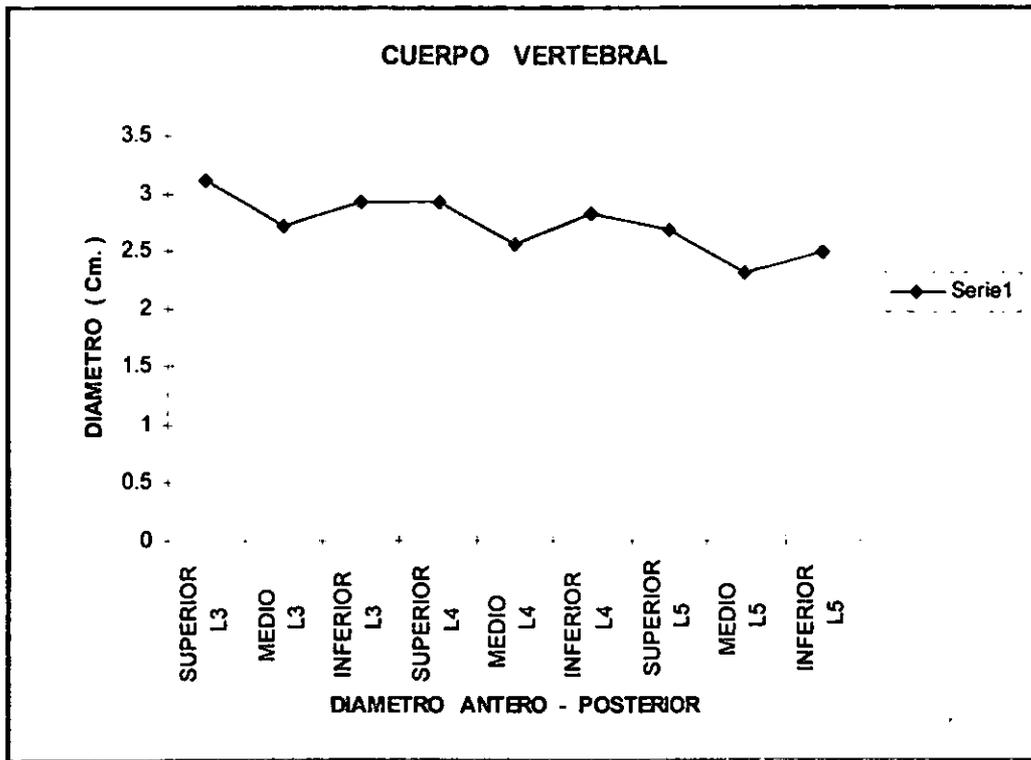
En el diámetro antero - posterior se demuestra un mayor diámetro a nivel del borde superior en los tres niveles, con respecto al diámetro inferior, produciéndose un discreto estrechamiento en el diámetro medio. Así :

Tabla 31

CUERPO VERTEBRAL									
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (Cm.)									
	SUPERIOR			MEDIO			INFERIOR		
DIAMETRO	L3	L4	L5	L3	L4	L5	L3	L4	L5
MEDIA	3.11	2.93	2.67	2.72	2.55	2.31	2.92	2.81	2.49
MINIMO	2.31	2.02	2.28	1.89	1.63	1.91	1.24	1.91	1.7
MAXIMO	3.74	3.92	3.21	3.22	3	3.11	3.46	3.4	3.12
SD	0.37	0.38	0.26	0.32	0.29	0.29	0.6	0.35	0.32

SD= Desviación estándar

Gráfico 3



De lo anteriormente manifestado, expondremos independientemente las dimensiones de cada nivel vertebral, mediante las siguientes gráficos y tablas :

1. NIVEL L3

Tabla 32

CUERPO VERTEBRAL			
DIAMETRO TRANSVERSO (Cm.)			
DIAMETRO	SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR
	L3	L4	L5
MEDIA	4.35	3.93	4.68
MINIMO	3.48	3.33	3.92
MAXIMO	5.91	4.56	5.96
SD	0.47	0.34	0.3
SD= Desviación estándar			

Gráfico 4

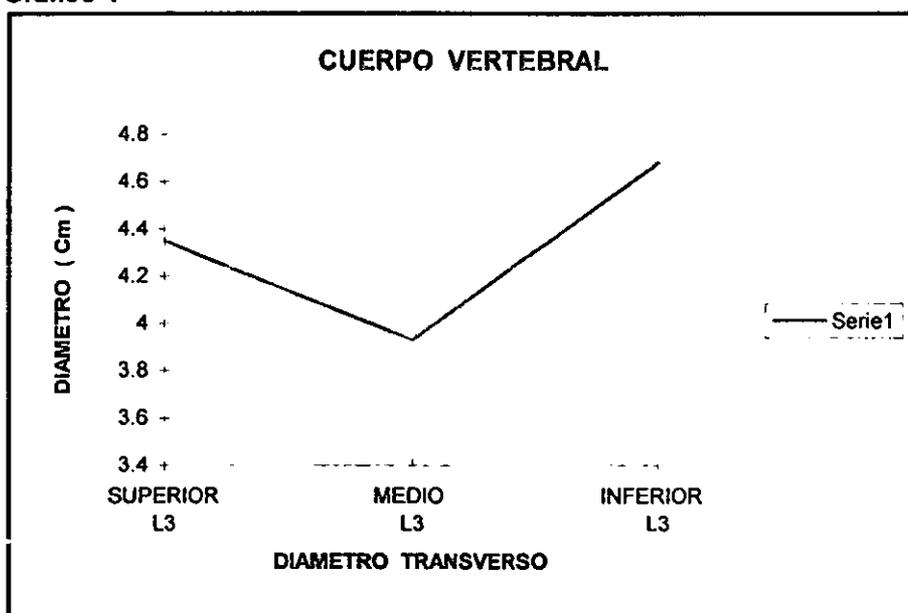
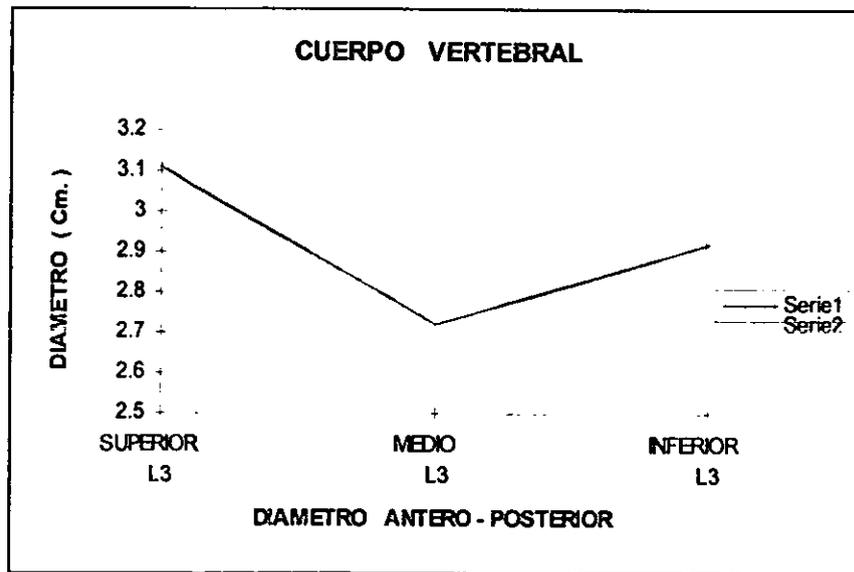


Tabla 34

CUERPO VERTEBRAL			
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR L3 (Cm.)			
DIAMETRO	SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR
MEDIA	3.11	2.72	2.92
MINIMO	2.31	1.89	1.24
MAXIMO	3.74	3.22	3.46
SD	0.37	0.32	0.6
SD= Desviación estándar			

Gráfico 6



2. NIVEL L4

Tabla 35

CUERPO VERTEBRAL			
DIAMETRO TRANSVERSO L4 (Cm.)			
DIAMETRO	SUPERIOR	MEDIO	POSTERIOR
MEDIA	4.56	4.11	4.79
MINIMO	3.79	3.5	4.06
MAXIMO	6.01	4.63	5.83
SD	0.45	0.34	0.3
SD= Desviación estándar			

Gráfico 7

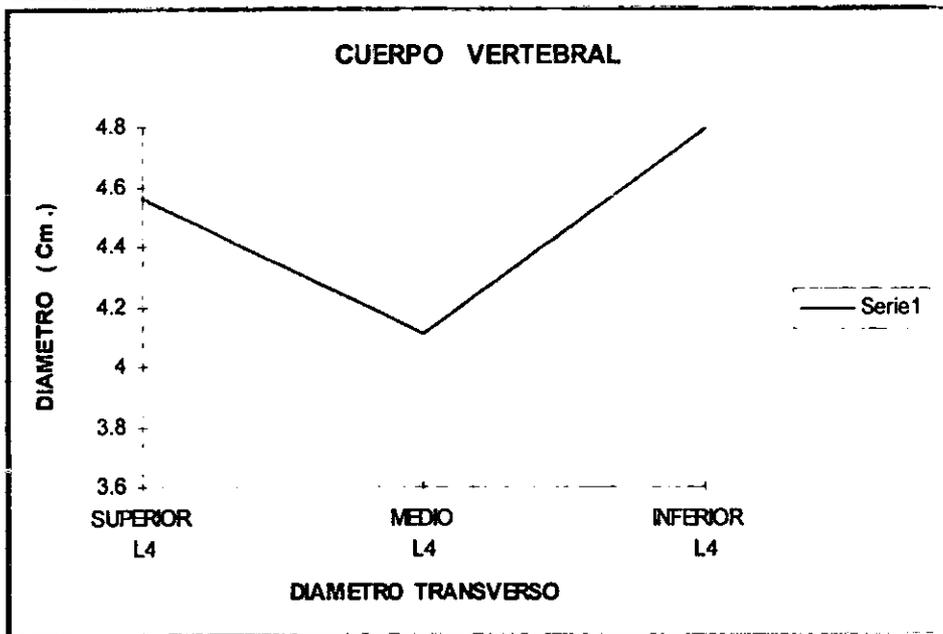


Tabla 36

CUERPO VERTEBRAL			
ALTURA L4 (Cm.)			
DIAMETRO	ANTERIOR	MEDIO	POSTERIOR
MEDIA	2.84	2.73	2.73
MINIMO	1.24	1.19	1.45
MAXIMO	3.78	3.62	3.47
SD	0.63	0.66	0.52
SD= Desviación estándar			

Gráfico 8

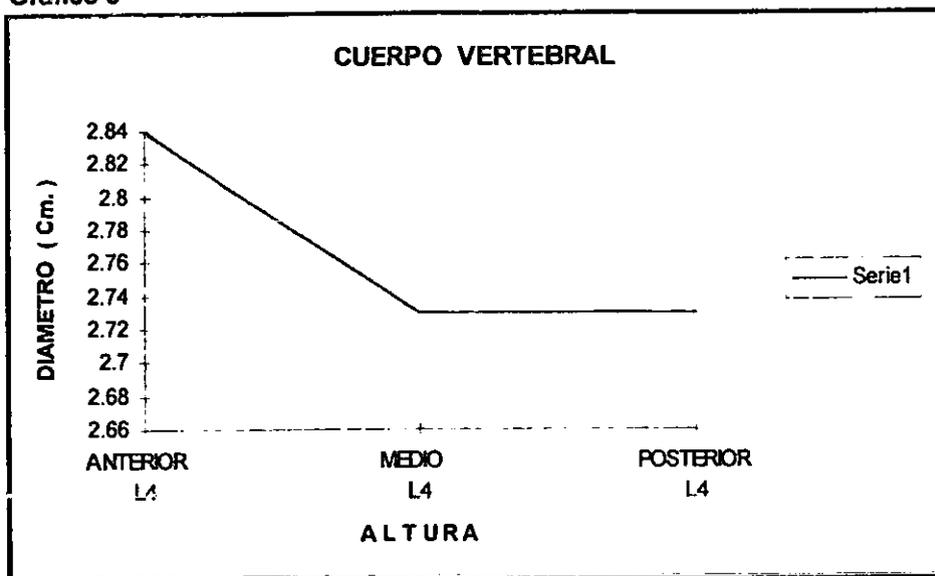


Tabla 33

CUERPO VERTEBRAL			
ALTURA L3 (Cm.)			
DIAMETRO	ANTERIOR	MEDIO	POSTERIOR
MEDIA	2.58	2.53	2.67
MINIMO	1.47	1.25	1.38
MAXIMO	3.7	3.53	3.49
SD	0.53	0.57	0.5

SD= Desviación estándar

Gráfico 5

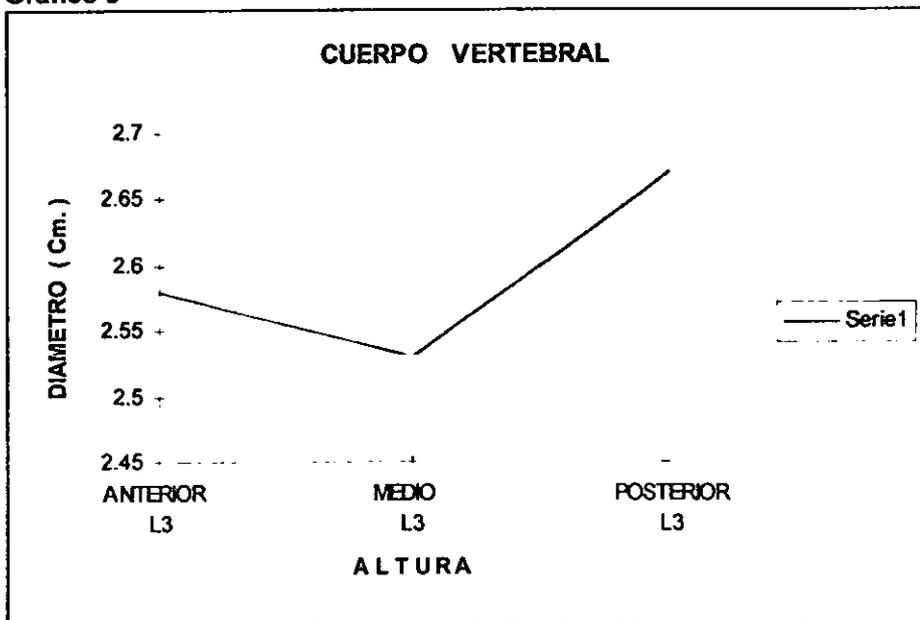
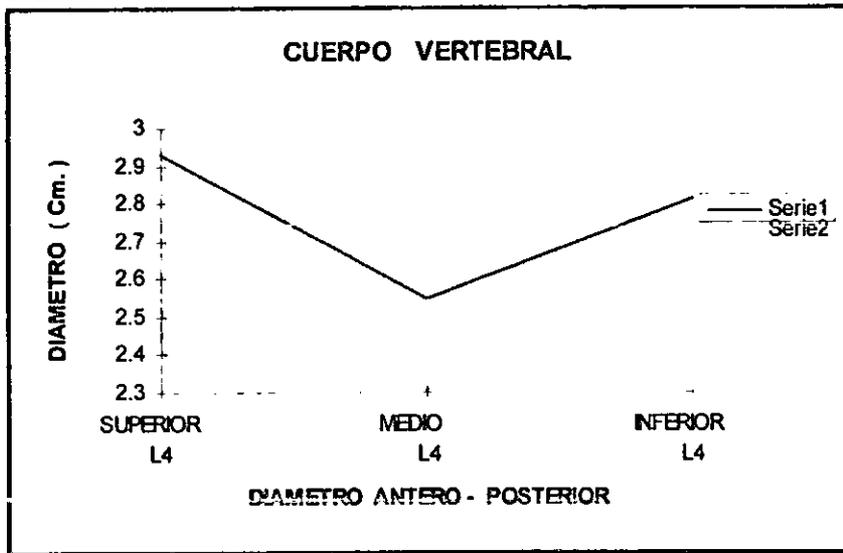


Tabla 37

CUERPO VERTEBRAL			
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR L4 (Cm.)			
DIAMETRO	SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR
MEDIA	2.93	2.55	2.81
MINIMO	2.02	1.63	1.91
MAXIMO	3.92	3	3.4
SD	0.38	0.29	0.35
SD=Desviación estándar			

Gráfico 9



3. NIVEL L5

Tabla 38

CUERPO VERTEBRAL			
DIAMETRO TRANSVERSO L5 (Cm.)			
DIAMETRO	SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR
MEDIA	4.74	4.3	4.8
MINIMO	4.08	3.62	4.08
MAXIMO	5.91	5.3	5.96
SD	0.39	0.39	0.55
SD= Desviación estándar			

Gráfico 10

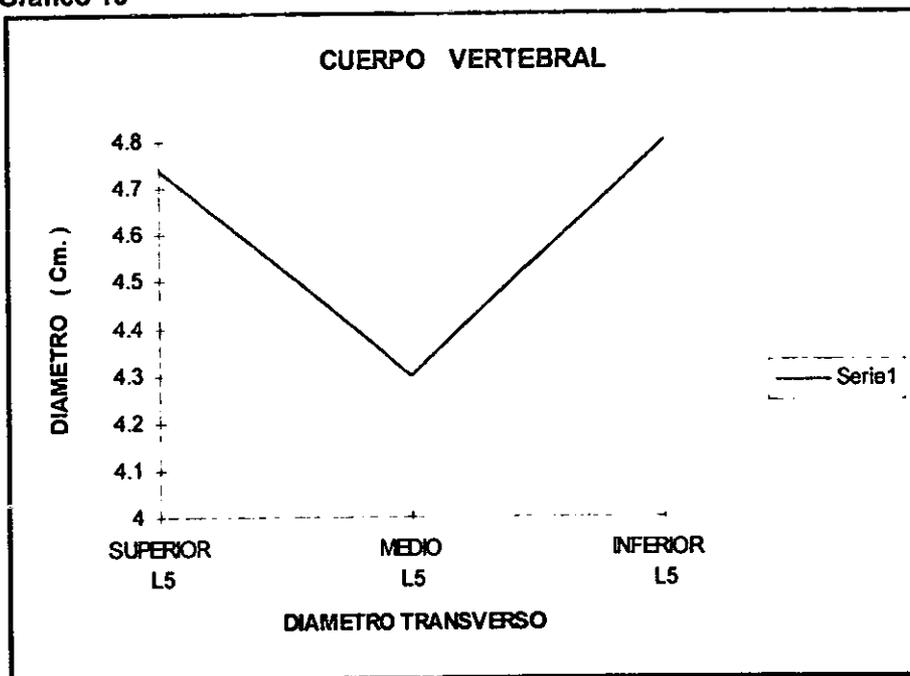


Tabla 39

CUERPO VERTEBRAL			
ALTURA L5 (Cm.)			
DIAMETRO	ANTERIOR	MEDIO	POSTERIOR
MEDIA	2.89	2.66	2.47
MINIMO	1.42	1.32	1.37
MAXIMO	3.79	3.39	3.33
SD	0.59	0.62	0.47
SD= Desviación estándar			

Gráfico 11

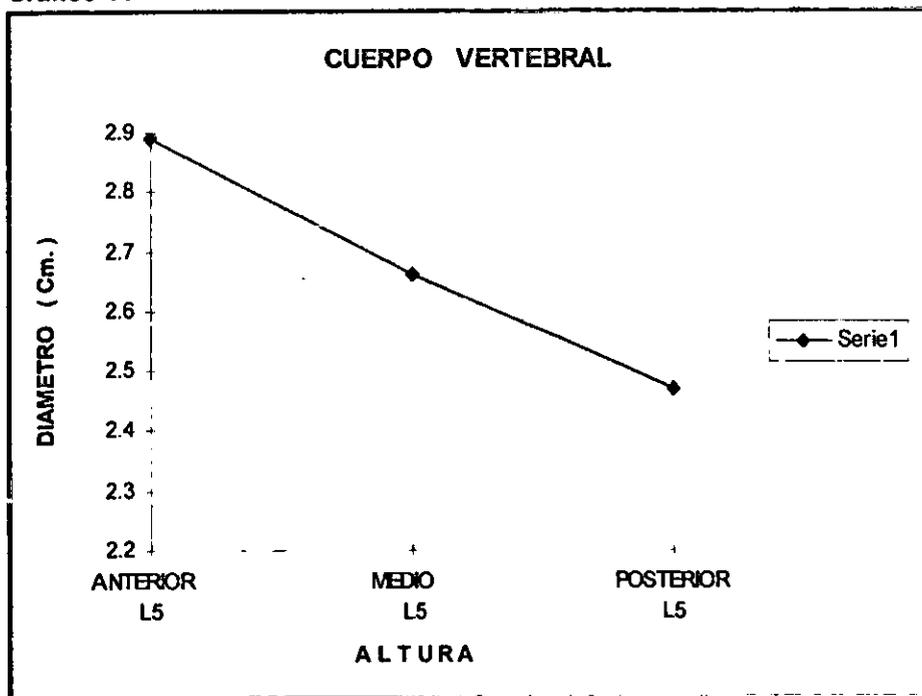
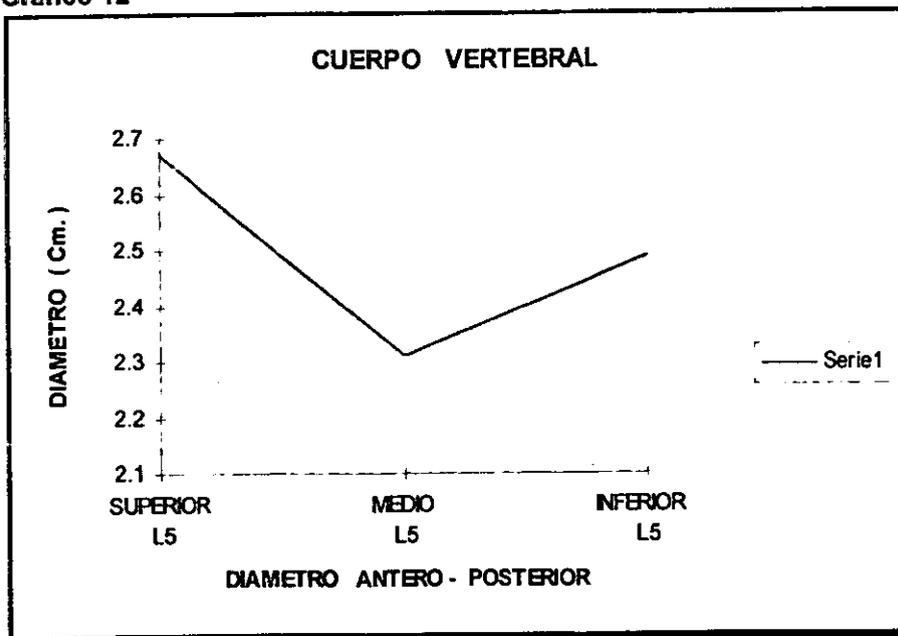


Tabla 40

CUERPO VERTEBRAL			
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR L5 (Cm.)			
DIAMETRO	SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR
MEDIA	2.67	2.31	2.49
MINIMO	2.28	1.91	1.7
MAXIMO	3.21	3.11	3.12
SD	0.32	0.29	0.32
SD=Desviación estándar			

Gráfico 12



15.3.2. MORFOMETRIA DE LOS PEDICULOS

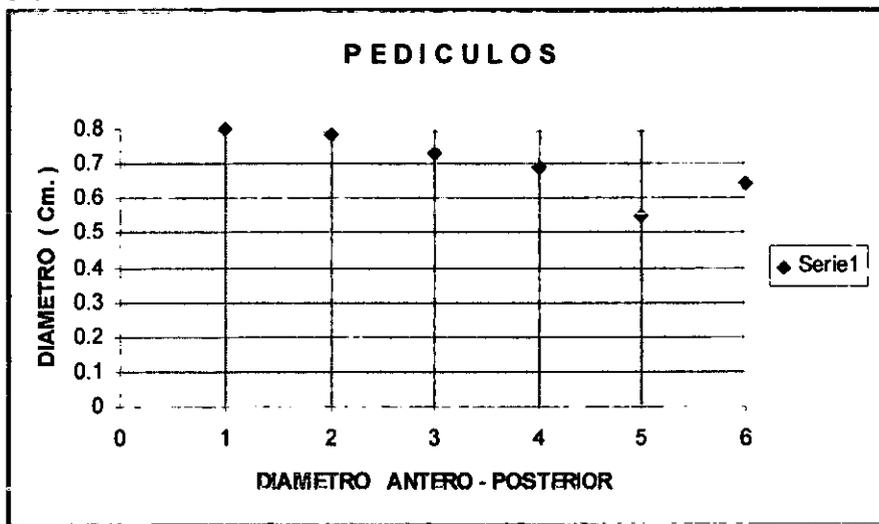
Fueron valorados en una perspectiva tridimensional, mediante reconstrucciones laterales del lado derecho e izquierdo, y reconstrucciones axiales de cada nivel vertebral, apreciándose en su diámetro antero - posterior un decremento progresivo del diámetro en sentido cefalo - caudal desde L3 a L5. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre el lado derecho e izquierdo o por sexo.

Con respecto a la altura del pedículo, determinado en reconstrucciones con proyección lateral, se presentó un comportamiento similar del diámetro de L3 y L5, en L4 la longitud fue inferior en relación a los dos anteriores; además en este nivel pudimos observar una diferencia estadísticamente significativa en la altura del pedículo derecho mayor en el sexo masculino, con un rango medio de 1.54 cm. en relación con el sexo femenino de 1.27 cm. Así :

Tabla 41

P E D I C U L O S						
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (Cm.)						
	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	0.78	0.8	0.73	0.69	0.64	0.55
MINIMO	0.48	0.44	0.36	0.38	0.38	0.26
MAXIMO	1.25	1.18	1.55	1.06	1.07	0.81
SD	0.19	0.2	0.23	0.17	0.18	0.15

Gráfico 13



1. = L3 Derecho
2. = L3 Izquierdo

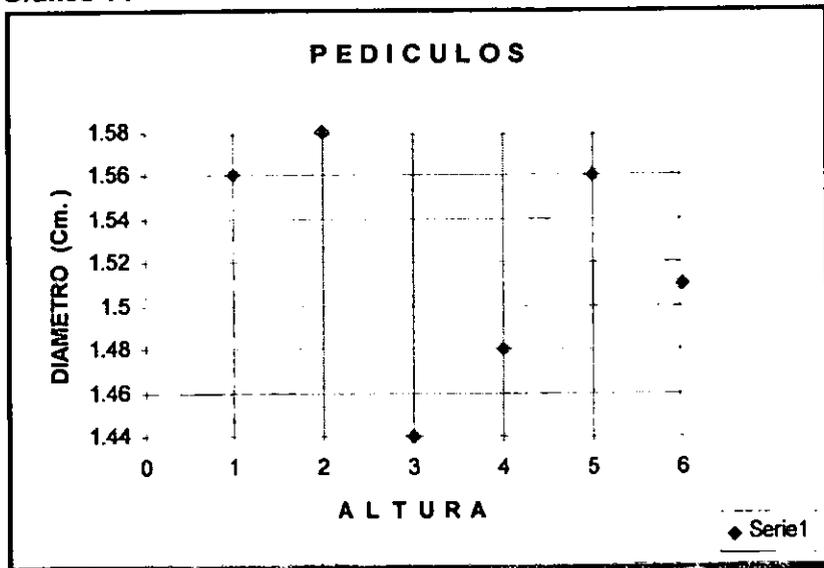
3. = L4 Derecho
4. = L4 Izquierdo

5. = L5 Derecho
6. = L5 Izquierdo

Tabla 42

P E D I C U L O S						
A L T U R A (Cm.)						
	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	1.56	1.58	1.44	1.48	1.56	1.51
MINIMO	1.1	0.3	1.03	0.85	1.2	0.93
MAXIMO	2.05	2.1	1.86	1.97	2.06	1.87
SD	0.24	0.31	0.19	0.24	0.18	0.19

Gráfico 14



1. = L3 Derecho
2. = L3 Izquierdo

3. = L4 Derecho
4. = L4 Izquierdo

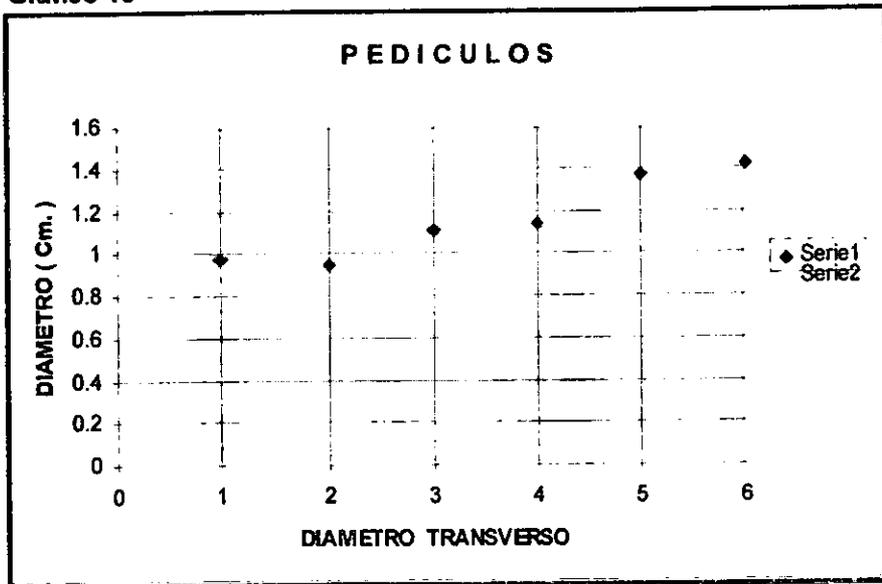
5. = L5 Derecho
6. = L5 Izquierdo

En cuanto al diámetro transverso, valorado a través de reconstrucciones axiales independientes de cada nivel vertebral, se observó un incremento en orden progresivo desde L3 hasta L5, entre un rango de 0.97 cm. a 1.4 cm. respectivamente. Se determinó una diferencia estadísticamente significativa del ancho de L4 del lado derecho, mayor en el sexo masculino, con un rango promedio de 1.23 cm., y menor en el sexo femenino con 0.96 cm. de diámetro. Así :

Tabla 43

P E D I C U L O S						
DIAMETRO TRANSVERSO (Cm.)						
	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	0.97	0.94	1.11	1.14	1.37	1.42
MINIMO	0.64	0.35	0.61	0.66	0.82	0.88
MAXIMO	1.3	1.28	1.62	1.55	2.02	2.15
SD	0.19	0.23	0.27	0.25	0.3	0.32

Gráfico 15



1. = L3 Derecho
2. = L3 Izquierdo

3. = L4 Derecho
4. = L4 Izquierdo

5. = L5 Derecho
6. = L5 Izquierdo

15.3.3. MORFOMETRIA DE LOS AGUJEROS INTERVERTEBRALES

A través de reconstrucciones con proyecciones laterales brindaron una fácil valoración de esta región a nivel de L3 y L4 en toda su extensión, lo que usualmente con estudios 2D no es posible hacerlo. A excepción de 8 de los 30 casos estudiados a nivel de L5, en donde existió dificultad para conocer este diámetro debido a la interferencia de la cresta ilíaca.

En la valoración del diámetro antero - posterior se observó un incremento del diámetro de forma progresiva desde L3 a L5, demostrándose un diámetro promedio mayor en este último nivel. En lo que se refiere a la altura, a la inversa que en el diámetro anterior, se encontró el diámetro mayor en los niveles lumbares altos L3 y L4, y menor en el nivel de L5 - S1. Así :

Tabla 44

AGUJEROS INTERVERTEBRALES						
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (Cm.)						
	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	0.81	0.85	0.89	0.9	0.95	0.92
MINIMO	0.38	0.33	0.58	0.49	0.46	0.5
MAXIMO	1.15	1.22	1.76	1.28	1.57	1.51
SD	0.17	0.21	0.23	0.18	0.25	0.25

Gráfico 16

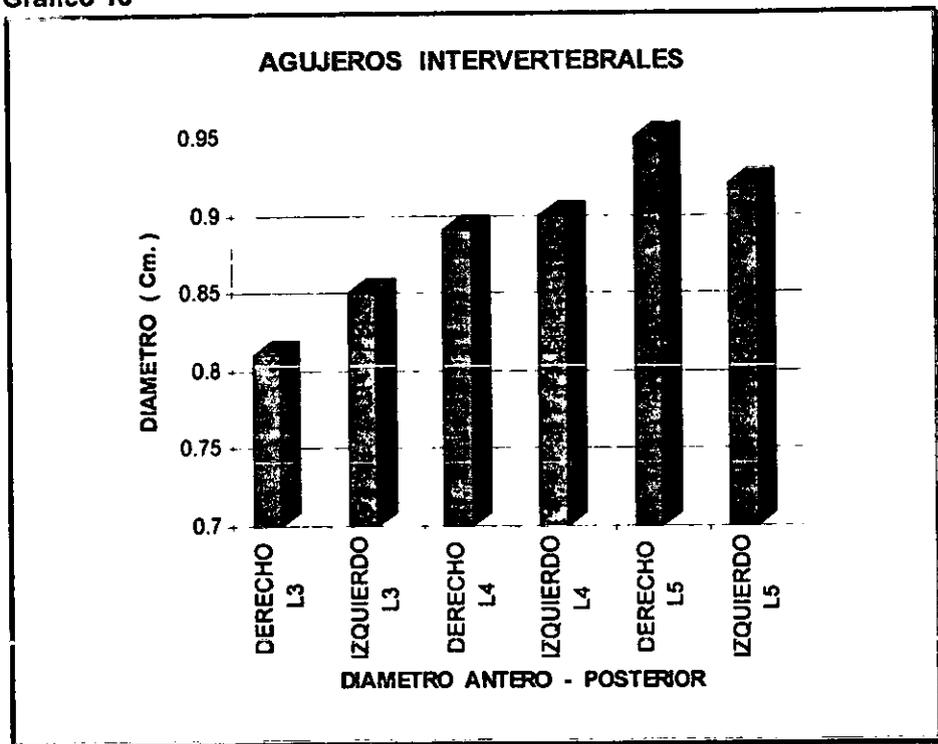
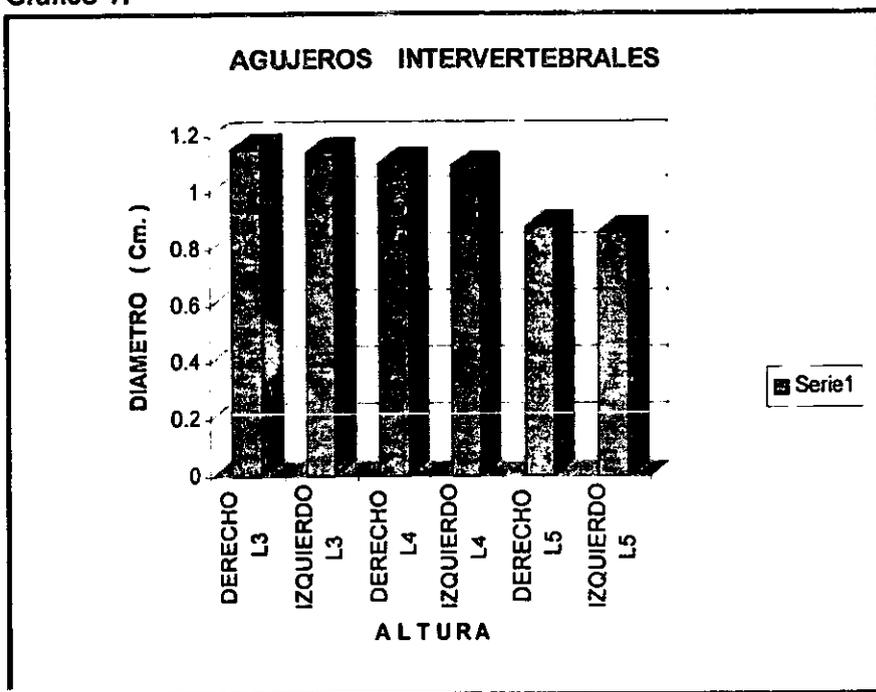


Tabla 45

AGUJEROS INTERVERTEBRALES						
AL T U R A (Cm.)	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	1.15	1.14	1.1	1.09	0.88	0.86
MINIMO	0.64	0.68	0.66	0.62	0.2	0.23
MAXIMO	1.59	1.69	1.57	1.62	1.44	1.49
SD	0.25	0.26	0.24	0.24	0.31	0.26

Gráfico 17



15.3.4. MORFOMETRIA DEL CONDUCTO RAQUIDEO

El diámetro antero - posterior, valorado mediante reconstrucciones axiales de cada nivel, obtuvo un rango promedio de 1.36 cm. en L3, 1.40 cm. en L4 y 1.50 cm. en L5, incrementándose, por tanto, progresivamente hacia los niveles inferiores de la región lumbar. Se establecieron valores mínimos de hasta 1 cm. en L5 en un caso, y en otro de hasta 1.1 cm. ; en L4, 3 pacientes tuvieron rangos de hasta 1.1 cm. y en un caso, 1 cm.

En lo que se refiere al diámetro interpedicular, se presentó un diámetro similar en L3 y L4 de 2.1 cm., mientras que en L5 el valor promedio fue de 23.4 cm. Así :

Tabla 46

CONDUCTO RAQUIDEO					
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (Cm.)					
DIAMETRO	L3		L4		L5
MEDIA	1.36		1.4		1.52
MINIMO	0.87		1.01		1
MAXIMO	2.07		2.24		2.38
SD	0.27		0.28		0.33

Gráfico 18

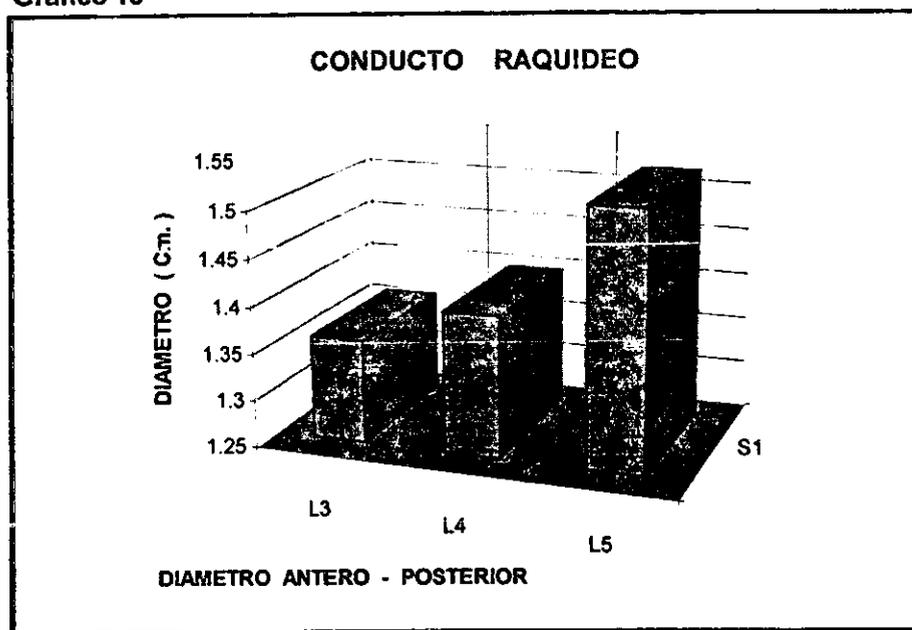
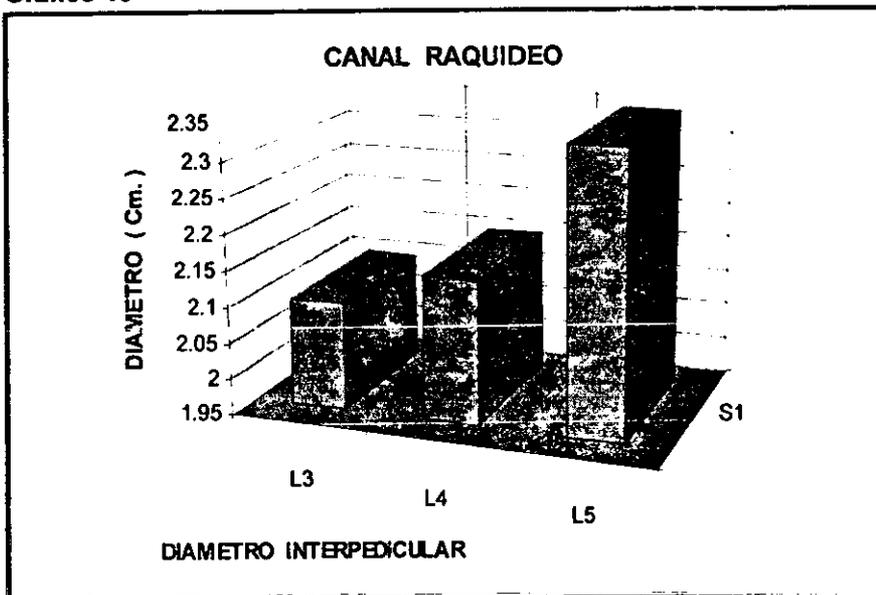


Tabla 47

CONDUCTO RAQUIDEO					
DIAMETRO	INTERPEDICULAR (Cm.)				
	L3		L4		L5
MEDIA	2.1		2.15		2.34
MINIMO	1.73		1.68		1.8
MAXIMO	2.63		2.71		3.1
SD	0.21		0.23		0.32

Gráfico 19



15.3.5. MORFOMETRIA DE LAS LAMINAS

Las láminas en su altura presentan un acortamiento progresivo desde L3 hasta L5, más acentuado en este último, entre valores promedios de 2.38 cm. a 1.66 cm., respectivamente.

En la proyección posterior en 3D, la lámina en su diámetro transverso hacia el borde lateral, presenta una amplitud mayor a nivel de L5, alcanzando un diámetro de 1.5 cm en L5, menor en L3 con 11.3 cm. y un valor intermedio en L4 con 1.3 cm.

En las reconstrucciones laterales, el diámetro antero - posterior de las láminas proyectado hacia el agujero intervertebral, presentó un mayor grosor a nivel de L5, y decremento en sentido ascendente hacia L3.

Para permitir una mejor orientación en la región vertebral posterior, también se realizó una valoración en un diámetro desde el borde medial de la lámina hacia la interfase facetaria, apreciándose una longitud de 1.4 cm. a nivel de L3 - L4, y mayor en L5, con un valor de 1.8 cm. Así :

Tabla 48

L A M I N A S						
A L T U R A (Cm.)						
	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	2.38	2.37	2.02	2.1	1.66	1.76
MINIMO	0.84	0.83	1.21	1.39	0.87	0.9
MAXIMO	3.32	3.14	2.59	2.82	2.54	2.21
SD	0.49	0.51	0.34	0.37	0.38	0.32

Gráfico 20

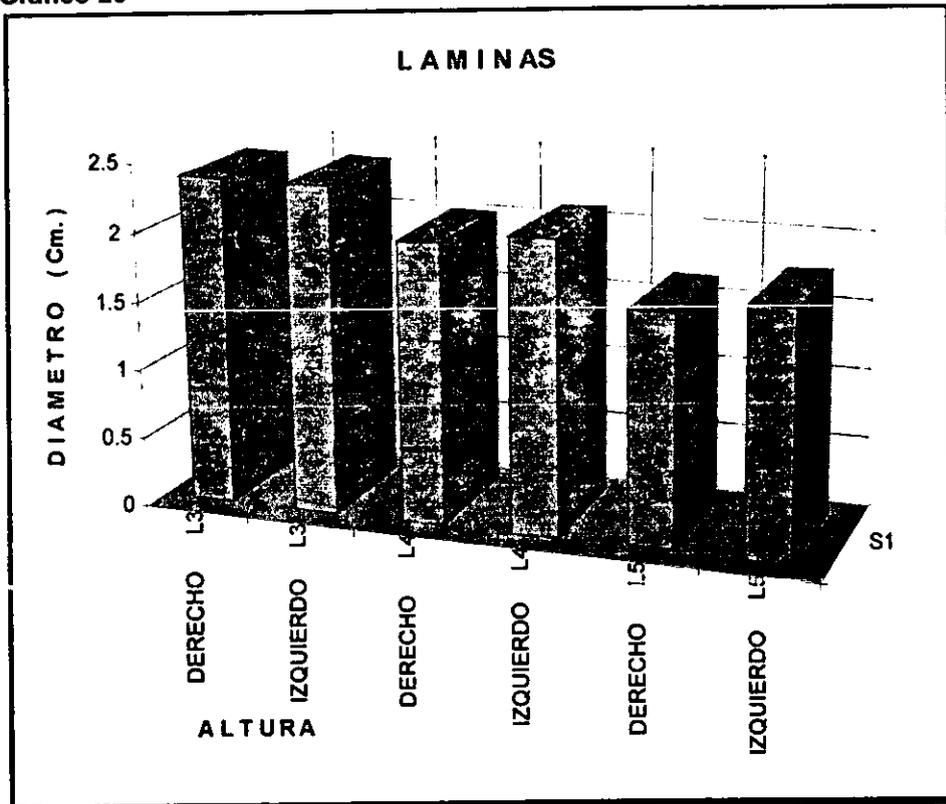


Tabla 49

L A M I N A S						
DIAMETRO TRANSVERSO (Cm.)						
	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	1.14	1.13	1.3	1.31	1.51	1.43
MINIMO	0.6	0.73	0.62	0.72	0.83	0.7
MAXIMO	1.64	2.3	2.38	2.47	2.23	2.01
SD	0.26	0.28	0.38	0.36	0.32	0.33

Gráfico 21

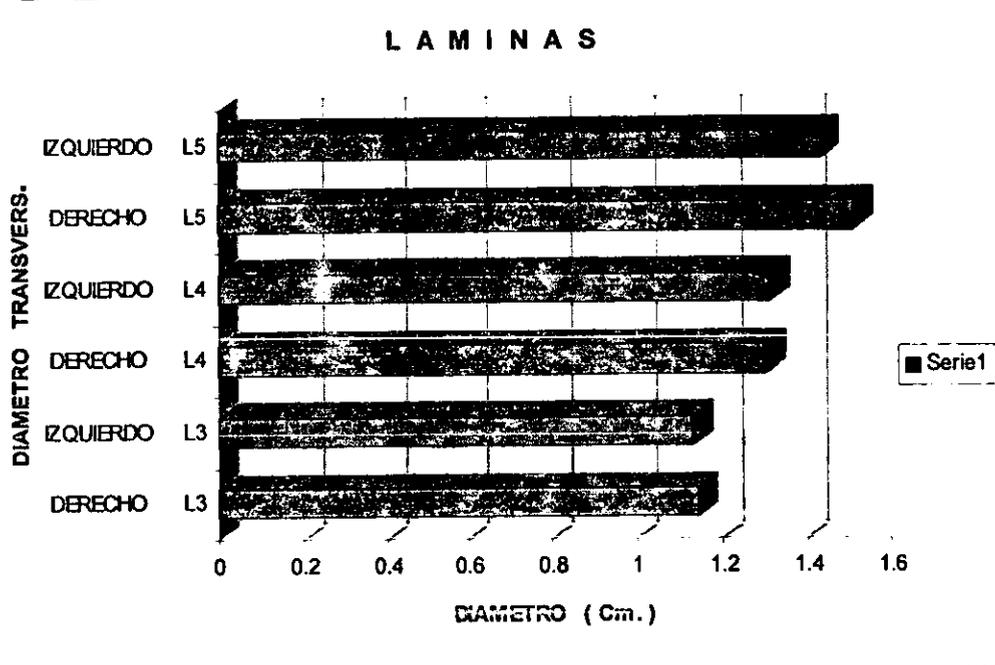


Tabla 50

L A M I N A S						
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (Cm.)						
	L3		L4		L6	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	1.17	1.15	1.24	1.27	1.30	1.40
MINIMO	1.06	0.91	1.09	1.12	1.10	1.13
MAXIMO	1.23	1.27	1.44	1.41	1.43	1.62
SD	0.06	0.14	0.14	0.11	0.13	0.17

Gráfico 22

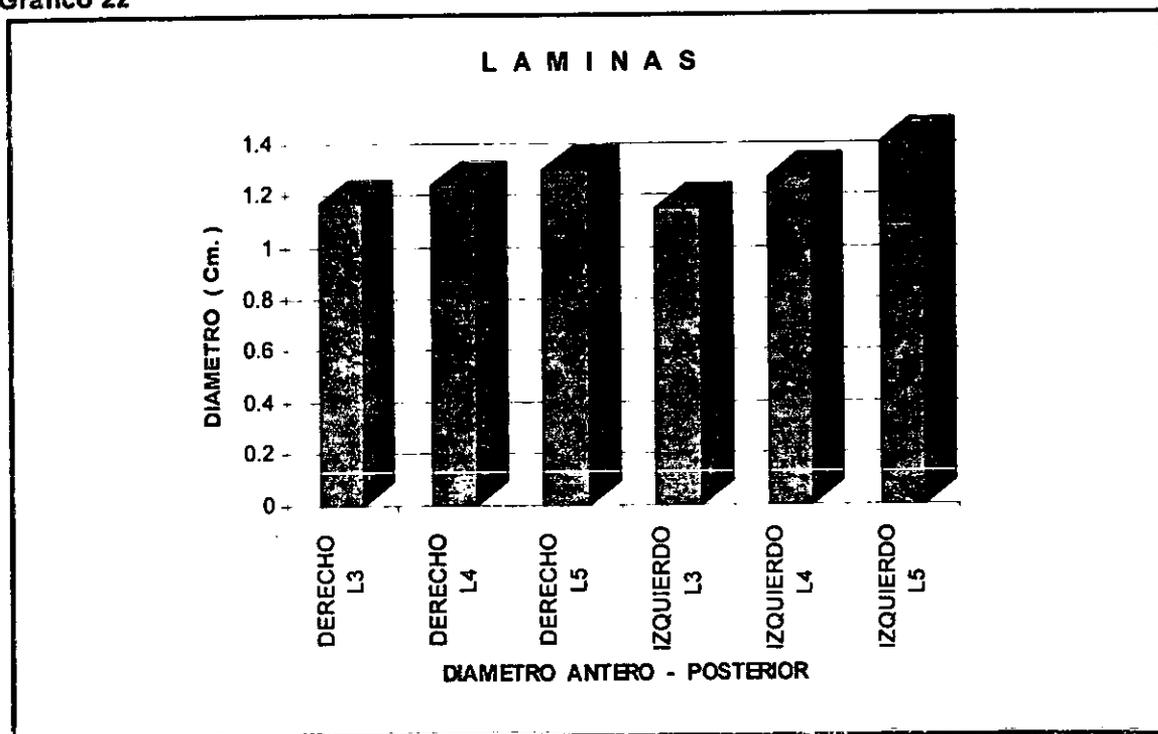
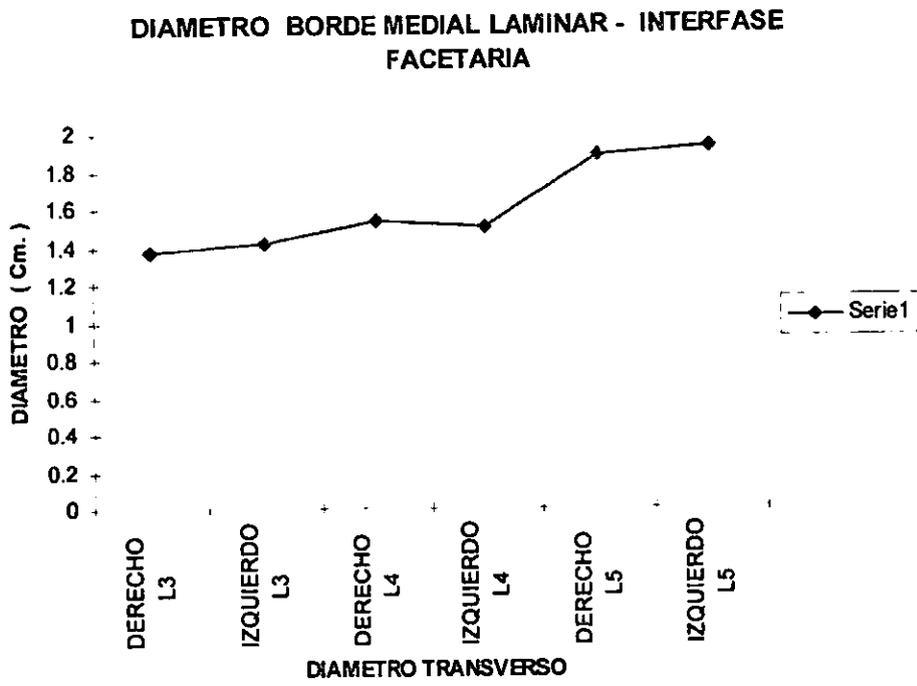


Gráfico 23



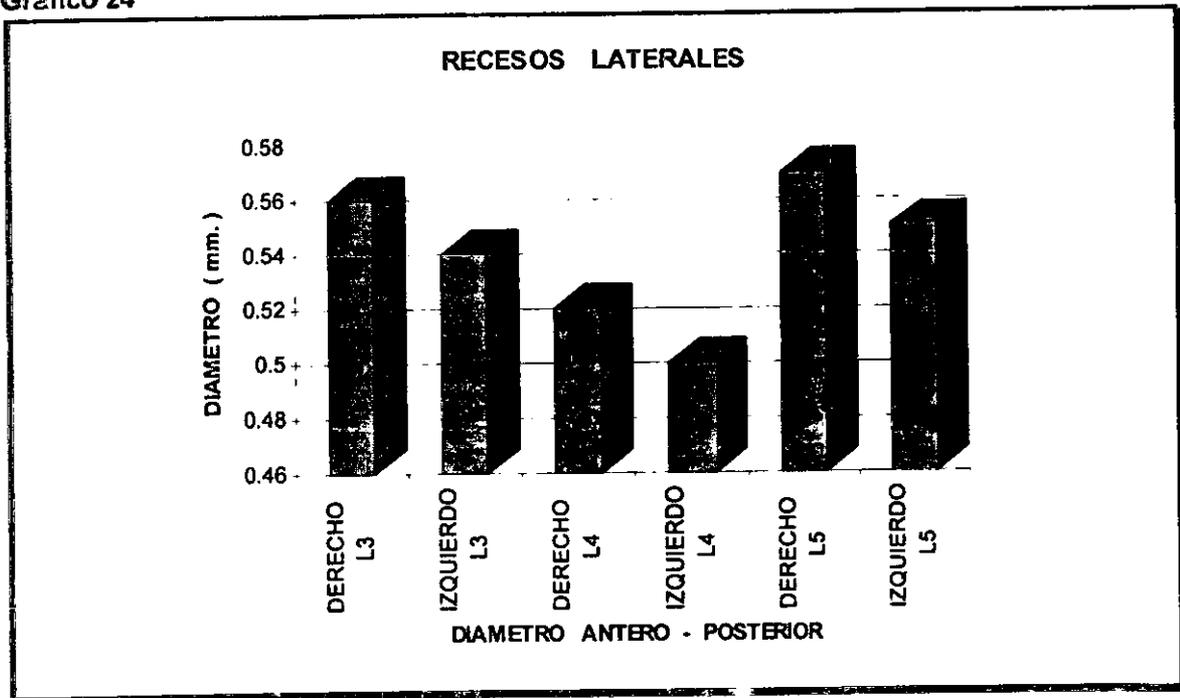
15.3.6. MORFOMETRIA DE LOS RECESOS LATERALES

Fueron valorados a través de reconstrucciones axiales de cada nivel vertebral, tanto de lado derecho e izquierdo, encontrándose longitudes similares en L3, L4 y L5, entre un rango de valores mínimos a máximos promedio de 0.50 a 0.57 cm.

Tabla 51

RECESOS LATERALES						
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (Cm.)						
DIAMETRO	L3		L4		L5	
	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	0.56	0.54	0.52	0.50	0.57	0.55
MINIMO	0.41	0.33	0.32	0.24	0.26	0.27
MAXIMO	0.85	0.85	0.71	0.83	1.13	1.14
SD	0.11	0.11	0.12	0.13	0.57	0.55

Gráfico 24



15.3.7. MORFOMETRIA DE LAS ARTICULACIONES INTERAPOFISARIAS

Fueron valoradas a través de perspectivas de reconstrucción posterior y axial, distinguiéndose tanto la articulación interapofisaria superior e inferior. La reconstrucción axial brindó una mayor apreciación de la apófisis superior en su diámetro antero - posterior, cuyos valores fueron en promedio similares en los 3 niveles y con un discreto predominio del diámetro de L3 sobre L4 y L5.

En el diámetro transverso, la proyección axial permitió delimitar los bordes desde la carilla articular al borde externo de la faceta articular, observándose que existe una apertura mayor a nivel de L5 y L4, y menor aún en L3. Una incidencia en reconstrucción posterior determinó una mejor apreciación del diámetro céfalo - caudal, dada la dirección perpendicular de la articulación interapofisaria inferior en la región lumbar, la cual nos ofrece un mejor conocimiento de esta área, en la que también se observó predominio de la longitud en L5, y valores semejantes en L3 y L4.

Tabla 52

ARTICULACIONES INTERAPOFISARIAS						
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (Reconstrucción. Axial - Cm.)						
DIAMETRO	L3		L4		L5	
	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	1.87	1.83	1.83	1.77	1.74	1.7
MINIMO	1.12	1.16	1.08	0.62	1.11	0.6
MAXIMO	2.22	2.4	2.26	2.28	2.29	2.96
SD	0.29	0.29	0.29	0.4	0.36	0.45

Gráfico 25

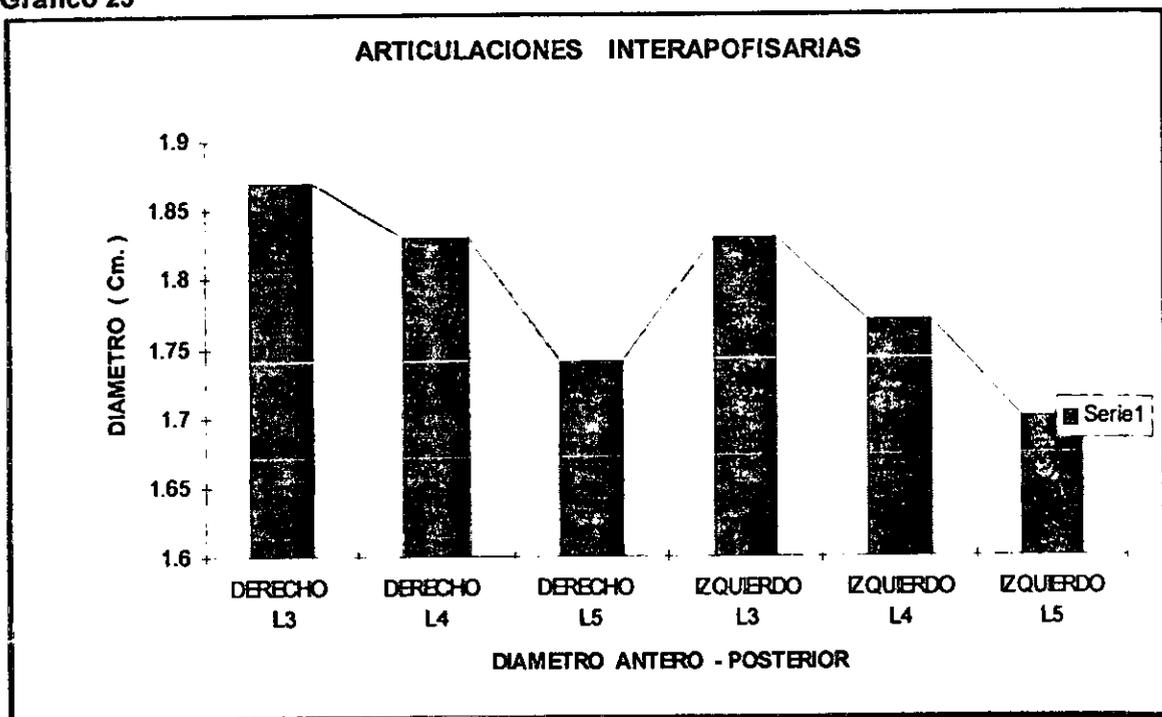


Tabla 53

ARTICULACIONES INTERAPOFISARIAS						
DIAMETRO TRANSVERSO (Reconstrucción Axial - Cm.)						
	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	0.6	0.57	0.59	0.57	0.69	0.7
MINIMO	0.39	0.36	0.4	0.32	0.4	0.37
MAXIMO	0.92	0.75	0.8	0.89	1.19	1.18
SD	0.13	0.1	0.11	0.11	0.17	0.17

Gráfico 26

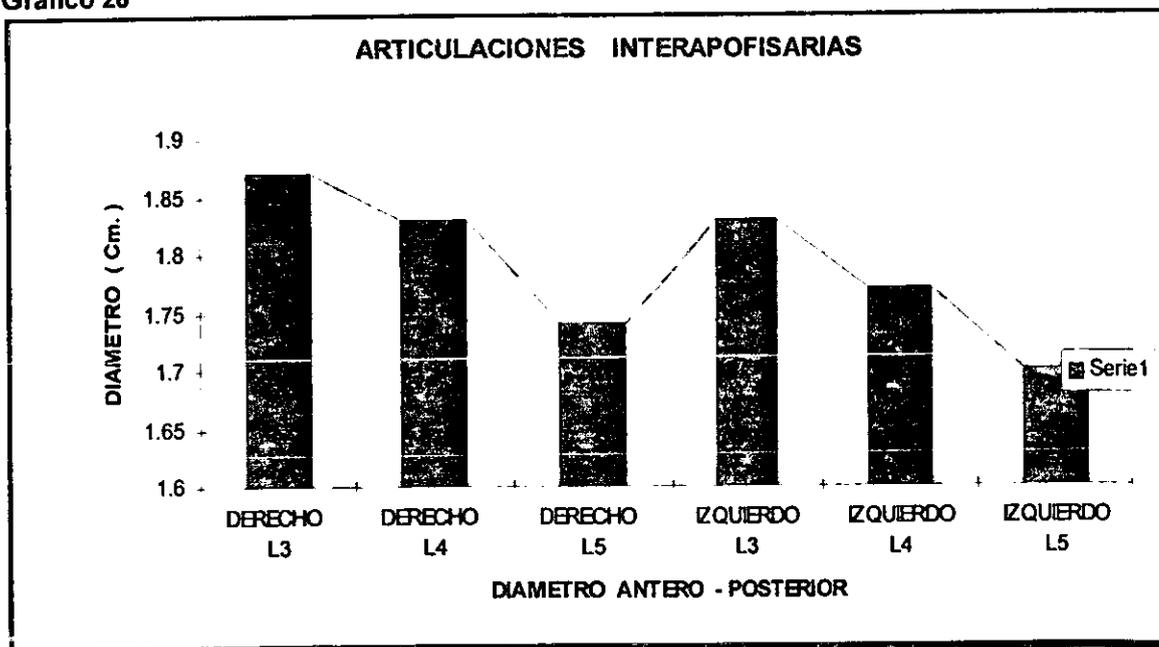
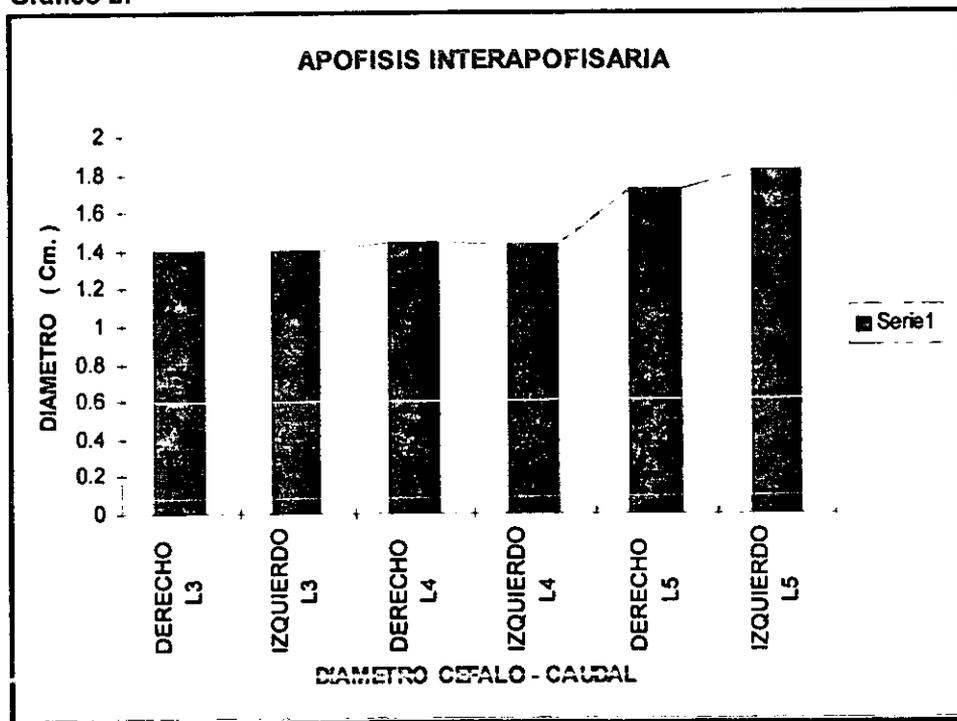


Tabla 54

ARTICULACIONES INTERAPOFISARIAS						
DIAMETRO CEFALO - CAUDAL (Cm.)						
DIAMETRO	L3		L4		L5	
	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	1.4	1.4	1.44	1.43	1.72	1.82
MINIMO	0.79	0.68	0.89	0.7	0.93	1.11
MAXIMO	1.91	1.91	2.1	1.82	2.39	2.62
SD	0.27	0.31	0.25	0.23	0.39	0.41

Gráfico 27



15.3.8. MORFOMETRIA DE LA APOFISIS TRANSVERSA

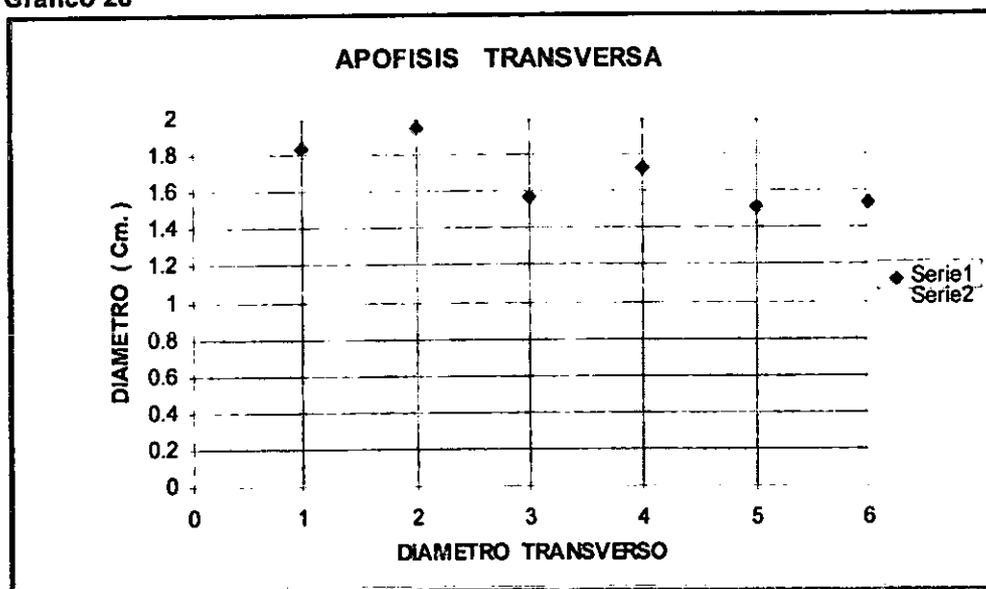
En reconstrucciones posteriores se demostró claramente una longitud mayor en sentido **transverso o medio - lateral** a nivel de L3, con un rango promedio de 1.9 cm., y con un decremento importante, de 1.7 cm. y 1.5 cm en L4 y L5, respectivamente. L3 del lado izquierdo, presentó una diferencia estadísticamente significativa en este diámetro, mayor en el sexo masculino con un rango de 2.33 cm. con respecto al sexo femenino de 1.82 cm., y una media de diferencia 0.5096 cm.

En lo que se refiere a la altura de la apófisis transversa, ésta posee un claro predominio a nivel de L5. A nivel de L3 del lado izquierdo, el sexo masculino presenta un valor estadísticamente significativo mayor en relación al sexo femenino, de 1.41 cm. a 1.21 cm., respectivamente. De igual forma, en L4 del lado izquierdo existe una diferencia entre los dos sexos, mayor en el sexo masculino con 1.26 cm., y menor en el sexo femenino con 1.02 cm. de diámetro.

Tabla 55

APOFISIS TRANSVERSA						
DIAMETRO TRANSVERSO (Cm.)						
DIAMETRO	L3		L4		L5	
	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	1.83	1.95	1.57	1.72	1.51	1.54
MINIMO	0.75	0.81	0.65	0.83	0.52	0.78
MAXIMO	2.94	3.28	2.31	2.6	2.29	2.52
SD	0.51	0.49	0.38	0.47	0.38	0.39

Gráfico 28



1. = L3 Derecho
2. = L3 Izquierdo

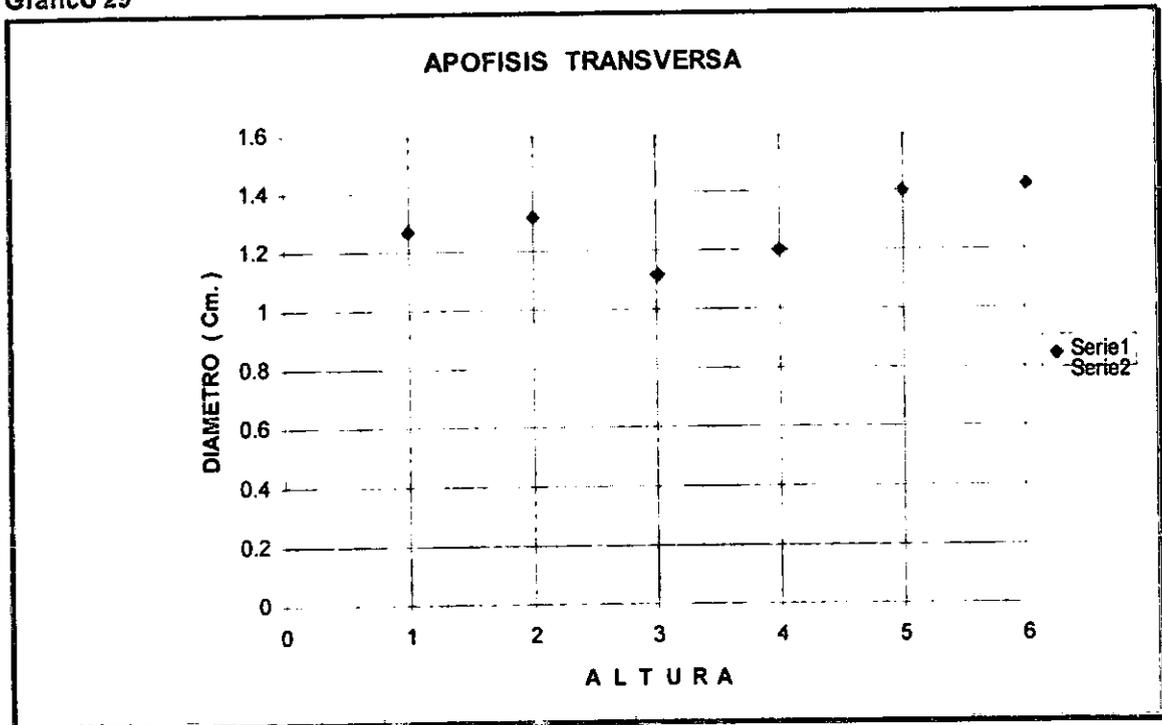
3. = L4 Derecho
4. = L4 Izquierdo

5. = L5 Derecho
6. = L5 Izquierdo

Tabla 56

APOFISIS TRANSVERSA						
ALTURA (Cm.)	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	1.27	1.32	1.12	1.2	1.4	1.42
MINIMO	0.86	0.98	0.66	0.69	0.58	0.89
MAXIMO	1.64	1.61	1.63	1.79	1.86	2.04
SD	0.23	0.18	0.27	0.28	0.33	0.3

Gráfico 29



1. = L3 Derecho
2. = L3 Izquierdo

3. = L4 Derecho
4. = L4 Izquierdo

5. = L5 Derecho
6. = L5 Izquierdo

15.3.9. MORFOMETRIA DEL ESPACIO INTERTRANSVERSO

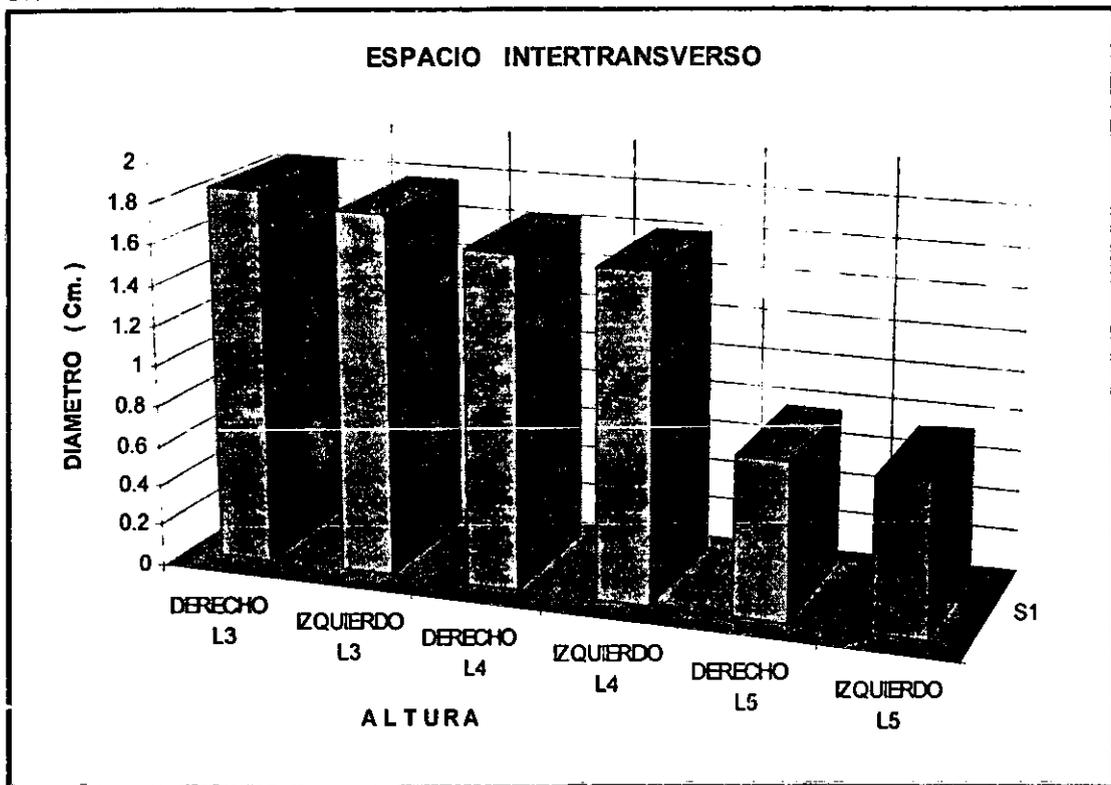
Valorado mediante reconstrucciones posteriores, y correlacionada dicha proyección en el sentido de acceso quirúrgico, posee diámetros de mayor amplitud a nivel de L3 - L4, con un rango promedio de 1.8 cm. a 1.6 cm en L4- L5 y significativamente pequeño entre L5 - S1 con 0.75 cm., lo que cuantitativamente consideramos que dificulta la manipulación quirúrgica de esta área en particular.

Presenta una diferencia estadísticamente significativa mayor en el espacio entre L4 - L5 en el sexo femenino, con un valor promedio de 2.04 cm., en relación al sexo masculino, con un diámetro promedio de 1.62 cm.

Tabla 57

AL T U R A (C m .)		E S P A C I O I N T E R T R A N S V E R S O				
		L3		L4		L5
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	1.85	1.78	1.64	1.61	0.78	0.75
MÍNIMO	0.93	0.98	0.68	0.48	0.28	0.19
MAXIMO	2.7	2.72	2.62	2.47	1.46	1.74
SD	0.43	0.43	0.49	0.45	0.31	0.34

Gráfico 30



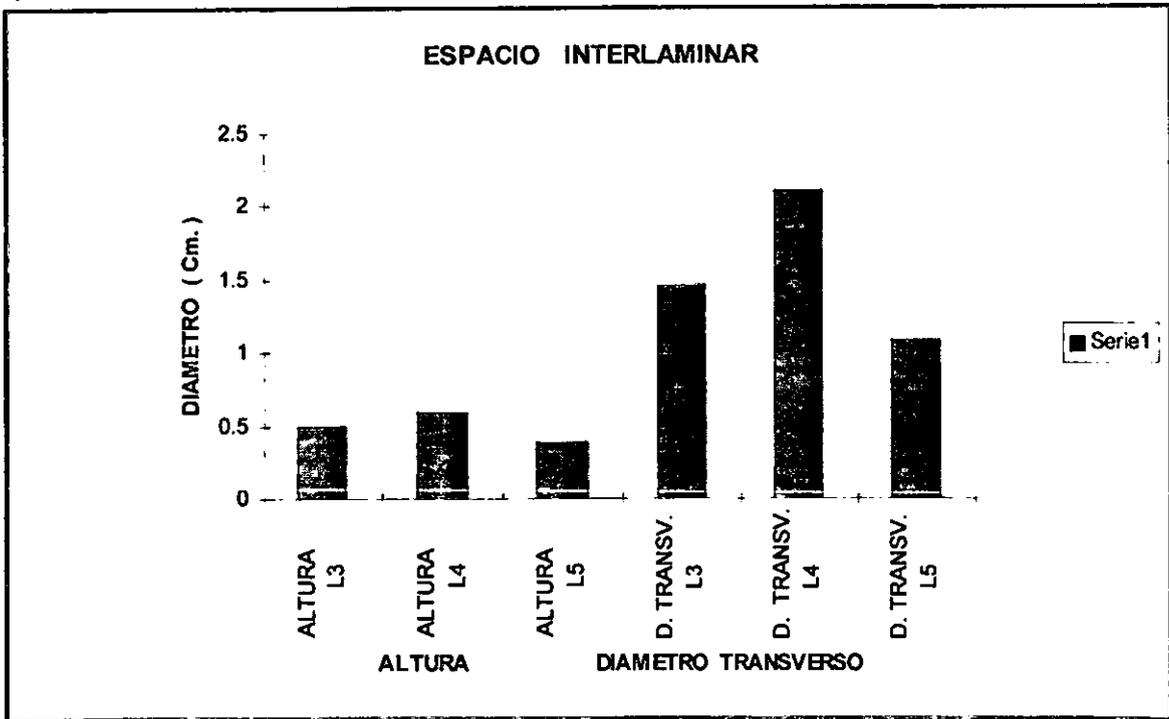
15.3.10. MORFOMETRIA DEL ESPACIO INTERLAMINAR

Fue valorado a través de reconstrucciones posteriores en 3D, obteniéndose a nivel de L3 una altura de 0.49 cm. y un diámetro transverso de 1.45 cm. ; de la misma forma en L4, una altura de 0.59 cm y una amplitud de 2.10 cm. ; en L5, presentó una altura de 0.38 cm. y en sentido transverso un diámetro de 1.09 cm.

Tabla 58

ESPACIO INTERLAMINAR						
DIAMETRO (Cm.)	AL T U R A			DIAMETRO TRANSVERSO		
	L3	L4	L5	L3	L4	L5
MEDIA	0.49	0.59	0.38	1.45	2.10	1.09
MINIMO	0.40	0.30	0.22	0.74	1.29	0.66
MAXIMO	0.78	1.04	0.72	1.85	2.86	1.72
SD	0.16	0.19	0.21	0.36	0.45	0.36
SD= Desviación estándar						

Gráfica 31



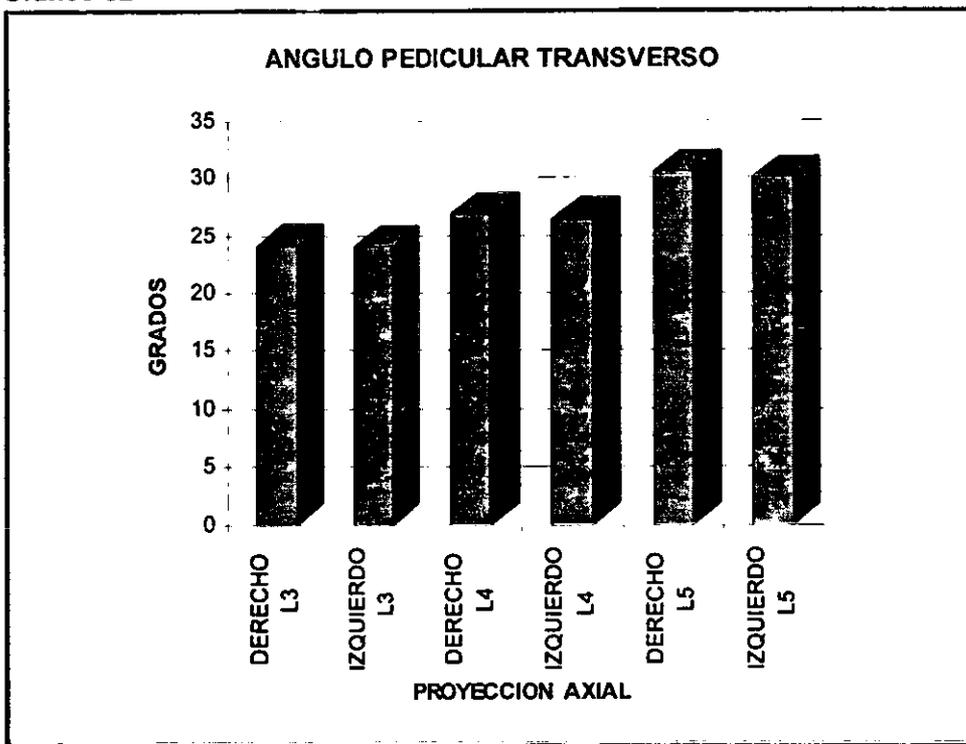
15.3.11. ANGULO PEDICULAR TRANSVERSO

Fue determinado mediante reconstrucciones axiales independientes de cada nivel, tanto de L3, L4 y L5, presentando una apertura progresiva de la angulación del eje pedicular, valorado cuantitativamente mediante las funciones de *diagnostic satellite console*, obteniéndose una angulación promedio en L3 de 24°, 26.8° en L4 y 30.4° en L5, con un margen de amplitud mínimo de 20° y máximo de 35°, lo cual es representado en las siguientes tablas y gráficas :

Tabla 59

ANGULO PEDICULAR TRANSVERSO						
PROYECCION AXIAL	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	24.1°	24°	26.8°	26.4°	30.47°	29.97°
MINIMO	20°	20°	21°	20°	24°	24°
MAXIMO	29°	30°	32°	34°	37°	35°
SD	2.29°	0.44°	2.7°	2.98°	3.19°	2.67°

Gráfico 32



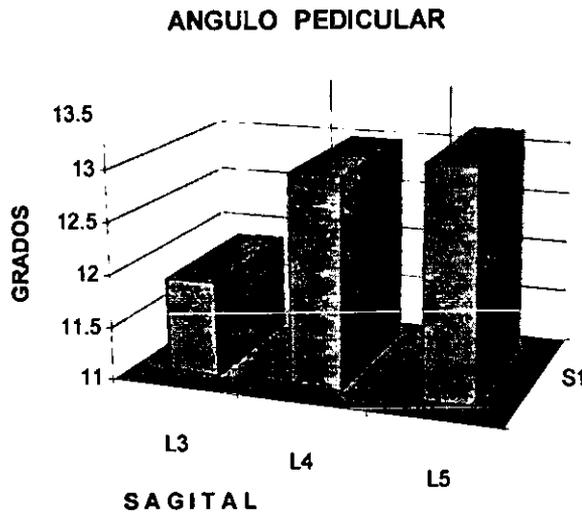
15.3.12. ANGULO PEDICULAR SAGITAL

Proyectado en reconstrucciones laterales de la región lumbar, las cuales presentan un incremento progresivo del valor de apertura sagital del pedículo en relación al eje horizontal del cuerpo vertebral, presentado un ángulo de 11.9° en L3, 13° en L4 y 13.17° en L5 como promedio en cada uno de los respectivos niveles.

Tabla 60

ANGULO PEDICULAR SAGITAL			
PROYECCION LATERAL	L3	L4	L6
DIAMETRO	L3	L4	L6
MEDIA	11.9°	13°	13.17°
MINIMO	6°	6°	6°
MAXIMO	21°	21°	21°
SD	4.3°	4.02°	4.56°

Gráfico 33



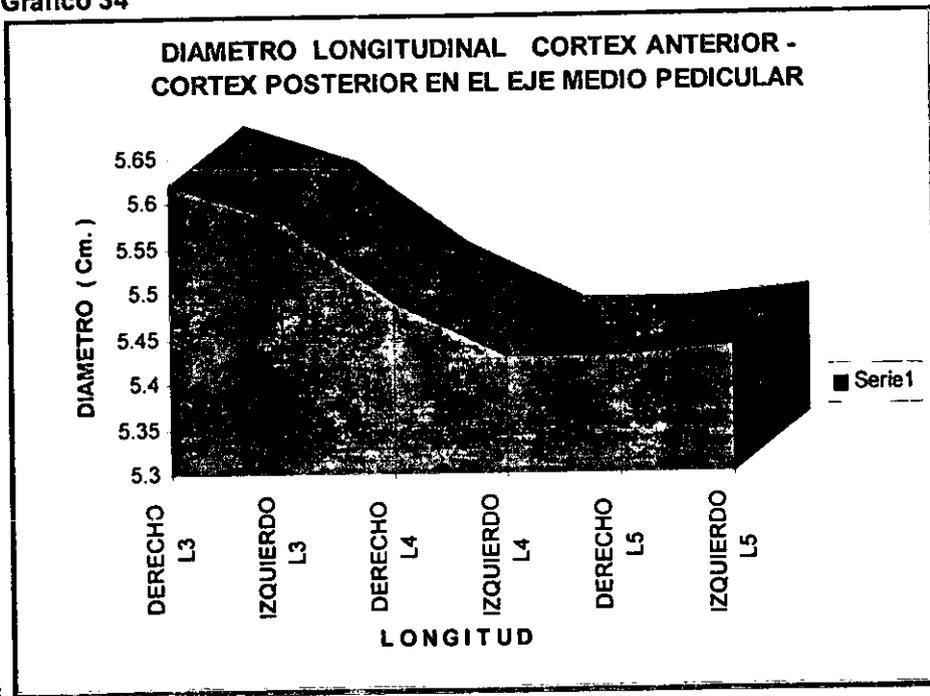
15.3.13. DIAMETRO LONGITUDINAL DESDE LA LINEA MEDIA DE LA CORTEZA ANTERIOR DEL CUERPO VERTEBRAL A LA CORTEZA POSTERIOR, A NIVEL DEL EJE MEDIO DEL PEDICULO

Este diámetro ha sido calculado a través de una línea longitudinal oblicua en sentido antero - posterior en cada vértebra de la región lumbar, desde L3 a L5, observándose una longitud mayor en L3 con un valor promedio de 5.62 cm., seguido de L4 con 5.49 cm. y 5.44 cm. en L5. Así :

Tabla 61

DIAMETRO LONGITUDINAL DESDE LA LINEA MEDIA DE LA CORTEZA ANTERIOR DEL CUERPO VERTEBRAL A LA CORTEZA POSTERIOR A NIVEL DEL EJE MEDIO DEL PEDICULO						
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (Cm.)						
	L3		L4		L5	
DIAMETRO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
MEDIA	5.62	5.58	5.49	5.43	5.43	5.44
MINIMO	4.63	4.83	4.2	4.02	4.64	4.55
MAXIMO	6.43	6.33	6.3	6.26	6.42	6.61

Gráfico 34



15.4. D I S C U S I O N

En el presente estudio, hemos demostrado las dimensiones vertebrales de la región lumbar desde L3 a L5, en donde más frecuentemente se presentan las hernias de disco lumbar, mediante el uso de imágenes de reconstrucción tridimensional, con las cuales hemos logrado obtener un panorama más amplio y objetivo al que usualmente se observa en TAC y/o IRM en 2D, teniendo acceso a una información más detallada a la regularmente descrita en el pasado, tanto de las áreas laterales, posteriores, y anteriores de la columna vertebral, de difícil acceso con el uso de otros métodos de imagen. Con esto consideramos que el cirujano podrá disponer de un nuevo método de valoración para obtener un mayor beneficio, precisión y seguridad en el momento de realizar el abordaje quirúrgico, que en el instante de ser escogido, puede evaluar previamente al procedimiento a través de una manipulación digital versátil, tanto de manera cualitativa como cuantitativa, y adaptarse a las necesidades y requerimientos que la técnica lo exija.

De este modo, hemos encaminado nuestra investigación para clarificar diferentes áreas topográficas, aplicando el uso de la 3D, con el fin de ofrecer una mayor información que anticipe las diversas situaciones del panorama quirúrgico y obtener mejores resultados de la cirugía espinal, con interés particular en la región medio - lateral de la columna vertebral, debido a que pocas han sido las descripciones anatómicas en este nivel, en donde cada vez se ha ido extendiendo el enfoque de los accesos quirúrgicos en el tratamiento de las hernias de disco de estas áreas, las cuales requieren de un conocimiento cabal y detallado para realizar estos procedimientos, y que en la actualidad gracias al mancomunado esfuerzo en las investigaciones de médicos y especialistas en informática, el uso de estos sistemas nos brindan la oportunidad de abrir nuevas perspectivas de diagnóstico y valoración, en relación a los estudios convencionales en este tipo de patología.

Así también, hemos creído necesario contribuir en el conocimiento de los parámetros morfométricos de la región lumbar que se presenta en nuestro ámbito latinoamericano, y poder discernir con otros legados, con el propósito de valorar las diferentes variaciones de rangos normales con aquellos patológicos y con respecto a otros grupos étnicos, los cuales coadyuvarán no sólo en la cirugía de hernia de disco, sino en la orientación diagnóstica y de los diferentes procedimientos de instrumentación quirúrgica que en la actualidad han surgido, con alentadores resultados en nuestro medio.

En este estudio se ha valorado a aquellos pacientes con síndrome de compresión radicular secundaria a hernia de disco de la región lumbar, que al igual que en las diversas series, ésta se presenta en un grupo poblacional económicamente activo, con un promedio de edad obtenido de 38 años, tanto en el sexo masculino y como en el femenino. En general, no hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre la morfología de la región lumbar del sexo masculino y femenino, a excepción de algunas áreas anatómicas independientes del contexto global en la valoración quirúrgica, y que enumeramos a continuación :

- El diámetro transversal inferior del cuerpo vertebral de L4.
- La altura del pedículo del lado derecho de L4.
- El diámetro transversal del pedículo del lado derecho de L4.
- El diámetro transversal de la apófisis transversal de L3 del lado izquierdo.
- La altura de la apófisis transversal de L3 del lado izquierdo.
- La altura de la apófisis transversal de L4 del lado izquierdo.

Entre las características morfométricas del cuerpo vertebral, determinamos que los diámetros transversos presentan un patrón de incremento progresivo en la región lumbar desde L3 a L5, mayor en el borde inferior, con respecto al anterior y medio, con características métricas semejantes a las reportadas por Fang, *et al.*¹¹⁸ y Postacchini, *et al.*¹¹⁹

Tabla 62

CUERPO VERTEBRAL				
DIAMETRO TRANSVERSO (mm.)				
NIVEL	COL. ITALIANOS	COL. HINDUES	COL. ASIATICOS	ESTUDIO ACTUAL
L3	44	40	39.5	43.5
L4	47	41	42.0	45.6
L5	49	43	46.7	47.4

Col.= Columnas

Entre otros aspectos, muchos autores han dado énfasis a los parámetros morfométricos a nivel de los pedículos, debido al gran interés que existe en la actualidad en los procedimientos de fijación espinal mediante el uso de tornillos transpediculares, pero también hemos considerado imprescindible en la cirugía de hernia de disco, para orientar en la localización de la raíz nerviosa, tanto a nivel intraforaminal y/o extaforaminal. Los diámetros pediculares en sentido céfalo - caudal determinados en nuestra investigación, que poseen un rango promedio de 15.6 mm. en L3, 14.4 mm en L4 y 15.6 mm en L5, representan una escasa diferencia con la de la serie de Hou,¹²⁰ *et al.*, Olsewski, *et al.*, Berry, *et al.*, y Zindrick, *et al.*. Así tenemos :

Tabla 63

P E D I C U L O S					
A L T U R A (mm.)					
NIVEL	HOU, ET AL.	OLSEWSKI, ET AL.	BERRY, ET AL.	ZINDRICK, ET AL.	ESTUDIO ACTUAL
L3	14.7	15.0	14.6	14.9	15.6
L4	15.0	14.9	13.0	14.8	14.4
L5	19.8	16.2	13.8	14.0	15.6

Del mismo modo, el ancho o diámetro transversal de los pedículos presentan rangos que varían entre 6.4 mm. a 13 mm en L3, 6.1 mm a 16.2 en L4, 8.2 mm a 20 mm en L5, semejantes a la de los autores anteriormente mencionados.

Tabla 64

P E D I C U L O S					
DIAMETRO TRANSVERSO (mm)					
NIVEL	HOU, ET AL	OLSEWSKI, ET AL	BERRY, ET AL.	ZINDRICK, ET AL	ESTUDIO ACTUAL
L3	9.2	9.6	9.2	10.3	9.7
L4	10.5	12.5	10.3	12.9	11.1
L5	12.9	18.4	10.9	18.0	13.7

Debido a la dificultad que representa la valoración del diámetro antero- posterior en los pedículos con los estudios convencionales, escasas son las referencias de este parámetro, la que seguramente determinada mediante la reconstrucción 3D, nos permite dar un punto de apoyo necesario para complementar la información en tres dimensiones del espacio en los accesos quirúrgicos para hernia de disco en este nivel, cuyos diámetros obtenidos fueron menores a nivel de L5 (5.5 mm. - 6.4 mm.), los cuales se incrementaron en forma ascendente hacia L3 (7.8 mm. - 8 mm).

Varias investigaciones han sido realizadas alrededor de la anatomo-patología del conducto raquídeo, una de las series más amplias que ha sido realizadas por Eisenstein,¹²¹ determinó mediante el estudio de 2.166 vértebras lumbares en individuos negros y caucásicos africanos, el diámetro sagital promedio normal equivalente a 16 mm, con un límite inferior normal de 13 mm., y a su vez el diámetro interpedicular valorado en 23 mm. Ullrich, *et al*¹²² también han reportado, mediante el uso de tomografía computada, diámetros normales en sentido antero- posterior de 11.5 mm y 16 mm en sentido trasverso. Fang, *et al*.¹²³ han referido dimensiones del conducto raquídeo de 19.3 mm en L3, 18.6 mm. en L4 y 17.8 mm. en L5 en el diámetro sagital, y de 22.8 mm. en L3, 23.3 mm. en L4 y 24.8 mm. en L5 en el diámetro trasverso.

En el presente trabajo hemos determinado valores en el diámetro antero - posterior o sagital, con un diámetro promedio de 13.6 mm en L3, 14 mm en L4 y 15.2 mm. en L5, encontrándose entre los 30 casos estudiados, un 6% de pacientes a nivel de L5 y un 12% de casos a nivel de L4 con rangos inferiores que alcanzaban hasta 10 y 11 mm. En cuanto al diámetro interpedicular presentan características similares a la de las diferentes series reportadas de los autores mencionados anteriormente, con cifras en promedio de 21 mm en L3, 21.5 mm en L4 y 23.4 mm. en L5.

Tabla 65

CONDUCTO RAQUIDEO				
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (mm.)				
NIVEL	POSTACCHINI, ET AL. COL. ITALIANOS	POSTACCHINI, ET AL. COL. HINDUES	FANG, ET AL. COL. ASIATICOS	ESTUDIO ACTUAL
L3	15.8	13.7	19.3	13.6
L4	15.1	13.8	18.6	14.0
L5	16.1	14.0	17.8	15.2

Col.= Columnas

Tabla 66

CONDUCTO RAQUIDEO				
DIAMETRO INTERPEDICULAR (mm.)				
NIVEL	POSTACCHINI, ET AL. COL. ITALIANOS	POSTACCHINI, ET AL. COL. HINDUES	FANG, ET AL. COL. ASIATICOS	ESTUDIO ACTUAL
L3	22.7	19.9	22.8	21
L4	25.9	21.1	23.3	21.5
L5	24.8	22.8	24.8	23.4

Col.= Columnas

El advenimiento de la TAC hizo posible el estudio de áreas anteriormente poco conocidas, como es el caso de la valoración de los recesos laterales, pudiendo definir cuantitativamente los parámetros de normalidad, y reconocer patologías, como la estenosis, que requieren de descompresión quirúrgica a este nivel. Ciric, *et al.*,¹²⁴ en 1980 reportaron la presencia de diámetros menores de 2 mm. en relación a estenosis, y valores inferiores de 5 mm con probabilidad de esta alteración; Postacchini, *et al.*,¹²⁵ determinaron diámetros 6 - 7 mm. en estudios de italianos e hindúes. En esta investigación hemos obtenido un diámetro promedio entre 5 mm a 5.7 mm., con un patrón de longitud similar desde L3 a L5.

Tabla 67

RECESOS LATERALES				
DIAMETRO ANTERO - POSTERIOR (mm.)				
NIVEL	POSTACCHINI, ET AL. COL. ITALIANOS	POSTACCHINI, ET AL. COL. HINDUES	FANG, ET AL. COL. ASIATICOS	ESTUDIO ACTUAL
L3			6.0	5.6
L4	7.3	6.6	5.7	5.2
L5	6.2	5.9	5.6	5.7

Col.= Columnas

Las descripciones cuantitativas del arco posterior vertebral de la región lumbar son escasas, a pesar de los frecuentes accesos quirúrgicos realizados por esta región, por lo que realizamos un análisis en las 3 dimensiones del espacio de esta área topográfica, considerando la importancia potencial de reconocer con exactitud los parámetros anatómicos para orientar un adecuado abordaje quirúrgico. Entre las estructuras que primero identificamos para definir una adecuada exposición quirúrgica del contenido intraneural, corresponde a las láminas, cuyo diámetro en sentido céfalo - caudal, presentó una mayor longitud a nivel de L3 en su borde medial, con un valor promedio de 23.8 mm., notándose un decremento progresivo de su longitud hacia L5, con un cifra promedio de 16.6 mm; en sentido transverso, hacia el borde lateral, su longitud se incrementó en L5, con un valor promedio de 14.3 mm., menor hacia L3 cuya media es de 11.3 mm. El espesor en reconstrucciones laterales observado fue desde 9 mm en L3 hasta 14 mm a nivel de L5. A nivel del espacio interlaminar hemos denotado una mayor amplitud a nivel del espacio L4-L5, en relación a L2-L3 y L5-S1, siendo el diámetro más reducido a nivel de esta última.

Un recorrido panorámico a través de los límites intertransversos dirigidos hacia los agujeros intervertebrales (cara lateral de la columna vertebral) fue posible con el uso de reconstrucción tridimensional, debido a la resolución y capacidad cinemática de este sistema, que permite en forma clara, global y versátil abordar estas áreas topográficas, en relación a los estudios convencionales en 2D, permitiendo un más amplio conocimiento y valoración de la configuración normal y/o patológica analógicos de esta región, para así encaminar a la cirugía a una remoción ósea adecuada para exponer la raíz nerviosa. Para realizar los abordajes laterales para hernias de disco extraforaminales, es necesario valorar previamente el espacio intertransverso, cuya valoración cuantitativa determinada en la presente investigación es de 17.8 - 18.5 mm en L3, 16.1 - 16.4 mm en L4 de diámetro, sufriendo un acortamiento importante en L5, establecido en una longitud de 7.5 - 7.8 mm, que cuando no se conoce, puede hacer fracasar la realización de este tipo de accesos. De igual manera, en la patología de hernia de disco, los agujeros intervertebrales

sufren cambios en su configuración y diámetro, por lo que deberán conocerse antes de realizar un procedimiento quirúrgico por vía lateral, o bien ser valorados para una adecuada selección de los pacientes y una segura instrumentación en los procedimientos percutáneos, para los cuales consideramos la 3D puede coadyuvar para definir más claramente este nivel; al igual, las facetas articulares, suelen presentar cambios secundarios a procesos inflamatorios crónicos o degenerativos que deberán determinarse previamente a la realización de facetectomías totales, foraminotomías, etc. Así tenemos que, el diámetro céfalo - caudal del agujero intervertebral observado en esta investigación fue de un promedio de 8.8 mm. en L5 con un incremento ascendente hacia L3 de 11.5 mm ; en sentido antero - posterior el rango fue de 8.1 mm en L3, 8.9 mm. en L4, con un incremento mayor en L5 hasta 9.5 mm. Las articulaciones interapofisarias presentaron diámetros similares a nivel de L3 y L4 con una longitud de 18.3 mm, siendo discreta la diferencia con respecto a L5 que presentó 17.4 mm de diámetro promedio. En sentido transverso presentaron valores similares en los tres niveles entre 5 a 7 mm de longitud.

Valores como la angulación transversal y sagital de los pedículos, nos permite conocer la reconstrucción tridimensional *in vivo*, aportando parámetros para una mayor exactitud, aplicados generalmente en diversas técnicas de instrumentación de la columna vertebral, como por ejemplo, es el caso de los procedimientos de fijación mediante tornillos transpediculares. De este modo, hemos obtenido que el ángulo pedicular sagital presenta un incremento de la inclinación caudal desde L3, a L4 y L5 en nuestra población investigada, con un valor promedio de 11.9°, 13° y 13.17°, respectivamente ; al igual, el ángulo pedicular transverso, presenta un incremento de apertura lateral, en forma progresiva y ascendente desde L3 a L5, asimétrico entre el lado derecho e izquierdo, con un valor promedio de apertura de ángulo de 24.1° - 24° en L3, 26.8° - 26.4° en L4 y 30.47° - 29.9° en L5, del lado derecho e izquierdo, respectivamente.

En lo que se refiere a la longitud establecida desde la corteza anterior en la línea media del cuerpo vertebral hacia la corteza posterior siguiendo el eje pedicular medio, puede coadyuvar dicha información en los procedimientos quirúrgicos anteriormente descritos, los que en este estudio tuvieron una longitud de 54 mm en L4 y L5, y 56 mm. en L3.

Tabla 68

DIAMETRO LONGITUDINAL DESDE LA CORTEZA ANTERIOR MEDIA DEL CUERPO VERTEBRAL HACIA LA CORTEZA POSTERIOR DEL EJE MEDIO DEL PEDICULO			
NIVEL	HOU, ET AL.	ZINDRICK, ET AL.	ESTUDIO ACTUAL
L3	55.6	44.4	56.2
L4	53.9	40.7	54.9
L5	51.9	33.7	54.3

Como corolario, consideramos que este nuevo estudio de imagen de reconstrucción tridimensional complementa el arsenal multimodal de diagnóstico y valoración quirúrgicos, particularmente de aquellos casos en que los sistemas en 2D no brinden la información necesaria que la exactitud de la cirugía lo requiere. La revolución en la tecnología, en la actualidad permite tener acceso al uso de sistemas que conllevan hacia nuevas experiencias, basadas en la aplicación de técnicas que ofrecen una mayor seguridad y precisión, para lo que el cirujano requerirá familiarizarse con estos recientes métodos, de localización y diagnóstico, que difieren de las técnicas de imagen convencionales, cuyas herramientas permitirán un refinamiento en el manejo quirúrgico, y que seguramente en el futuro brindarán mayores e innovadoras perspectivas en la cirugía de hernia de disco, y en general, en la cirugía de columna vertebral.

C O N C L U S I O N E S

- La reconstrucción tridimensional permite definir adecuadamente la proporción volumétrica y la morfología estructural de la columna vertebral.
- La precisión cuantitativa de la imagen en 3D ofrece una valoración analógica y objetiva de la topografía de la columna vertebral.
- En la reconstrucción tridimensional, las diversas funciones de evaluación como son : mediciones de distancia, ángulos, sustracción de imágenes, proceso de imágenes múltiples, ampliación de imagen y procesos cinéticos por escena, permiten un reconocimiento global y una visión más precisa de la estructura vertebral, que la realizada con los métodos convencionales.
- El sistema de valoración en 3D brinda, mediante el uso de la informática, una nueva aplicación y perspectiva del manejo, diagnóstico y diseños quirúrgicos, a través del conocimiento de la anatomía cuantitativa o matemática de la patología de la columna vertebral.
- El presente estudio cuantitativo en 3D de la región lumbar realizado en nuestro medio, nos permite reconocer el patrón morfológico de su población, a través del cual puede diagnosticar y evaluar los parámetros normales de los patológicos, al igual que comparar sus resultados con otras investigaciones al respecto.
- El conocimiento de nuevas referencias quirúrgicas en las 3 dimensiones del espacio nos brindan una mayor orientación en la manipulación e instrumentación quirúrgica.
- El sistema en 3D nos permitió complementar conocimientos en la descripción anatómica cuantitativa del complejo vertebral de la región lumbar el mismo que anteriormente no era posible con sistemas 2D u otros sistemas de medición, en forma versátil y precisa.
- La reconstrucción en 3D mediante el cálculo o trazo matemático en el monitor de imagen permite diseñar previamente abordajes quirúrgicos volumétricos, los que nos brindan precisión y seguridad al momento de llevar a cabo una cirugía de columna vertebral.
- El uso de la 3D ha proporcionado un fácil acceso hacia áreas topográficas que antes eran de difícil valoración en la región lumbar mediante sistemas en 2D, en particular de la región lateral (foraminal y extraforaminal) de la columna vertebral, su conocimiento coadyuvará al diagnóstico y diseño del acceso quirúrgico en estos niveles.
- La reconstrucción en 3D al momento no permite un adecuado contraste entre el contenido intraneural y óseo, como tampoco una valoración biomecánica y dinámica de la columna vertebral.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ¹GOTT, C. : *Evolución de la Posición Erecta del Hombre y Espalda Dolorosa*. Ortopedia Clínica, Editorial Interamericana, México D.F., 1957, pp. 8 - 16.
- ²RAY, Ch. : *Clinical Neurosurgery as it Relates to the Lumbar Spine : What it Does versus What it Says*. Neurosurgery, Vol. 29, No. 6, 1991, pp. 937 - 942.
- ³NACHEMSON, A. L. *The Lumbar Spine : An Orthopaedic Challenge*. Spine 1 : 59, 1976.
- ⁴RAY, Ch. : *Clinical Neurosurgery as it Relates to the Lumbar Spine : What it Does versus What it Says*. Neurosurgery, Vol. 29, No. 6, 1991, pp. 937 - 942.
- ⁵ROTHMAN, R. , Simeone, F. : *The Spine* . Third Edition, Edit. W.B. Saunders Company, United States of America. 1992, p. 671.
- ⁶ROTHMAN, R. , Simeone, F. : *The Spine* . Third Edition, Edit. W.B. Saunders Company, United States of America. 1992, p. 672.
- ⁷BELL, G. R., Rothman, R. H. : *The Conservative Treatment of Sciatica*. Spine 9 : 54, 1984.
- ⁸MALCOM I. V. J. : *The Lumbar Spine and Back Pain*. Third Edition, Churchill Livingstone, Great Britain, 1987, p. 56.
- ⁹FAIRBANK, Jeremy C. T. and Paul B. Pynsent ed. , *Back Pain Classification of Syndromes*. Manchester University Press, Manchester, 1990, pp. 9 - 19.
- ¹⁰FAIRBANK, Jeremy C. T. and Paul B. Pynsent ed. , *Back Pain Classification of Syndromes*. Manchester University Press, Manchester, 1990, pp. 23 - 36.
- ¹¹MALCOM I. V. J. : *The Lumbar Spine and Back Pain*. Third Edition, Churchill Livingstone, Great Britain, 1987, p. 74.
- ¹²EISENSTEIN, S. : *The Morphometry and Pathological Anatomy of the Lumbar Spine in South African Negroes and Caucasoids With Specific Reference to Spinal Stenosis*. The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 59-B, No. 2, May, 1977, pp. 173 - 180.
- ¹³FANG, D., et al. : *Computed Tomographic Osteometry of the Asian Lumbar Spine*. Journal of Spinal Disorders, Vol. 7, No. 4, 1994, pp. 307 - 316.
- ¹⁴POSTACCHINI, F., et al. : *Morphometry of the Lumbar Vertebrae*. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 172, January - February, 1983, pp. 297 - 303.
- ¹⁵POSTACCHINI, F., et al. : *Computerised Tomography in Lumbar Stenosis*. The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 62-B, No. 1, February, 1980, pp. 78 - 82.
- ¹⁶STEPHENS, M., et al. : *Lumbar Intervertebral Foramina. An in Vitro Study of Their Shape in Relation to Intervertebral Disc Pathology*. Spine, Vol. 16, No. 5, 1991, p. 525.
- ¹⁷STEPHENS, M., et al. : *Lumbar Intervertebral Foramina. An in Vitro Study of Their Shape in Relation to Intervertebral Disc Pathology*. Spine, Vol. 16, No. 5, 1991, p. 527-529.
- ¹⁸MORAN, J, et al. : *Transpedicular Screw Fixation*. Journal of Orthopaedic Research, 7 : 107 - 114, 1989.

- ¹⁹HOU, S., et al. : ***Pedicle Morphology of the Lower Thoracic and Lumbar Spine in a Chinese Population.*** Spine, Vol. 18, No. 13, 1993, pp. 1850 - 1855.
- ²⁰KIM, N. H., et al. : ***Morphometric Study of the Pedicles of Thoracic and Lumbar Vertebrae in Koreans.*** Spine, Vol. 19, No. 12, 1994, pp. 1390 - 1394.
- ²¹ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 101-102.
- ²²ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 102-105.
- ²³KADISH, L., et al. : ***Anomalies of the Lumbosacral Nerve Roots. An Anatomical Investigation and Myelographic Study.*** The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 66-B, No. 3 , May, 1984, p. 411.
- ²⁴KADISH, L., et al. : ***Anomalies of the Lumbosacral Nerve Roots. An Anatomical Investigation and Myelographic Study.*** The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 66-B, No. 3 , May, 1984, pp. 412 - 416.
- ²⁵ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 181-185.
- ²⁶ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 185-189.
- ²⁷ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 189-197.
- ²⁸PAPPAS, C., Harrington, T. , Volker, K, Sonntang, H : ***Outcome Analysis in 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations.*** Neurosurgery, Vol. 30, No. 6, 1992, p. 863.
- ²⁹ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, p. 673.
- ³⁰WEBER, H. : ***Lumbar Disc Herniation : A Controled, Prospective Study with Ten Years of Observation.*** Spine 8 : 131, 1983.
- ³¹ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, p. 684.
- ³²PAPPAS, C., Harrington, T. , Volker, K, Sonntang, H : ***Outcome Analysis in 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations.*** Neurosurgery, Vol. 30, No. 6, 1992, p. 863.
- ³³PAPPAS, C., Harrington, T. , Volker, K, Sonntang, H : ***Outcome Analysis in 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations.*** Neurosurgery, Vol. 30, No. 6, 1992, p. 863.
- ³⁴PAPPAS, C., Harrington, T. , Volker, K, Sonntang, H : ***Outcome Analysis in 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations.*** Neurosurgery, Vol. 30, No. 6, 1992, p. 863.
- ³⁵PAPPAS, C., Harrington, T. , Volker, K, Sonntang, H : ***Outcome Analysis in 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations.*** Neurosurgery, Vol. 30, No. 6, 1992, p. 863.
- ³⁶PAPPAS, C., Harrington, T. , Volker, K, Sonntang, H : ***Outcome Analysis in 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations.*** Neurosurgery, Vol. 30, No. 6, 1992, p. 863.

- ³⁷ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, p. 695.
- ³⁸ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, p. 696.
- ⁴⁰ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, p. 697.
- ⁴¹ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, p. 209.
- ⁴²OLMARKER, K., *et al.* : ***Single versus Double Level Nerve Root Compression. An Experimental Study on the Porcine Cauda Equina With Analyses of Nerve Impulse Conduction Properties.*** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 35 - 39.
- ⁴³ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 209 - 215.
- ⁴⁴ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 216- 218.
- ⁴⁵ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 216- 217.
- ⁴⁶BEST, B., *et al.* : ***Compressive Mechanical Properties of the Human Anulus Fibrosus and Their Relationship to Biochemical Composition.*** Spine, Vol. 19, No. 2, 1994, pp. 212 - 221.
- ⁴⁷ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 216- 218.
- ⁴⁸ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 125 - 126.
- ⁴⁹ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 126 - 127.
- ⁵⁰ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, p. 126.
- ⁵¹TORGENSON, W. R., Dotter, W. E. : ***Comparative Roentgenographic Study of the Asyntomatic and Syntomatic Lumbar Spine.*** J. Bone Joint Surg. 58A : 850 - 853, 1976.
- ⁵²DVORAK, J., Panjabi, M., *et al.* : ***Clinical Validation of Functional Flexion - Extension Roentgenograms of the Lumbar Spine.*** Spine, Vol . 16, No. 8, 1991, p. 944.
- ⁵³DVORAK, J., Panjabi, M.M., *et al.* : ***Functional Radiographic Diagnosis of the Lumbar Spine.*** Spine, Vol. 16, No. 5, 1991, pp. 563 - 571.
- ⁵⁴WHITE, A., Panjabi, M. : ***Clinical Biomechanics of the Spine.*** Edit. J.B. Lippincott Company, Second Edition, Philadelphia, Pensylvania, 1990.

- ⁵⁵ DENIS, F. : ***Spinal Instability as Defined by the Three - Column Spine Concept in Acute Spinal Trauma.*** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 189, October, 1984, pp. 65 - 76.
- ⁵⁶ ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saunders Company, United States of America. 1992, pp. 127 - 128.
- ⁵⁷ EPSTEIN, B. : ***Afecciones de la Columna Vertebral y de la Médula Espinal.*** Edit. Jims, Barcelona, 1965, pp. 514 - 525.
- ⁵⁸ HUDGINGS, R. : ***The Predictive Value of Myelography in the Diagnosis of Ruptures Lumbar Discs.*** J Neurosurg. Vol. 32, February, 1970, pp. 152 - 162.
ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saunders Company, United States of America. 1992, pp. 128 - 136.
- ⁵⁹ BAKER, M., *et al.* ***Lumbar Hernia : Diagnosis by CT.*** AJR 148 : 565 - 567, March, 1987, pp. 565 - 567.
HUDGINGS, R. : ***The Predictive Value of Myelography in the Diagnosis of Ruptures Lumbar Discs.*** J Neurosurg. Vol. 32, February, 1970, pp. 152 - 162
MOUFARRIJ, N., *et al.* : ***Computed Tomographic, Myelographic, and Operative Findings in Patients With Suspected Herniated Lumbar Discs.*** Neurosurgery, Vol. 12, No. 2, 1983, pp. 184 - 188.
- ⁶⁰ ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saunders Company, United States of America. 1992, p. 135.
- ⁶¹ BARROW, D., *et al.* : ***Clinical Indications for Computer - Assisted Myelography.*** Neurosurgery, Vol. 12, No. 1, 1983, pp. 47 - 57.
- ⁶² ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saunders Company, United States of America. 1992, pp. 135 - 136.
- ⁶³ NGUYEN, C., *et al.* : ***Utility of High - Dose Contrast Enhancement for Detecting Recurrent Herniated Intervertebral Discs.*** AJNR : 15, August, 1994, pp. 1291 - 1297.
OSBORN, A., *et al.* : ***CT / MR Spectrum of Far Lateral and Anterior Lumbar Disc Herniations.*** AJNR :9, July / August, 1988, pp. 775 - 778.
ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine .*** Third Edition, Edit. W.B. Saunders Company, United States of America. 1992, pp. 139 - 148.
- ⁶⁴ FISHMAN, E., Magid, D., *et al.* : ***Three- Dimensional Imaging.*** Radiology, Vol. 181, November, 1991, pp. 321 - 337.
- ⁶⁵ FISHMAN, E., Magid, D., *et al.* : ***Three- Dimensional Imaging.*** Radiology, Vol. 181, November, 1991, pp. 321 - 337.
KALANDER, W., *et al.* : ***Spiral Volumetric CT With Single-Breath-Hold Technique, Continuous Transport, Continuous Scanner Rotation.*** Radiology, Vol. 176, July, 1990, pp. 181 - 184.
VANNIER, M., *et al.* : ***Three Dimensional CT. Reconstruccion Images for Craniofacial Surgical Planning and Evaluation.*** Radiology, 1984 : 150, pp. 179 - 184.
- ⁶⁶ VANDERBURGH, D., *et al.* : ***Radiographic Assessment of Discogenic Disease of the Spine.*** Neurosurgery Clinics of North America, Vol. 4, No. 1, January , 1993, pp. 13 - 17.
- ⁶⁷ VANDERBURGH, D., *et al.* : ***Radiographic Assessment of Discogenic Disease of the Spine.*** Neurosurgery Clinics of North America, Vol. 4, No. 1, January , 1993, p. 18.

⁶⁸VOLLE, E., Kern, A., et al. : **CT Reconstruccion Technique in Lumbar Intraneuroforaminal Disc Herniation.** *Neuroradiology*, 1988, 30 : 138 - 144.

⁶⁹ROTHMAN, R. , Simeone, F. : **The Spine .** Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 783 - 784.

⁷⁰MINK, J. : **Imaging Evaluation of the Candidate for Percutaneous Lumbar Discectomy.** *Clinical Orthopaedics and Related Research*, No. 238, January, 1989, pp. 83 - 91.

⁷¹FISHER, W. : **Selection of Patients for Surgery.** *Neurosurgery Clinics of North America*, January, 1993, pp. 35 - 44.

⁷²FISHER, W. : **Selection of Patients for Surgery.** *Neurosurgery Clinics of North America*, January, 1993, pp. 35 - 44.

⁷³FINNESON, B., Schmideck, H : **Lumbar Discs Excision. Operative Neurosurgical Techniques.** Third Edition, Vol. II, 1995, pp. 1905 - 1909.
FISHER, W. : **Selection of Patients for Surgery.** *Neurosurgery Clinics of North America*, January, 1993, pp. 35 - 44.

⁷⁴FINNESON, B., Schmideck, H : **Lumbar Discs Excision. Operative Neurosurgical Techniques.** Third Edition, Vol. II, 1995, pp. 1905 - 1909.

⁷⁵ABRAMOVITZ, J., Neff, S. : **Lumbar Disc Surgery : Results of the Prospective Lumbar Discectomy Study of the Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and the Congress of Neurological Surgeons.** *Neurosurgery*, Vol. 29, No. 2, 1991, pp. 301 - 308.

⁷⁶PAPPAS, C., Harrington, T. , Volker, K, Sonntang, H : **Outcome Analysis in 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations.** *Neurosurgery*, Vol. 30, No. 6, 1992, p. 863.

⁷⁷DAVIS, R. : **A Long-Term Outcome Analysis of 984 Surgically Treated Herniated Lumbar Disc .** *J. Neurosurgery*, Vol. 80, March ,1994, pp. 415 - 421.

⁷⁸DAVIS, R. : **A Long-Term Outcome Analysis of 984 Surgically Treated Herniated Lumbar Disc .** *J. Neurosurgery*, Vol. 80, March ,1994, p. 416.

PAPPAS, C., Harrington, T. , Volker, K, Sonntang, H : **Outcome Analysis In 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations.** *Neurosurgery*, Vol. 30, No. 6, 1992, p. 863.

⁷⁹CASPAR, W., Campell, B., Barbier, D., et al. : **The Caspar Microsurgical Discectomy and Comparison With a Conventional Standard Lumbar Disc Procedure.** *Neurosurgery*, Vol. 28, No. 1, 1991, pp. 78 - 87.

EPSTEIN, B. : **Afecciones de la Columna Vertebral y de la Médula Espinal.** 2^{da} Edición, Edit. Jims, Barcelona, 1965, PP. 514 - 525.

NYSTROM, B. : **Experience of Microsurgical Compared with Conventional Technique in Lumbar Disc Operations.** *Acta Neurol. Scand.*, 1987 : 76, pp. 129 - 141.

⁸⁰ABRAMOVITZ, J., Neff, S. : **Lumbar Disc Surgery : Results of the Prospective Lumbar Discectomy Study of the Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and the Congress of Neurological Surgeons.** *Neurosurgery*, Vol. 29, No. 2, 1991, pp. 301 - 308.

⁸¹FISHER, W. : **Selection of Patients for Surgery.** *Neurosurgery Clinics of North America*, January, 1993, pp. 91 - 99.

⁸²WILLIAMS, R. : *Lumbar Disc Disease. Microdiscectomy.* Neurosurgery of North America, Vol. 4, No. 1, January, 1993, p. 109.

⁸³ROTHMAN, R. , Simeone, F. : *The Spine* . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 770 - 789.

⁸⁴WILLIAMS, R. : *Lumbar Disc Disease. Microdiscectomy.* Neurosurgery of North America, Vol. 4, No. 1, January, 1993, pp. 111 - 115.

⁸⁵WILLIAMS, R. : *Lumbar Disc Disease. Microdiscectomy.* Neurosurgery of North America, Vol. 4, No. 1, January, 1993, pp. 107 - 108.

⁸⁶KLEINPETER, G., et al. : *Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy : Minimally Invasive, But Perhaps Only Minimally Useful ?.* Surg. Neurol. 43 : 534 - 41, 1995.
MELVILLE, R., et al. : *The Intertransverse Approach to Extraforaminal Disc Protrusion in the Lumbar Spine.* Spine , Vol. 19, No. 23, 1994, pp. 2707 - 2714.
SEGNARBIEUX, F., et al. : *Disco-Computed Tomography in Extraforaminal and Foraminal Lumbar Disc Herniation : Influence on Surgical Approaches.* Neurosurgery, Vol . 34, No. 4, April , 1994, pp. 643 - 648.

⁸⁷MELVILLE, R., et al. : *The Intertransverse Approach to Extraforaminal Disc Protrusion in the Lumbar Spine.* Spine , Vol. 19, No. 23, 1994, p. 2712.
SEGNARBIEUX, F., et al. : *Disco-Computed Tomography in Extraforaminal and Foraminal Lumbar Disc Herniation : Influence on Surgical Approaches.* Neurosurgery, Vol . 34, No. 4, April , 1994, p. 645.

⁸⁸KUNOGI, J.I., et al. : *Diagnosis and Operative Treatment of Intraforaminal and Extraforaminal Nerve Root Compression.* Spine, Vol. 16, No. 11, 1991, pp. 1312 - 1320.
MELVILLE, R., et al. : *The Intertransverse Approach to Extraforaminal Disc Protrusion in the Lumbar Spine.* Spine , Vol. 19, No. 23, 1994, p. 2707 - 2714.
SEGNARBIEUX, F., et al. : *Disco-Computed Tomography in Extraforaminal and Foraminal Lumbar Disc Herniation : Influence on Surgical Approaches.* Neurosurgery, Vol . 34, No. 4, April , 1994, p. 643 - 648.

⁸⁹KUNOGI, J.I., et al. : *Diagnosis and Operative Treatment of Intraforaminal and Extraforaminal Nerve Root Compression.* Spine, Vol. 16, No. 11, 1991, p. 1317.

⁹⁰KUNOGI, J. I., et al. : *Diagnosis and Operative Treatment of Intraforaminal and Extraforaminal Nerve Root Compression.* Spine, Vol. 16, No. 11, 1991, pp. 1312 - 1320.

⁹¹HIJIKATA, S. : *Percutaneous Nucleotomy. A New Concept Technique and 12 Years' Experience.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 9 - 23.
KALANDER, W., et al. : *Spiral Volumetric CT With Single-Breath-Hold Technique, Continuous Transport, Continuous Scanner Rotation.* Radiology , Vol. 176, July, 1990, pp. 181 - 184.

⁹²SHEPPERD, J.A.N., et al. : *Percutaneous Disc Surgery.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 43 - 49.

⁹³ROTHMAN, S., et al. : *Computed Tomography of the Spine : Curved Coronal Reformations from Serial Images.* Radiology, Vol. 150, No. 1, 1984, pp. 185 - 189.
STERN, M. : *Early Experience With Percutaneous Lateral Discectomy.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 50 - 55.

⁹⁴HIJIKATA, S. : *Percutaneous Nucleotomy. A New Concept Technique and 12 Years' Experience.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 9 - 23.

- ⁹⁵GRAHAM, E. : *Percutaneous Posterolateral Lumbar Discectomy. An Alternative to Laminectomy in the Treatment of Backache and Sciatica.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 104 - 106
- HIJIKATA, S. : *Percutaneous Nucleotomy. A New Concept Technique and 12 Years' Experience.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 9 - 23.
- KAMBIN, P., et al. : *Percutaneous Lumbar Discectomy. Review of 100 Patients and Current Practice.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 24 - 34.
- SHEPPERD, J.A.N., et al. : *Percutaneous Disc Surgery.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 43 - 49.
- ⁹⁶ONIK, G., Marron, J., Davis, W. : *Automated Percutaneous Discectomy at the L5 - S1 Level. Use of a Curved Cannula.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 71 - 76.
- ⁹⁷ONIK, G., Marron, J., Davis, W. : *Automated Percutaneous Discectomy at the L5 - S1 Level. Use of a Curved Cannula.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 71 - 76.
- MARRON, J., Onik, G., et al. : *Percutaneous Automated Discectomy. A New Approach to Lumbar Surgery.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 64 - 72.
- ⁹⁸HIJIKATA, S. : *Percutaneous Nucleotomy. A New Concept Technique and 12 Years' Experience.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 9 - 23.
- ⁹⁹KAMBIN, P., et al. : *Percutaneous Lumbar Discectomy. Review of 100 Patients and Current Practice.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 24 - 34.
- ¹⁰⁰ROTHMAN, S., et al. : *Computed Tomography of the Spine : Curved Coronal Reformations from Serial Images.* Radiology, Vol. 150, No. 1, 1984, pp. 185 - 189.
- ¹⁰¹SHEPPERD, J.A.N., et al. : *Percutaneous Disc Surgery.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 43 - 49.
- ¹⁰²STERN, M. : *Early Experience With Percutaneous Lateral Discectomy.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 50 - 55.
- ¹⁰³ONIK, G., Marron, J., Davis, W. : *Automated Percutaneous Discectomy at the L5 - S1 Level. Use of a Curved Cannula.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 71 - 76.
- ¹⁰⁴MARRON, J., Onik, G., et al. : *Percutaneous Automated Discectomy. A New Approach to Lumbar Surgery.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 64 - 72.
- ¹⁰⁵DAVIS, W., Onik, G. : *Clinical Experience With Automated Percutaneous Lumbar Discectomy.* Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 98 - 103.
- ¹⁰⁶ROTHMAN, R. , Simeone, F. : *The Spine .* Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, p. 747.
- ¹⁰⁷ROTHMAN, R. , Simeone, F. : *The Spine .* Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 748 - 749.
- ¹⁰⁸ROTHMAN, R. , Simeone, F. : *The Spine .* Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 750 - 751.

- ¹⁰⁹ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 752 - 755.
- ¹¹⁰ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, p. 755.
- ¹¹¹MARRON, J., *et al.* : ***Percutaneous Disectomy For Lumbar Disc Herniation***. Neurosurgery Clinics of North America, Vol. 4, No. 1, January, 1993, pp. 125 - 133.
- ¹¹²KONINGS, J.G., *et al.* : ***The Effects of Chemonucleolysis as Demonstrated by Computerised Tomography***. The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 66 - B, No. 3, May, 1984, pp. 417 - 421.
- ¹¹³ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 747 - 748.
- ¹¹⁴ROTHMAN, R. , Simeone, F. : ***The Spine*** . Third Edition, Edit. W.B. Saubnders Company, United States of America. 1992, pp. 755 - 756.
- ¹¹⁵SCHREIBER, A. *et al.* : ***Does Percutaneous Nucleotomy With Discoscopy Replace Conventional Disectomy ? Eight Years of Experience and Results in Treatment of Herniated Lumbar Disc***. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 35 - 42
- ¹¹⁶KLEINPETER, G., *et al.* : ***Percutaneous Endoscopic Lumbar Disectomy : Minimally Invasive, But Perhaps Only Minimally Useful ?***. Surg. Neurol. 43 : 534 - 41, 1995.
- ¹¹⁷KLEINPETER, G., *et al.* : ***Percutaneous Endoscopic Lumbar Disectomy : Minimally Invasive, But Perhaps Only Minimally Useful ?***. Surg. Neurol. 43 : 534 - 41, 1995.
- ¹¹⁸FANG, D., *et al.* : ***Computed Tomographic Osteometry of the Asian Lumbar Spine***. Journal of Spinal Disorders, Vol. 7, No. 4, 1994, pp. 307 - 316.
- ¹¹⁹POSTACCHINI, F., *et al.* : ***Morphometry of the Lumbar Vertebrae***. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 172, January - February, 1983, pp. 297 - 303.
- ¹²⁰HOU, S., *et al.* : ***Pedicle Morphology of the Lower Thoracic and Lumbar Spine in a Chinese Population***. Spine, Vol. 18, No. 13, 1993, pp. 1850 - 1855.
- ¹²¹EISENSTEIN, S. : ***The Morphomctry and Pathological Anatomy of the Lumbar Spine in South African Negroes and Caucasoids With Specific Reference to Spinal Stenosis***. The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 59-B, No. 2, May, 1977, pp. 173 - 180
- ¹²²HOU, S., *et al.* : ***Pedicle Morphology of the Lower Thoracic and Lumbar Spine in a Chinese Population***. Spine, Vol. 18, No. 13, 1993, pp. 1850 - 1855
- ¹²³FANG, D., *et al.* : ***Computed Tomographic Osteometry of the Asian Lumbar Spine***. Journal of Spinal Disorders, Vol. 7, No. 4, 1994, pp. 307 - 316.
- ¹²⁴CIRIC, I., *et al.* : ***The Lateral Recess Syndrome***. J. Neurosurg. 53 : 433 - 443, 1980.
- ¹²⁵POSTACCHINI, F., *et al.* : ***Morphometry of the Lumbar Vertebrae***. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 172, January - February, 1983, pp. 297 - 303.

BIBLIOGRAFIA

1. ABDULLAH, A., *et al.* : ***Surgical Management of Extreme Lateral Lumbar Disc Herniations : Review of 138 cases.*** Neurosurgery, Vol. 22, No. 4, 1988, pp. 648 - 653.
2. ABDULLAH, A., Ditto, E., *et al.* : ***Extreme Lateral Lumbar Disc Herniations.*** J. Neurosurgery, Vol. 41, August, 1974, pp. 229 - 234.
3. ABRAMOVITZ, J., Neff, S. : ***Lumbar Disc Surgery : Results of the Prospective Lumbar Discectomy Study of the Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and the Congress of Neurological Surgeons.*** Neurosurgery, Vol. 29, No. 2, 1991, pp. 301 - 308.
4. AUSMAN, J. : ***Have Neurosurgeons Lost Their Chance to Operate on Patients With Spine Problems, Vascular, Disease, and Peripheral Nerve Problems ?.*** Surg. Neurol. 43 : 424 - 7, 1995, pp. 424 - 431.
5. BAKER, M., *et al.* ***Lumbar Hernia : Diagnosis by CT.*** AJR 148 : 565 - 567, March, 1987, pp. 565 - 567.
6. BARROW, D., *et al.* : ***Clinical Indications for Computer - Assisted Myelography.*** Neurosurgery, Vol. 12, No. 1, 1983, pp. 47 - 57.
7. BELL, G. R., Rothman, R. H. : ***The Conservative Treatment of Sciatica.*** Spine 9 : 54, 1984
8. BELL, W., *et al.* : ***Retractor for Lumbar Microdiscectomy : Technical Note.*** Neurosurgery, Vol. 14, No. 1, 1984, pp. 69 - 70
9. BERNINCK, S., *et al.* : ***Age Changes to the Anulus Fibrosus in Human Intervertebral Discs.*** Spine, Vol. 16, No. 5, 1991, pp. 521 - 523.
10. BEST, B., *et al.* : ***Compressive Mechanical Properties of the Human Anulus Fibrosus and Their Relationship to Biochemical Composition.*** Spine, Vol. 19, No. 2, 1994, pp. 212 - 221.
11. BIGNANI, A., *et al.* : ***Cervical and Lumbar Compressive Radiculopathy.*** New Issues in Neurosciences, Vol. II, No. 3, 1990, pp. 317 - 379.
12. BIGOS, S., *et al.* : ***A Longitudinal, Prospective Study of Industrial Back Injury Reporting.*** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 21 - 34.
13. BILSKY, M., *et al.* : ***Complications of Lumbar Disc Surgery.*** Contemporary Neurosurgery, Vol. 17, No. 2, 1995, pp. 2 - 6.
14. BRINCKMANN, P., *et al.* : ***A Laboratory Model of Lumbar Disc Protrusion.*** Spine, Vol. 19, No. 2, 1994, pp. 228 - 235.
15. BUIRSDKI, G., *et al.* : ***The Symptomatic Lumbar Disc in Patients With Low - Back Pain.*** Spine, Vol. 18, No. 13, 1993, pp. 1808 - 1811.
16. CASPAR, W., Campell, B., Barbier, D., *et al.* : ***The Caspar Microsurgical Discectomy and Comparison With a Conventional Standard Lumbar Disc Procedure.*** Neurosurgery, Vol. 28, No. 1, 1991, pp. 78 - 87.
17. CIRIC, I., *et al.* : ***The Lateral Recess Syndrome.*** J. Neurosurg. 53 : 433 - 443, 1980.

18. DANDY, W. : ***Loose Cartilage From Intervertebral Disk Simulating Tumor of the Spinal Cord.*** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 4 - 8.
19. D'AVELLA, D., et al. : ***Microsurgical Anatomy of Lumbosacral Spinal Roots.*** J. Neurosurg. 51 : 819 - 823, 1979.
20. DAVIS, R. : ***A Long-Term Outcome Analysis of 984 Surgically Treated Herniated Lumbar Disc.*** J. Neurosurgery, Vol. 80, March, 1994, pp. 415 - 421.
21. DAVIS, W., Onik, G. : ***Clinical Experience With Automated Percutaneous Lumbar Discectomy.*** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 98 - 103.
22. DENIS, F. : ***Spinal Instability as Defined by the Three - Column Spine Concept in Acute Spinal Trauma.*** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 189, October, 1984, pp. 65 - 76.
23. DEYO, R., et al. : ***Herniated Lumbar Intervertebral Disc.*** Annals of Internal Medicine, Vol. 12, No. 8, April, 1990, pp. 598 - 609.
24. DVORAK, J., Panjabi, M., et al. : ***Clinical Validation of Functional Flexion - Extension Roentgenograms of the Lumbar Spine.*** Spine, Vol. 16, No. 8, 1991, pp. 943 - 950.
25. DVORAK, J., Panjabi, M.M., et al. : ***Functional Radiographic Diagnosis of the Lumbar Spine.*** Spine, Vol. 16, No. 5, 1991, pp. 563 - 571.
26. EPSTEIN, B. : ***Afecciones de la Columna Vertebral y de la Médula espinal.*** 2^{da} Edición, Edit. Jims, Barcelona, 1965, pp. 514 - 525.
27. EISENSTEIN, S. : ***The Morphometry and Pathological Anatomy of the Lumbar Spine in South African Negroes and Caucasoids With Specific Reference to Spinal Stenosis.*** The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 59-B, No. 2, May, 1977, pp. 173 - 180.
28. EISENSTEIN, S. : ***The Trefoil Configuration of the Lumbar Vertebral Canal.*** The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 62 - B, No. 1, February, 1980, pp. 73 - 77.
29. ESSES, S., et al. : ***Indications for Lumbar Spine Fusion in the Adult.*** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 87 - 100.
30. FAIRBANK, Jeremy C. T. and Paul B. Pynsent ed. , ***Back Pain Classification of Syndromes.*** Manchester University Press, Manchester, 1990, pp. 9 - 36.
31. FANG, D., et al. : ***Computed Tomographic Osteometry of the Asian Lumbar Spine.*** Journal of Spinal Disorders, Vol. 7, No. 4, 1994, pp. 307 - 316.
32. FAUST, S., et al. : ***Lateral Lumbar Disc Herniations.*** Journal of Spinal Disorders, Vol. 7, No. 1, 1992, pp. 97 - 103.
33. FINNESON, B., Schmideck, H : ***Lumbar Discs Excision. Operative Neurosurgical Techniques.*** Third Edition, Vol. II, 1995, pp. 1905 - 1909.
34. FISHER, W. : ***Selection of Patients for Surgery.*** Neurosurgery Clinics of North America, January, 1993, pp. 35 - 44.
35. FISHMAN, E., Magid, D., et al. : ***Three- Dimensional Imaging.*** Radiology, Vol. 181, November, 1991, pp. 321 - 337.

- 36.FOLEY, K., *et al.* : **Image - Guided Spine Surgery.** Neurosurgery Clinics of North America, Vol. 7, No. 2, April, 1996, pp. 171 - 186.
- 37.FRIBERG, S., Hirsch, C. : **Anatomical and Clinical Studies on Lumbar Disc Degeneration.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 3 - 7.
- 38.FRIMOYER, J. : **Predicting Disability From Low Back Pain.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 101 - 109.
- 39.FRIZZEL, T., Hadley, M. : **Lumbar Microdiscectomy With Medial Facetectomy.** Neurosurgery Clinics of North America, Vol. 4, No. 1, January, 1993, pp. 109 - 115.
- 40.GOLDSTEIN, T., *et al.* **Early Experience With Automated Percutaneous Lumbar Discectomy in the Treatment of Lumbar Disc Herniation.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 77 - 82.
- 41.GOTT, C. : **Evolución de la Posición Erecta del Hombre y espalda Dolorosa.** Ortopedia Clínica. Editorial Interamericana, México D.F., 1957, pp. 8 - 16.
- 42.GRAHAM, E. : **Percutaneous Posterolateral Lumbar Discectomy. An Alternative to Laminectomy in the Treatment of Backache and Sciatica.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 104 - 106.
- 43.GRENIER, N., *et al.* : **MR Imaging of Foraminal and Extraforaminal Lumbar Disk Herniations.** J. Comput Assist Tomogr., Vol. 14, No. 2, 1990, pp. 243 - 249.
- 44.HERRON, L. : **Recurrent Lumbar Disc Herniation : Results of Repeat Laminectomy and Discectomy.** Journal of Spinal Disorders, Vol. 7, No. 2, 1994, pp. 161 - 166.
- 45.HIJKATA, S. : **Percutaneous Nucleotomy. A New Concept Technique and 12 Years' Experience.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 9 - 23.
- 46.HOPPENFELD, S. : **Percutaneous Removal of Herniated Lumbar Discs. 50 Cases With Ten-Year Follow-up Periods.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 92 - 97.
- 47.HOU, S., *et al.* : **Pedicle Morphology of the Lower Thoracic and Lumbar Spine in a Chinese Population.** Spine, Vol. 18, No. 13, 1993, pp. 1850 - 1855.
- 48.HUDGINGS, R. : **The Predictive Value of Myelography in the Diagnosis of Ruptures Lumbar Discs.** J Neurosurg. Vol. 32, February, 1970, pp. 152 - 162.
- 49.JACKSON, R. : **The Facet Syndrome. Myth or Reality ?.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 110 - 121.
- 50.JAYSON, M. : **The Role of Vascular Damage and Fibrosis in the Pathogenesis of Nerve Root Damage.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 40 - 48.
- 51.JAYSON, M. : **The Lumbar Spine and Back Pain.** Third Edition, Edit. Churchill Livingstone, , Great Britain, 1987.
- 52.KADISH, L., *et al.* : **Anomalies of the Lumbosacral Nerve Roots. An Anatomical Investigation and Myelographic Study.** The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 66-B, No. 3, May, 1984, pp. 411 - 416.

53. KALANDER, W., et al.: **Spiral Volumetric CT With Single-Breath-Hold Technique, Continuous Transport, Continuous Scanner Rotation.** Radiology, Vol. 176, July, 1990, pp. 181 - 184.
54. KAMBIN, P., et al.: **Percutaneous Lumbar Discectomy. Review of 100 Patients and Current Practice.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 24 - 34.
55. KAHANOVITZS, N.: **Percutaneous Discectomy.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 75 - 79.
56. KIM, N. H., et al.: **Morphometric Study of the Pedicles of Thoracic and Lumbar Vertebrae in Koreans.** Spine, Vol. 19, No. 12, 1994, pp. 1390 - 1394.
57. KITCHEL, S., et al.: **Complications of Chemonucleolysis.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 284, November, 1992, pp. 63 - 74.
58. KLEINPETER, G., et al.: **Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy: Minimally Invasive, But Perhaps Only Minimally Useful?** Surg. Neurol. 43: 534 - 41, 1995.
59. KONINGS, J.G., et al.: **The Effects of Chemonucleolysis as Demonstrated by Computerised Tomography.** The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 66 - B, No. 3, May, 1984, pp. 417 - 421.
60. KUNOGI, J.I., et al.: **Diagnosis and Operative Treatment of Intraforaminal and Extraforaminal Nerve Root Compression.** Spine, Vol. 16, No. 11, 1991, pp. 1312 - 1320.
61. LOESER, J.: **Low Back Pain.** Neurosurgery Clinics of North America, October, 1991.
62. MAGID, D., Michelson, J. Ney, D., Fishman, E.: **Adult Ankle Fractures: Comparison of Plain Films and Interactive Two and Three-Dimensional CT Scans.** AJR: 154, May, 1990, pp. 1017 - 1023.
63. MALCOM I. V. J.: **The Lumbar Spine and Back Pain.** Third Edition, Churchill Livingstone, Great Britain, 1987, pp. 56.
64. MAROON, J. et al.: **Far Lateral Lumbar Disc Herniations.** Contemporary Neurosurgery, Vol. 15, No. 6, 1993, pp. 1 - 6.
65. MARRON, J., Onik, G., et al.: **Percutaneous Automated Discectomy. A New Approach to Lumbar Surgery.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 64 - 72.
66. MARRON, J., et al.: **Percutaneous Discectomy For Lumbar Disc Herniation.** Neurosurgery Clinics of North America, Vol. 4, No. 1, January, 1993, pp. 125 - 133.
67. McCORMACK, B., et al.: **Anatomy of the Thoracic Pedicle.** Neurosurgery, Vol. 37, No. 2, August, 1995, pp. 303 - 308.
68. MELVILLE, R.: **Lumbar Disc Herniation.** Neurosurgery Clinic of North America, Vol. 4, No. 1, January, 1993, pp. 91 - 99.
69. MELVILLE, R., et al.: **The Intertransverse Approach to Extraforaminal Disc Protrusion in the Lumbar Spine.** Spine, Vol. 19, No. 23, 1994, pp. 2707 - 2714.

70. MILETTE, P., et al.: **Radiating Pain to the Lower Extremities Caused by Lumbar Disk Rupture Without Spinal Nerve Root Involvement.** AJNR : 16, September, 1995, pp. 1605 - 1615.
71. MINK, J. : **Imaging Evaluation of the Candidate for Percutaneous Lumbar Discectomy.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 83 - 91.
72. MONTEIRO, A., et al. : **Lateral Decompression of a Pathological Disc in the Treatment of Lumbar Pain and Sciatica.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 56 - 63.
73. MORAN, J., et al. : **Transpedicular Screw Fixation.** Journal of Orthopaedic Research, 7 : 107 - 114, 1989.
74. MOUFARRIJ, N., et al. : **Computed Tomographic, Myelographic, and Operative Findings in Patients With Suspected Herniated Lumbar Discs.** Neurosurgery, Vol. 12, No. 2, 1983, pp. 184 - 188.
75. NACHEMSON, A. L. **The Lumbar Spine : An Orthopaedic Challenge.** Spine 1 : 59, 1976.
76. NACHEMSON, A. : **Newest Knowledge of Low Back Pain. A Critical Look.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 8 - 20.
77. NGUYEN, C., et al. : **Utility of High - Dose Contrast Enhancement for Detecting Recurrent Herniated Intervertebral Discs.** AJNR : 15, August, 1994, pp. 1291 - 1297.
78. NITTA, H., et al. : **Study on Dermatomes by Means of Selective Lumbar Spinal Nerve Block.** Spine, Vol. 18, No. 13, 1993, pp. 1782 - 1783.
79. NYSTROM, B. : **Experience of Microsurgical Compared with Conventional Technique in Lumbar Disc Operations.** Acta Neurol. Scand., 1987 : 76, pp. 129 - 141.
80. OLMARKER, K., et al. : **Single versus Double Level Nerve Root Compression. An Experimental Study on the Porcine Cauda Equina With Analyses of Nerve Impulse Conduction Properties.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 35 - 39.
81. ONIK, G., Marron, J., Davis, W. : **Automated Percutaneous Discectomy at the L5 - S1 Level. Use of a Curved Cannula.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 71 - 76.
82. OSBORN, A., et al. : **CT / MR Spectrum of Far Lateral and Anterior Lumbosacral Disc Herniations.** AJNR :9, July / August, 1988, pp. 775 - 778.
83. PANJABI, M., et al. : **Thoracic Human Vertebrae. Quantitative Three - Dimensional Anatomy.** Spine, Vol. 16, No. 8, 1991, pp. 889 - 901.
84. PATRICK, B. : **Extreme Lateral Ruptures of Lumbar Intervertebral Disc.** Surg. Neurol. Vol. 3, June, 1975, pp. 301 - 304.
85. PAPPAS, C., Harrington, T. , Volker, K, Sonntang, H : **Outcome Analysis in 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations.** Neurosurgery, Vol. 30, No. 6, 1992, pp. 862 - 866.
86. POSTACCHINI, F., et al. : **Computerised Tomography in Lumbar Stenosis.** The Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 62-B, No. 1, February, 1980, pp. 78 - 82.

87. POSTACCHINI, F., *et al.* : **Morphometry of the Lumbar Vertebrae**. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 172, January - February, 1983, pp. 297 - 303.
88. POPE, M., *et al.* : **Vibration of the Spine and Low Back Pain**. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 49 - 59.
89. POPE, M., *et al.* : **Diagnosing Instability**. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 60 - 67.
90. RAY, Ch. : **Clinical Neurosurgery as it Relates to the Lumbar Spine : What it Does versus What it Says**. Neurosurgery, Vol. 29, No. 6, 1991, pp. 937 - 942.
91. RIGAUTS, H., *et al.* : **Initial Experience with Volume CT Scanning**. J. Comput Assist. Tomogr., Vol. 14, No. 4, 1990, pp. 675 - 682.
92. RIIHIMAKI, H., *et al.* : **Incidence of Sciatic Pain Among Men in Machine Operating, Dynamic Physical Work, and Sedentary Work**. Spine, Vol. 19, No. 2, 1994, pp. 138 - 142.
93. ROSS, J., *et al.* : **The Postoperative Lumbar Spine : Enhanced MR Evaluation of the Intervertebral Disk**. AJNR : 17, February, 1996, pp. 323 - 331.
94. ROSS, J., *et al.* : **Current Assessment of Spinal Degenerative Disease With Magnetic Resonance Imaging**. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 279, June, 1992, pp. 68 - 81.
95. ROTHMAN, S., *et al.* : **Computed Tomography of the Spine : Curved Coronal Reformations from Serial Images**. Radiology, Vol. 150, No. 1, 1984, pp. 185 - 189.
96. ROTHMAN, R., Simeone, F. : **The Spine**. Third Edition, Edit. W.B. Saunders Company, United States of America. 1992.
97. RYDEVICK, B., *et al.* : **Effects of Acute, Graded Compression on Spinal Nerve Root Function and Structure**. Spine, Vol. 16, No. 5, 1991, pp. 487 - 493.
98. SCHISANO, G., *et al.* : **Intradicular and Intradural Lumbar Disc Herniation : Experiences with Nine Cases**. Surg. Neurol. 44 : 536 - 43, 1995.
99. SCHREIBER, A. *et al.* : **Does Percutaneous Nucleotomy With Discoscopy Replace Conventional Discectomy ? Eight Years of Experience and Results in Treatment of Herniated Lumbar Disc**. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 35 - 42.
100. SEGNARBIEUX, F., *et al.* : **Disco-Computed Tomography in Extraforaminal and Foraminal Lumbar Disc Herniation : Influence on Surgical Approaches**. Neurosurgery, Vol. 34, No. 4, April, 1994, pp. 643 - 648.
101. SEROUSSI, R., *et al.* : **Internal Deformations of Intact and Denucleated Human Lumbar Discs Subjected to Compression, Flexion, and Extension Loads**. Journal of Orthopaedic Research, 7 : 122 - 131, 1989.
102. SHEPPERD, J.A.N., *et al.* : **Percutaneous Disc Surgery**. Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 43 - 49.
103. SILVERS, H. R. *et al.* : **Lumbar Discectomy for Recurrent Disk Herniation**. Journal of Spinal Disorders, Vol. 7, No. 5, 1994, pp. 408 - 419.

104. SKOVRON, M. L., et al. : **Sociocultural Factors and Back Pain.** Spine, Vol. 19, No. 2, 1994. pp. 129 - 137.
105. STEPHENS, M., et al. : **Lumbar Intervertebral Foramens. An in Vitro Study of Their Shape in Relation to Intervertebral Disc Pathology.** Spine, Vol. 16, No. 5, 1991, pp. 525 - 529.
106. STERN, M. : **Early Experience With Percutaneous Lateral Discectomy.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 238, January, 1989, pp. 50 - 55.
107. TANEICHI, H., et al. : **Significance of Gd-DPTA - Enhanced Magnetic Resonance Imaging for Lumbar Disc Herniation: The Relationship Between Nerve Root Enhancement and Clinical Manifestations.** Journal of Spinal Disorders, Vol. 7, No. 2, pp. 153 - 160.
108. TEPLING, J.G., et al. : **Intravenous Contrast - Enhanced CT of the Postoperative Lumbar Spine.** AJNR 5 : 373 - 383, July / August , 1984.
109. TESTUD, L, Latarjet, A. : **Anatomía Humana.** Salvat Editores. España, 1988, pp. 43 - 45, 81 - 87.
110. TOKUHASHI, Y., et al. **A Quantitative Evaluation of Sensory Dysfunction in Lumbosacral Radiculopathy.** Spine, Vol. 16, No. 11, 1991, pp. 1321 - 1328.
111. TORGENSON, W. R., Dotter, W. E. : **Comparative Roentgenographic Study of the Asymptomatic and Symptomatic Lumbar Spine.** J. Bone Joint Surg. 58A : 850 - 853, 1976.
112. TOTTY, W., et al. : **Complex Musculoskeletal Anatomy: Analysis Using Three-Dimensional Surface Reconstruction.** Radiology, Vol. 150, No. 1, January, 1984, pp. 173 - 177.
113. TULLBERG, T., et al. **Comparasion of Contrast - Enhanced Computed Tomography and Gadolinium - Enhanced Magnetic Resonance Imaging One Year After Lumbar Discectomy.** Spine, Vol. 19, No. 2, 1994, pp. 183 - 188.
114. VANDERBURGH, D., et al. : **Radiographic Assessment of Discogenic Disease of the Spine.** Neurosurgery Clinics of North America, Vol. 4, No. 1, January , 1993, pp. 13 - 33.
115. VANNIER, M., et al. : **Three Dimensional CT. Reconstruccion Images for Craniofacial Surgical Planning and Evaluation.** Radiology, 1984 : 150, pp. 179 - 184.
116. VOLLE, E., Kern, A., et al. : **CT Reconstruccion Technique in Lumbar Intraneuroforaminal Disc Herniation.** Neuroradiology, 1988, 30 : 138 - 144.
117. WATANABE, A., et al. : **Gradient-Echo MR Imaging of the Lumbar Spine : Comparasion with Spin -Echo Technique.** J. Comput Assist Tomogr., Vol. 14, No. 3, 1990, pp. 410 - 414
118. WEINSTEIN, J., et al. : **Anatomic and Technical Considerations of Pedicle Screw Fixation.** Clinical Orthopaedics and Related Research, No. 284, November, 1992, pp. 34 - 46.
119. WHITE, A., Panjabi, M. : **Clinical Biomechanics of the Spine.** Edit. J.B. Lippincott Company, Second Edition, Philadelphia, Pennsylvania, 1990.
120. WEBER, H. : **Lumbar Disc Herniation : A Controlled, Prospective Study with Ten Years of Observation.** Spine 8 : 131, 1983.

121. WILLIAMS, R. : *Lumbar Disc Disease. Microdiscectomy.* Neurosurgery of North America, Vol. 4, No. 1, January, 1993, pp. 101 - 108.
122. WILSON, D., Harbaugh, R. : *Microsurgical and Standart Removal of the Protruded Lumbar Disc : A Comparative Study.* Neurosurgery, Vol. 8, No. 4, 1981, pp. 422 - 427.
123. YASUMA, T., et al. : *The Histology of Lumbar Intervertebral Disc Herniation.* Spine, Vol. 18, No. 13, 1993, pp. 1761 - 1765.
124. YASZEMSKI, M., White, A. : *The Discectomy Membrane (Nerve Root Fibrovascular Membrane) : Its Anatomic Description and Its Surgical Importance.* Journal of Spinal Disorders, Vol. 7, No. 3, 1994, pp. 230 - 235.
125. YOGANANDAN, N., et al. : *An Experimental Technique to Induce and Quantify Complex Cyclic Forces to the Lumbar Spine.* Neurosurgery, Vol. 36, No. 5, May, 1995, pp . 956 - 954.