

11245

12
29

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO**

INSTITUTO NACIONAL DE ORTOPEDIA

SECRETARIA DE SALUD

TESIS DE POSGRADO

**NUCLEOTOMIA DEL DISCO INTERVERTEBRAL CON LASER Nd: YAG.
MODELO EXPERIMENTAL**

**PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA Y
TRAUMATOLOGIA**

PRESENTA:

DR. JOSE MA. BUSTO VILLARREAL

ASESOR DE LA TESIS

DR. BRAULIO HERNANDEZ CARBAJAL

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
INSTITUTO NACIONAL DE ORTOPEDIA
SECRETARIA DE SALUD.**

Dr. Luis Guillermo Ibarra
Director

Dr. Antonio León Pérez
Subdirector de Investigación y Enseñanza



Dr. Braulio Hernández Carbajal
Jefe de la División de Enseñanza



Dr. Alfredo Iñárritu Cervantes
Jefe de la División de Investigación.



SECRETARIA DE SALUD
SUBSECRETARIA DE SERVICIOS DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE ORTOPEDIA
SUBDIRECCION DE ENSEÑANZA
E INVESTIGACION

INDICE

	Página
INTRODUCCION	4
ANTECEDENTES	5
OBJETIVO	16
MATERIAL Y METODO	17
RESULTADOS	21
DISCUSION	23
BIBLIOGRAFÍA	24

INTRODUCCION

La patología discal es un padecimiento cada vez más frecuente, producto de procesos degenerativos del tejido discal, y de inicio insidioso a partir de la segunda década de la vida.

Aproximadamente un tercio de los pacientes en la consulta Ortopédica refieren lumbalgia, ciática ó lumbociática, cuyo origen esta dado en la patología discal, principalmente en los discos L4-L5 y L5-S1.

La patología discal se presenta fundamentalmente por el aumento de la presión intradiscal, la cual con el solo hecho de retirar un gramo de tejido nuclear disminuye, produciendo una mejoría clínica inmediata y sostenida.

El tratamiento de este padecimiento es quirúrgico en el 20% de los casos , actualmente existe la tendencia en ortopedia como en otras especialidades a utilizar métodos quirúrgicos cada vez menos invasivos con la consecuente disminución de la morbilidad, del tiempo de recuperación y de hospitalización, así como del riesgo quirúrgico. Uno de estos métodos es la cirugía percutánea de columna, siendo la mas innovadora la realizada con láser Nd-YAG, y una fibra optica con terminación cónica atravez de una aguja del numero 18 con anestesia local.

ANTECEDENTES

Se sabe que la unidad anatómica de la columna es la vértebra pero la "unidad mecánica funcional" esta formada por la unión de dos cuerpos vertebrales y en medio de ellos un disco intervertebral en su parte anterior, y por las carillas articulares de la vértebra en su parte posterior, la función principal de esta unidad es la de amortiguación de las cargas y esfuerzos a que es sometida la columna vertebral para compensar a las demandas del sistema musculoesquelético.

El disco básicamente está formado por un anillo fibroso en la periferia, que posee abundancia de fibras colágenas y elásticas cruzadas, que le confieren una gran propiedad tensil y que le permiten soportar movimientos laterales y de rotación, pero cuando estos movimientos se llegan a exagerar, estas fibras se rompen y cuando esto sucede permite que el contenido del disco intervertebral: el núcleo pulposo, se prolapse ya sea contenido dentro del anillo fibroso o se libere hacia el canal vertebral. El núcleo pulposo está constituido de una sustancia gelatinosa cuya constitución es 80% agua y 20% proteínas y polisacáridos ácidos de la matriz extracelular: sulfato de queratan y sulfato de condroitina.

Hay relativamente muy poca información acerca del metabolismo del disco intervertebral y de su patología a nivel celular, se ha establecido que existe un fondo bioquímico en el prolapse del núcleo discal en vértebras lumbares asociado con una alteración de la matriz extracelular y degradación de los complejos proteicos polisacáridos en el tejido (6,22,33,35).

Las propiedades físicas del tejido conectivo dependen de la integridad de los componentes de la matriz extracelular, primeramente de la fracción colágena y el complejo proteína polisacárido (5). Este complejo se puede observar como una expresión de la función celular.

Davidson y Small en 1963 (7), demostraron una inversión o regresión tiempo-dependiente del índice sulfato de Keratan/ sulfato de condroitina (determinados como tasa glucosamina/galactosamina) en el núcleo pulposo de conejo, y esta tasa se eleva de 0.4 al mes de edad a 2.8 a los 20 meses. Algo similar ocurre, pero menos marcado en la tasa de sulfato de Keratan Sulfato de condroitina en el núcleo pulposo humano con la edad, a partir de la segunda década de la vida, en la que los cambios degenerativos del disco se conducen a una transformación fibrocartilaginosa del núcleo, como ha sido demostrado por Hallen en 1958 (15).

Sea cual fuere la causa que lleva a la degeneración del disco intervertebral, esta situación conduce a cambios estructurales primero en el anillo fibroso como son las fisuras concéntricas las cuales en un principio no comunican al núcleo pulposo, proceso descrito con detalle por Hirsh en 1953 (18).

Estas fibras pueden romperse radialmente de dentro hacia afuera debido a un incremento de la presión intranuclear, produciéndose una hernia discal. Esto produce un dolor discógeno por estimulación de las terminaciones del nervio de Luská (ramas sensoriales), que al ser estimuladas producen dolor lumbar y tipo ciático reflejo que se conoce como dolor discógeno. Cuando se produce una ruptura total del disco se da origen a herniación del núcleo pulposo, que al comprimir a estructuras adyacentes produce un dolor radicular.

Existe la preocupación en la clínica de aliviar la sintomatología que afecta cada vez a mayor cantidad de adultos jóvenes en la etapa más productiva de su vida, con la consiguiente incapacidad física y pérdida económica que acarrea.

Aproximadamente un tercio de los pacientes ortopédicos que acuden a consulta externa por causas no traumáticas refieren desordenes de columna (33). En pacientes mayores de 20 años la frecuencia de lesiones discales aumenta progresivamente, particularmente a nivel de L4-L5 y L5-S1. Siendo su manejo de tipo quirúrgico en el 20% de los casos.

Los procedimientos quirúrgicos son variados, desde el acceso al disco herniado a través de una cirugía amplia o a foco abierto, con complicaciones como la inestabilidad mecánica de columna, hasta métodos cada vez menos invasivos, ya que existe en todas las áreas o especialidades de la ortopedia la tendencia de realizar cirugías a foco cerrado, a través de pequeñas incisiones, por vía percutánea, con el menor deterioro posible de los elementos neuromusculares y óseos, pero que sean menos agresivos más sencillos en su instrumentación y técnica, de más bajo costo y de resultados satisfactorios con indicaciones precisas.

Todos estos procedimientos llevan como principio terapéutico lo siguiente:

- a).- Reducir la cantidad de tejido herniado.
- b).- Disminuir la presión intradiscal.
- c).- Eliminar la compresión radicular.

Todas estas acciones quirúrgicas tienen como objetivo al núcleo pulposo, quien se prolapsa en la hernia discal y quien además se encuentra directamente involucrado en el mantenimiento de la presión intradiscal, algunos de estos procedimientos son:

- a).- Terapia intradiscal (quimionucleosis, deshidratación discal).
- b).- Extracción parcial del núcleo pulposo por resección o aspiración.
- c).- Vaporización del núcleo pulposo (laser).
- d).- Nucleotomía percutánea (por aspiración o manual).
- e).- Disquectomía abierta.

Con la Quimionucleolisis se consigue digerir enzimáticamente a las proteínas del núcleo pulposo. Smith en 1963, inyectó quimopapaina, una enzima proteolítica a un paciente con hernia de núcleo pulposo, como un posible método de tratamiento (32).

La utilización de sustancias líticas inyectadas dentro del disco intervertebral se ha utilizado hasta el momento con relativo éxito, pero ha caído en desuso debido a sus complicaciones como daño directo al disco y estructuras vecinas anatómicamente de importancia, así como reacciones de tipo anafiláctico por las sustancias utilizadas (2,14,16,31,34)

La aspiración del núcleo pulposo se logra con la utilización de una cánula, que se introduce percutáneamente al disco intervertebral y se aspira una cantidad determinada de núcleo pulposo. Esta técnica introducida en 1975 por Hijikata con objeto de reducir la cantidad de sustancia herniada del disco por descompresión con la succión, disminuyendo considerablemente la presión intradiscal y liberando de irritación a las raíces nerviosas o a los receptores de dolor situados alrededor del disco intervertebral, con un 72% de resultados satisfactorios. Otros autores como Davis en 1985 (8), han obtenido resultados satisfactorios hasta un 85% de los casos intervenidos con esta técnica.

La vaporización del núcleo se logra mediante la aplicación directa al disco intervertebral de energía calorífica, láser o radiación electromagnética. Esta técnica muy novedosa en uso desde 1984, tiene un número creciente de adeptos, es una de las técnicas menos invasivas, confiables y de resultados óptimos, pero que necesita de una instrumentación compleja y de costo excesivamente alto, basta decir que el costo aproximado del equipo supera los 150 mil dólares, ya que utiliza fibra óptica desechable ajenos a gastos de hospitalización (29,38).

El primer cambio en la fisiología del disco intervertebral se observa en la presión intradiscal como consecuencia de las terapéuticas ya mencionadas anteriormente.

De esta manera surge el interés por estudiar los eventos que intervienen en el mantenimiento de la presión intradiscal. Así, Brinckmann en 1991 (4) hace una correlación entre la cantidad de tejido nuclear retirado de los discos intervertebrales de cadáveres humanos y los cambios en la presión intradiscal producidos por este procedimiento, y llega a la conclusión de que basta retirar 1 gramo de tejido nuclear para que la presión intradiscal disminuya exponencialmente al 50% de su valor normal y se estabiliza hasta con 3 gramos de tejido extirpado.

Otro autor y quien más ha aportado al conocimiento de los fenómenos implicados en el mantenimiento de la presión intradiscal es Nachernson (23,27), quien en 1964 establece la metodología para la medición de la presión intradiscal "in vivo" y propone un modelo matemático para el cálculo de la presión intradiscal utilizando como parámetros el peso de los segmentos corporales, particularmente la mitad superior del cuerpo, así como el área de sección transversal del disco "más real" (Ad) obtenida en una discometría en placas AP y lateral, donde se tiene que:

$$1) Ad = d1 * d2 \frac{d1 * d2 * 16}{100}$$

d1 y d2 = dimensiones horizontales del disco en placas AP y lateral

$$2) Pn = \frac{1.5 (2.8 Wpart + 30)}{Ad}$$

$$3) Ptot = 2.8 Wpart + 30$$

en donde:

Pn= Presión del núcleo pulposo

Ptot= Presión total del disco

Wpart= peso del segmento corporal superior

Ad= Área de sección transversal del disco

Nos da a conocer la existencia de dos tipos de presiones que se ejercen dentro del disco, una presión total, que se ejerce en todas las estructuras del disco intervertebral y que es variable, dependiendo de las cargas o fuerzas a que son sometidos los discos en que sus diferentes planos de equilibrio (1), y otra presión que esta asignada particularmente al núcleo pulposo, una presión hidrostática, que es la que le da la función amortiguadora del disco intervertebral (24,25,26). Esta presión hidrostática está directamente relacionada con el grado de hidratación del disco intervertebral, y esto a su vez por la conservación del índice correcto del complejo proteína polisacáridos de la matriz extracelular del núcleo pulposo.

La cantidad de agua contenida dentro del disco, se encuentra distribuida en dos formas:

a).- Agua intrafibrilar

b).- Agua extrafibrilar

El agua intrafibrilar es aquella que se encuentra fuertemente adherida a las fibras de colágeno y a moléculas de proteoglicanos, este es un volumen de agua fijo.

La segunda, o agua extrafibrilar, es aquella que sirve como medio de transporte y nutrición del disco intervertebral, se mueve con la aplicación de cargas al disco y pasa a otros compartimientos dentro del disco mismo o pasa por difusión a través de la lámina cribiforme a los cuerpos vertebrales.

En el uso de radioisotopos (18,20,28), (métodos del ionizador) es posible medir la cantidad de agua que específicamente se encuentra relacionada con las moléculas de proteoglicanos, esto nos permite conocer el índice de hidratación de proteoglicanos que se expresa como Densidad de carga fijada y nos permite calcular la presión osmótica ejercida por las moléculas de proteoglicanos.

Experimentalmente se ha recurrido al uso de sustancias líticas para digerir enzimáticamente al núcleo pulposo y de esta manera producir variaciones en la presión intradiscal con miras a obtener una mejor técnica terapéutica para descomprimir a un disco herniado, a este procedimiento se le ha denominado Quimionucleolisis.

El concepto básico de la Quimionucleolisis es de que la mejoría clínica es debida a una disminución en la presión intradiscal, por la digestión de los complejos proteinaproteoglicanos del núcleo pulposo, responsables del grado de hidratación del disco intervertebral y consecuentemente de la presión intradiscal (13).

Hasta aquí solo hemos descrito el uso de sustancias que tienen un efecto lítico en cuanto a sus mecanismo de acción, pero hay sustancias cuyo efecto o mecanismos de acción se encuentra en duda, es el caso de los esteroides suprarrenales, glucocorticoides o mineralocorticoides, como la hidrocortisona, prednisolona, metilprednisolona, dexametasona, etc. los cuales han sido bien probados en cuanto a su efecto como desinflamatorios o estabilizantes de la membrana celular en procesos crónico degenerativos (10).

En la literatura existe poca información en cuanto al uso intradiscal de estos esteroides. En 1955 Feffer (10), inyectó directamente al núcleo pulposo de 60 pacientes con hernia de disco y con propósitos duales: terapéutico y diagnóstico, a través de una discografía, una mezcla de sustancias: Hidrocortisona 50mg. e Iodopiracetato al 35%, con esto obtuvo una remisión completa de la sintomatología de los pacientes hasta en un 67% de los casos, afirmando este tratamiento para las hernias de disco explicaba que la aplicación de hidrocortisona dentro del disco impide o disminuye la captación de sulfatos, lo que origina una deshidratación lenta (pérdida de agua intrafibrilar), cuando disminuye más de un centímetro cúbico disminuye la sintomatología.

En 1975 Hijakata (17) presenta su trabajo de descompresión y resección del núcleo del disco en forma manual por medio de una cirugía a foco cerrado que le llamo "Nucleotomía Percutánea" manual con el 72% de resultados satisfactorios, la técnica consiste en abordar posterolateralmente con una inclinación de 45° el disco intervertebral, llegar a su centro, hacer una discografía valorar si al aplicar el medio de contraste produce y reproduce los síntomas del paciente. y la imagen es compatible con una hernia de disco.

En esta técnica se rompe la cabeza a la aguja con el fin de mantenerla en su sitio. Se hace una incisión de medio cm., se aplica anestesia local exclusivamente, y se van introduciendo tubos de distinto calibre de 1mm. en un 1mm. hasta llegar a 4.9 mm. al cual se aplica posteriormente una trepana más pequeña para cortar el anillo fibroso y a través de este corte se meten cucharillas de raspa y fórceps que se usan para la biopsia de la hipófisis y se extrae la mayor cantidad posible de núcleo pulposo, él explica que si uno logra extraer 1 gramo mínimo de núcleo pulposo, la presión disminuye y el paciente se alivia en un 72% de los casos.

No reporta ningún riesgo importante y hace énfasis que debe hacerse con anestesia local. A partir de esta publicación, se iniciaron en distintas partes del mundo, trabajos de investigación con un pequeño grupo de pacientes bien seleccionados y así en la Universidad de Pennsylvania el Dr. Parviz Kambin que es el Profesor de Ortopedia y Jefe de Servicios de Columna hace sus primeros reportes con 9 pacientes en que previamente habían sido valorados con mielografía, y que presentaban hernias de disco a nivel L3-L4 y L4-L5, fueron tratados por disquetomía percutánea manual y reporta que todos los pacientes presentaron una mejoría del dolor de 2 a 3 días después de haber hecho la cirugía. (49,50,51,52,53).

La morbilidad fue muy poca, no hubo complicaciones pos-operatorias y únicamente reporta la infección de un paciente por una disquitosis y él concluye que las complicaciones con este método son mucho menores que con la laminectomía disquetomía convencionales, que el tiempo de recuperación es muy rápido, que la morbilidad es pequeña y que en aquellos casos en que están indicando este tipo de cirugía debe preferirse a las convencionales. La técnica debe ser con anestesia local, con el paciente en decúbito ventral y con el intensificador de imagen en forma de C e hizo algunas variantes al método original. El abordaje lo hacía entre 8 y 9 cm. de la línea media el ángulo que él usaba no era 45 sino de 35°. El paciente no lo colocaba en decúbito lateral sino en decúbito ventral.

Introducía una aguja del No. 18 aproximadamente de 15 cm. por medio de una discografía se cercioraba que estaba en el espacio y a través de esta aguja se introducía un clavo más delgado que es el que dejaba en lugar de la aguja. Introducía una cánula maciza de 4. mm. mediante una incisión de 1/2 cm. que llegaba hasta al borde del anillo fibroso. Dentro de esta cánula metía una de este mayor tamaño, retiraba la cánula y con una aguja larga, picaba en distintos puntos dentro de la cánula para cerciorarse sino se provocaba dolor o si estaba uno en el área de una raíz, estos piquetes producían un dolor radicular o bien si estaba uno en el área de un vaso, estos piquetes provocaban hemorragias lo que-

indicaba que había que volver a meter la aguja ó incluso meterla del otro lado. Ya que se cercioraba que no había molestias metía una trefina para cortar el anillo fibroso, posteriormente metía una pinza recta especialmente diseñada con dientes y hacía la extracción de núcleo pulposo. Estos primeros pacientes fueron muy bien seleccionados el no quiso abordar el espacio L5-S1 en este primer estudio, por encontrarlo problemático en ese momento, los pacientes fueron seguidos hasta por 18 meses y todos se aliviaron de sus problemas neurológicos. Todos los pacientes se sentían completamente satisfechos de la operación.

Estos resultados le permitieron hacer una estadística mayor de 100 casos, y reporta su resultado en 1989, en las clínicas de Norteamérica (52), en esta segunda etapa de 100 casos con 102 hernias de núcleo pulposo L2-L3, L3-L4 y L4-L5, todos tenían dolor radicular tipo ciático y fueron tratados por un abordaje percutáneo, de estos 100 pacientes únicamente se logró controlar y valorar 93, algunos se perdieron otros se murieron por otra causa, pero estos 93 casos se controlaron por lo menos un año, para evaluar los pacientes se tomó el criterio de MacNab, y él concluye que la hernia de disco es un problema de salud nacional y que se estima el 80% de la población, experimenta dolor durante su vida y que el abordaje percutáneo representa una alternativa para el tratamiento de las hernias discales asociadas con radioculopatías, la mayoría de los pacientes responden al tratamiento conservador y que solamente cuando han pasado 3 meses y el paciente no logra alivio está indicado el tratamiento quirúrgico.

Es cierto que la laminectomía permite visualizar directamente a los nervios y a la compresión, pero también es cierto que presenta muchas secuelas posoperatorias desde los problemas vasculares, neurológicos etc. El 20% de las hernias discales tiene que ser manejadas por este tipo de cirugía y se refiere específicamente a las hernias protruidas a través del ligamento ó expulsas.

El no es muy partidario de la quimiopapaina aunque sus resultados inmediatos son muy buenos, porque destruye gran parte del disco intervertebral y produce cierta inestabilidad de la columna a corto plazo. Considera que la nucleotomía percutánea cuando está indicada, es el tratamiento de elección porque no produce tanta inestabilidad de columna, el espacio intervertebral se conserva mucho mejor que con la nucleotomía y los resultados son similares a la quimionucleolisis.

Las indicaciones para este tipo de cirugía es: primero cuando a fallado el tratamiento conservador por un tiempo no menor de 3 meses, que los síntomas neurológicos sensitivos y motores no sean progresivos o residuales, que exista una correlación clínica con los hallazgos en la Electromiografía, Mielografía, Tac ó Resonancia Magnética, que la hernia esté contenida, que no exista estenosis de las facetas ni de el canal vertebral y que la hernia no ocupe más de 50% del canal raquídeo.

En este estudio se reportó 87% de buenos resultados, el 13% de los pacientes requirieron de una hemilaminectomía, la edad promedio fue de 46 años, el dolor desapareció inmediatamente en el 71% de los pacientes, aumento hasta el 75% en un día, hasta el 79% en 2 días y el 81% a los 3 días, a los 7 días llegaron al 87% lo cual concluye que es importante esperar los resultados a veces hasta una semana después de la cirugía a todos los pacientes se les hizo hincapié que este procedimiento es efectivo en un 80% de los casos pero que tenía una falla del 20% y en caso de que así sucediera tendrían que ser sometidos a una intervención por lo cual los pacientes tendrían que firmar de conformidad

Las complicaciones mas frecuentes las dividieron en dos grupos:

1.- De infecciones del disco intervertebral y en dos casos en osteomielitis pos-operatoria..

2.- 5 casos de hematoma en el Psoas, por eso el recomienda el uso de antibióticos y coagulantes "in situ".

También es importante hacer valoración de la coagulación para disminuir los riesgos . En esta serie no se reportaron problemas neurológicos ó vasculares graves.

En el continente Europeo Screiber de Suiza (31) con sus colaboradores desde 1982 ha hecho muchas aportaciones utilizando desde un principio " la cirugía Percutanea " combinada con discoscopia y reporta 109 casos que han sido seguidos por 6 años y logra buenos resultados en el 72.5%. También reporta complicaciones: un caso de hematomas, 2 casos de disquitis y recomienda el uso de antibióticos y de coagulantes "in situ" para evitar este tipo de problemas. En la revista de Clínicas Norteamericanas de 1988, Shepperd (34) y posteriormente Patsiaouras de Inglaterra (30), reporta estudios de abordajes anatómicos en cadáveres poniendo agujas a la distancia de 8,10,12,14 y 16cm. de la línea media y angulando de 30° hasta 60°. Concluye que la distancia donde no hay ningún peligro y las posibilidades de lesiones neurológicas y vasculares son mínimas es de 8 a 10 cm. y que la angulación varía de 35° a 45°. También recomienda el uso de una mesa, que mantiene las caderas flexionadas a 90° para que hagan tracciones y reduzcan la hernia y no recomienda la posición lateral porque deforma y distorsiona la imagen de los rayos X. Mayer y Sieber de la Universidad de Hamover de Alemania publicó varios artículos (41) de la cirugía percutánea a base de láser, después de hacer estudios en vivo y vitro con diferentes tipos de láser, llegan a la conclusión que el Holmium Yag es el mejor láser y el del futuro en la cirugía del disco también hacen hincapié de cuales son los parámetros indicaciones y contraindicaciones, que son similares a la de otros autores, sin embargo ellos pregonan la vía en decúbito lateral y recomiendan la técnica de 8 a 10 cm. de la línea media y una angulación no mayor de 45°.

Reportan el tratamiento de 100 pacientes de 1989 a 1991 con 78% de buenos resultados, el resto tuvo que ser sometido dentro de las primeras 6 semanas a una disquectomía con microcirugía. No hubo ninguna complicación importante.

Onik describe en 1985 un nuevo método de disquectomía percutanea lumbar con aspiración automatizada. En términos generales reporta 85% de buenos resultados y también diseña un instrumental curvo para nivel de L5-S1 sin embargo tiene el inconveniente que es caro ya que cada cirugía cuesta aproximadamente 1,000 dólares, porque el instrumental es desechable y que una vez que esta colocado el instrumento como es automatizado puede lesionar alguna raíz (43,44,45,46).

En la última reunión anual que realiza la Universidad de Burdeos representado por Lavignolle, Seuegos J:M: Castaquena (47) con la Universidad de Navarra representada por el Dr. Cañadel y el Hospital Clínico de Pamplona representada por el Dr. Martínez Grande realizada en 1992, se valoraron en un estudio multicéntrico de 200 pacientes con hernia de disco con los criterios ya presentados por otros autores, pero tomando muy en cuenta la discomanometría dividiendo a los pacientes de acuerdo a este estudio en 4 grupos: de acuerdo a la presión normal intradiscal que es de 60 mm. Primer grupo, Hipotensos en que esta indicada la cirugía tradicional. El grupo 2 Normotenso, está indicada la terapia intradiscal con esteroides y el grupo 3 y 4 hipertensos en donde esta indicada la nucleotomía. Aproximadamente el 45% de los casos son candidatos a este tipo de cirugía. En términos generales los buenos resultados fueron de 78% y no hubo complicaciones neurológicas graves que contraindiquen el procedimiento (48).

En el volumen 7 de enero del 93 de la revista Spine, se presenta un Simposium de 14 autores Americanos, Alemanes, Australianos e Ingleses, donde analizan la nucleotomía percutánea con el rayo láser, y con el abordaje uní y bipolar. El resultado es del 86% de buenos resultados y las complicaciones son mínimas, recomendado el uso del HolmiumYag.

En el Spine de Noviembre de 1993, el Dr. Joli Mochida (60) analiza 70 pacientes seguidos por dos años que fueron operados con nucleotomía percutánea manual y concluye que los resultados son similares a la cirugía abierta pero con menos complicaciones y recuperación más rápida.

El Dr. Takashi (59) realiza la cirugía percutánea para el tratamiento y reporta 68% de muy buenos resultados y con una integración al deporte en 2 meses lo que resulta mucho más ventajosa que la cirugía convencional.

En 1993 en la revista Spine del mes de enero este mismo autor reporta su experiencia de nucleotomía percutánea pero haciendo las siguientes innovaciones; bipolar, es decir abordaje derecho e izquierdo, por un lado introduce el discoscopio y por otro introduce el laser y la pinza forceps para quitar el disco y repite las maniobras en el otro lado. También aquí ya hace énfasis que para evitar problemas y complicaciones debe hacerse anestesia local, la angulación debe ser 35° a 45° y la distancia de 9 a 10 cm de la línea media.

De 1986 a 1993 el Dr. Daniel Choy Ascker (39) de la Universidad de Colombia hace una serie de investigaciones con animales de laboratorio y con especímenes de cadáveres y llega a la siguiente conclusión: si se inyecta en el disco intervertebral 1/2 cm. De solución salina aumenta la presión 3.12 kilopascales x milímetro cuadrado que equivale a 7.5 mm de mercurio, y que los discos normales habitualmente tiene 85 a 90 mm de mercurio que si se aumenta a 1 cm. Aumenta otras 200 unidades, por el contrario si se hace la extracción del nucleó pulposo equivalente a 1 cm o igual a 1 gr. La presión intradiscal va a disminuir 52%, este dato es importante porque nos indica que el mínimo de resección en una nucleotomía percutánea debe ser 1 gr a 2 gr para obtener buenos resultados, también hace investigaciones sobre distintos láser y llegar a la conclusión que para el mejor láser se debe de usar cánulas de una angulación de 40 a 70 grados con el cual reporta 89% de buenos resultados con mínimas complicaciones (30,40), la fibra óptica que utiliza es esférica y dispara en forma de abanico provocando un área de evaporación de acuerdo a la dosis empleada.

Matthew en 1994 (67), efectúa una revisión de la disectomía percutánea con láser y nos anuncia que este tratamiento es una alternativa riesgosa y que aunque varias ondas de láser se han desarrollado en forma clínica experimental no existe un consenso sobre la selección de láser, duración del tratamiento o requerimientos de energía, y que recientemente los modelos invitro que se han hecho no han permitido la comparación de sistemas de láser ya que son empíricos, no controlados y en series muy pequeñas.

En el mismo año realiza una comparación de los sistemas de láser en la disectomia percutanea (68), y nos dice que estos métodos se han popularizado desde la introducción de la succión automatizada, los láser más resientes en este sistema son el Nd: YAG, y el Ho: YAG, también menciona que actualmente no existen modelos experimentales para comparar la eficacia de la resección del disco con estos implementos, el realiza un modelo invitro de elasticidad del disco en cuanto a presión y volumen, el diseño experimental consiste en una bomba de infusión compresiva y una columna de aire estática en linea con el disco vertebral de la columna de un bovino atravez de una aguja calibre 12, y concluye que la elasticidad del espacio del disco ofrece un método rápido y reproducible para cuantificar la extensión de la resección del disco después del tratamiento intradiscal y que si se desarrolla en cadáveres humanos puede ninimizar la necesidad de pruebas elínicas para comparar la diferencia de aparatos y técnicas.

OBJETIVO:

El principal objetivo de este trabajo es presentar un modelo de enseñanza e investigación para manejar la nucleotomía por medio de láser. Valora el efecto del laser Nd: YAG en el núcleo pulposo de modelos de columnas lumbares de cerdo. Cuantificando su efecto en lo que respecta a diferentes dosis y sitios . Así como su repercusión en la presión intradiscal y en la temperatura que se presenta en la aguja de acuerdo con las dosis y su localización.

MATERIAL Y METODOS

MATERIAL

Este modelo cuenta con los siguientes materiales: Una prensa de madera, Discomanómetro, Termómetro digital, Aparato de Rayos X, Aparato de láser Nd: Yag 1.064 microns de 40 watts. Aguja especiales, Fibras ópticas de cono esférico de 800 microns, Una columna de cerdo preparada (Fig. 1 A)

La prensa de madera consiste en dos prisioneros con dientes que fijan la columna. Son extensibles para adaptarse al tamaño de esta y que coloca al espécimen en situación similar al del paciente con dos soportes superiores a una distancia de 8 a 10cm. de cada lado.

Un discomanómetro con escala de medición en kilopascales y un medidor digital de temperatura, para medir la presión intradiscal y la temperatura en la parte que sale inmediatamente del anillo fibroso. Un aparato de Rayos X que es portátil de 30 mAmps que tomar radiografías para situar la aguja .

Las agujas son especiales, flexibles (fig. 1 B) tiene un doble escape que sirve para que salga la evaporación y de esa manera la temperatura dentro del disco sea menor.

La fibra óptica es esférica lo que permite que los disparos sean circulares y tiene un control para fijar la distancia que sale la cual debe ser de 2 mm fuera de la punta de la aguja.

Las columnas de cerdo deben ser completas en lo que respecta al área lumbar y sacro. Deben ser limpiadas de todos sus tejidos blandos dejando únicamente los ligamentos, y deben dejarse 12 horas sin refrigerar al medio ambiente..

Se debe familiarizarse con el manejo de los controles de láser. Debe colocar una aguja del numero 18 a 45° y cerciorarse radiográficamente (radiografía de proyección AP lateral y oblicuas) de que está en el centro del disco, a travez de esta aguja No. 18 se introduce la aguja definitiva previas correcciones necesarias. Es importante aprender a fijar la fibra con el bloqueador especial, observar la punta de la fibra para darse cuenta de cuando la aguja esta quemada o no. Antes de iniciar la aplicación del laser se debe medir la presión intradiscal de igual manera al final, así como la temperatura. Al final del taller se debe abrir cada disco y valorar los efectos del láser comparándolo con un disco virgen y midiendo el área de evaporación. Este modelo fue diseñado por el Dr. Braulio Hernandez para la enseñanza y la investigación de la nucleotomía percutanea manual o con laser en el Instituto Nacional de Ortopedia.

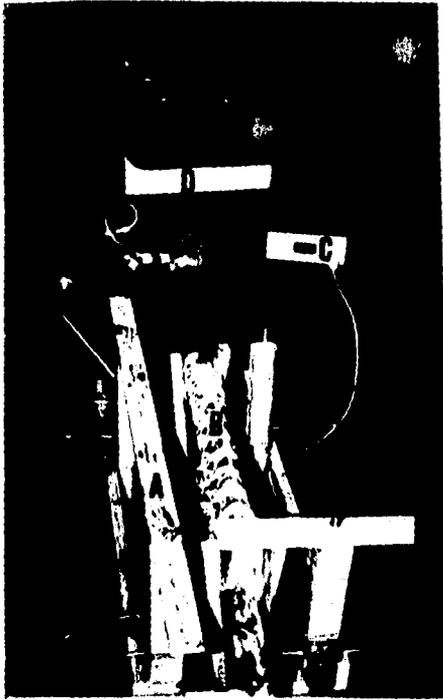


Fig. 1 A: Modelo en el que se observa la prensa de madera A, el espécimen B, el discomanómetro C y el aparato de láser Nd Yag D.



Fig. 1 B: Se observa la aguja flexible y la punta de la fibra óptica del láser.

METODOS

En este modelo se valoraron 45 discos lumbares de cerdos a los cuales se efectuó nucleotomía percutánea con láser, tomando como base la dosis recomendada por Ascher (15W. por segundo hasta completar 10 disparos que equivalen a 150 J). Los parámetros valorados fueron: presión intradiscal, Superficie evaporada y Temperatura distal en la aguja especial.

Se dividieron en tres grupos y cada uno se subdividió en tres subgrupos de 5 discos cada uno.

GRUPO A: Estuvo formado por 15 discos a cada uno se les aplicó una dosis de 1,800 J. variando los sitios topográficos y se valoró el área de evaporación y la presión intradiscal inicial y final.

A-1 En el primer subgrupo se aplicó la dosis de 600 J. en 3 sitios topográficos a saber: a 3/4, a la mitad (1/2) y a un 1/4 proximal del área del núcleo pulposo. (Fig. 2 A 1)

A-2 En el segundo subgrupo se aplicaron dosis de 900 J. a la mitad (1/2) y 900 a un 1/4 proximal. (Fig. 2 A 2)

A-3 En el tercer subgrupo se colocó la aguja a la mitad (1/2) y a 3/4 distales del núcleo pulposo. (Fig. 2 A 3)

GRUPO B: Se aplicó la dosis en dos sitios colocando la aguja a la mitad (1/2) y a un 1/4 proximal, lo que varió fue la "dosis total" y se valoró la superficie de evaporación.

B-1 En el primer subgrupo se aplicaron dosis de 300 J. en cada área (total 600 J).

B-2 En el subgrupo dos la dosis fue de 600 en cada área (total de 1,200 J.)

B-3 En el subgrupo tres se aplicó una dosis de 900 J. en cada área (total de 1,800 J.)

GRUPO C: Estuvo formado por 15 discos a los cuales se les aplicó la dosis de 1,800 J. pero se varió el tiempo de descanso y se valora la temperatura tomada en la parte más distal de la aguja fuera del disco.

C-1 En el primer subgrupo, el descanso fue de un segundo cada 150 J.

C-2 En el segundo subgrupo el tiempo de descanso fue de 5 segundos cada 150 J.

C-3 En el tercer subgrupo el tiempo de descanso fue de 10 segundos cada 150 J.

LASER 1800
3/4 - 1/2 - 1/4



Fig. 2 A 1: Primer subgrupo

LASER 1800

1/2 - 1/4



Fig. 2 A 2 : Segundo Subgrupo

LASER 1800

3/4 - 1/2

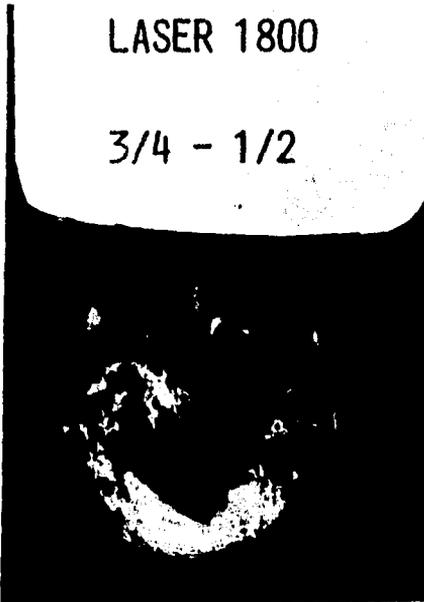


Fig. 2 A 3 : Tercer subgrupo



Fig. 2 A 4: Disco Normal

RESULTADOS

EN EL GRUPO A: En el primer subgrupo se aplicó en 3 sitios y fue de 50% de evaporación (2.5×1) y la presión inicial fue de 40 y al final de 28 kPa.

En el segundo subgrupo cuando se aplicó en dos sitios a la mitad ($1/2$) y $1/4$ proximal el área de evaporación fue de 33% (1.5×1) y la presión inicial de 40 y al final de 20 kPa.

En el subgrupo tres que se aplicó a la mitad ($1/2$) y a $3/4$ el área de evaporación fue de 24% (1.2×1) y la presión inicial fue de 40 y al final de 28 kPa. (Cuadro 1)

EN EL GRUPO B: en que se aplicó en el mismo sitio topográfico pero se varió la dosis encontramos que el primer subgrupo (600 J.) el área de evaporación fue de 14% ($1.2 \times .6$ es igual a .72)

En el subgrupo dos con dosis de 1,200 J. el área de evaporación fue de 27% ($1.5 \times .9$ igual a 1.35)

En el tercer subgrupo con dosis de 1,800 J. el área de evaporación fue de 33% (1.5×1.1 igual a 1.65).

A 200 J. el área de evaporación fue de 27% ($1.5 \times .9$ igual a 1.35) (Cuadro 2).

EN EL GRUPO C: en que la dosis fue de 1,800 J. con series de 150 J. (15×1) (10) en el primer subgrupo el descanso fue de 1 segundo se midió la temperatura de cada disparo y el promedio fue de 32.7 grados centígrados.

En el segundo subgrupo en que los descansos fueron de 5 segundos la temperatura promedio fue de 29.7 grados centígrados.

En el tercer subgrupo en que el descanso fue de 10 segundos, la temperatura promedio fue de 28.3 grados centígrados.

GRUPO A

SUBGRUPO	DOSIS POR SITIOS TOPOGRAFICOS			SUPERFICIE DE EVAPORACION %	SUPERFICIE DE EVAPORACION cm ² .	PRESION INICIAL kPa	PRESION FINAL kPa/ml.
	¼	½	¾				
A:1	600 J	600 J	600 J	50	2.5X1=2.5	40	28
A:2	900 J	900 J		33	1.5X1=1.5	40	20
A:3		900 J	900 J	24	1.2X1=1.2	40	28

Cuadro 1: Grupo A: Se aplicarán 1800 J. en diferentes sitios topográficos, y se midió la superficie evaporada comparandola con la superficie total promedio (2.5X2=5.0 cm²).

GRUPO B

SUBGRUPO	DOSIS		SUPERFICIE DE EVAPORACION %	SUPERFICIE DE EVAPORACION cm ² .
	¼	½		
B:1	600 J		14	1.2X0.6=0.72
B:2	1200 J		27	1.5X0.9=0.35
B:3	1800J		33	1.5X1.1=1.65

Cuadro 2: Grupo B: Se aplicó en dos sitios (1/2 y 1/4 distales) pero se varió la dosis y se compara con la superficie total promedio de núcleo pulposo (2.5X2=5.0 cm²).

DISCUSION:

La nucleotomía percutánea con láser usando la fibra esférica diseñada por el Dr. Choy y Aher es el método menos invasivo, ya que se realiza a través de una aguja del No. 18 y debe ser el método de elección en aquellos casos que cumplan con los parámetros de inclusión, para lo cual es importante que el cirujano se familiarice con el manejo de láser y que conozca sus efectos y sus complicaciones antes de trabajar con humanos. En la literatura no existe algún modelo especial con este objetivo, por eso proponemos que este modelo en que se puede usar la dosis y fibras recomendadas por dichos autores (15 w por segundo en series de 10 segundos) aprovechando cada serie de 10 disparos para valorar el efecto de láser y revisar la punta de la fibra que no este quemada y que no rebase los 2mm. que se recomienda. Este modelo permite familiarizarse y saber cuando la aguja esta bien colocada a 45 grados, en el centro , a 1/4 o a 3/4 y valorar la superficie de evaporación y sus efectos en la presión intradiscal y temperatura.

Las observaciones en nuestra investigación fueron que a partir de las 1200 J. a los 1800 J. en los dos sitios topográficos (la mitad y a 1/4 se logran superficies de evaporación de 27 a 33% logrando bajar la presión al 50% lo que clínicamente se reflejaría en la eliminación de los síntomas. Si la fibra óptica está 2mm. por fuera y descansos de 10 segundos cada 150 J. la temperatura en la periferia del disco y la aguja será menor de 30 grados por lo que no hay peligro de lesionar la raíz por el calor.

En conclusión consideramos que la combinación de láser Nd-YAG con fibra de punta esférica, es el método menos invasivo para lograr el área de evaporación de más de 25% del núcleo pulposo , y que el modelo diseñado por el Dr. Braulio Hernandez es importante para la investigación y enseñanza de esta técnica.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Bartelink, D. L. The role of abdominal pressure in relieving the pressure of lumbar intervertebral disc. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 39B (4): 718, 1957.
- 2.- Bradford, D.S., Chymopapain, Chemonucleolysis and nucleus pulposus regeneration. *J. Bone Joint Surg.* 65A: 1220, 1983
- 3.- Bradfir, S.S., Chymopapain, Chemonucleolysis and nucleus pulposus regeneration. A biochemical and biomechanical study.
- 4.- Brinckman, P.; Grootenboer, H. Change of disc height, radial disc bulge and intradiscal pressure from discectomy. An in vitro investigation on human lumbar disc. *Spine* 16(6): 641, 1991.
- 5.- Bushell, G.R.; Ghosh, P.; Taylor, T.K.; Akenso, W.H., Proteoglycan chemistry of the intervertebral disks. *Clin orthop.*, 129: 115, 1977.
- 6.- Davidson, E.A., Woodhall, B. Biochemical alterations in herniated intervertebral disc. *Journal of Biol. Chemistry* 234: 2951, 1959.
- 7.- Davidson, E.A., Small, W. Metabolisms in vivo of connective tissue mucopolysaccharides. 1.- Chondroitin sulfate C and Keratosulfate of nucleus pulposus. *Biochimica et Biophysica Acta* 69: 445, 1963.
- 8.- Davis, G.W.; Onik, G., Automated percutaneous discectomy. *Spine* 16 (3): 359, 1991.
- 9.- Farfan, H.F.; Cossette, J.W.; Robertson, G.H.; Wells, R.V., Kraus, H. The effects of torsion on the lumbar intervertebral joints, the role of torsion in the production of disc degeneration. *The Journ. of Bone and Joint Surgery* 52A (3): 468, 1970.
- 10.- Feffer, H.L. Treatment of low-back and sciatic pain by the injection of hydrocortisone into degenerated intervertebral discs. *J. Bone Joint Surg.* 38A: 585, 1955.
- 11.- Feffer, H.L., Therapeutics intradiscal hydrocortisone. A long Term Study. *Clin.Orthop.* 67: 100, 1969.
- 12.- Feffer, H.L. Regional Use of Steroids in the management of lumbar intervertebral disc disease. *Orthopedics Clinics of North Amer.* Vol 6 (1): 249, 1975.
- 13.- Fernández-Yruegas, M; Ferrer, L.A.; Abril, J.C.; Rodríguez, M Dudley, P.; Carreno, M. La discomanometria en la quimionucleolisis. *Revista Ortopedia Trauma.* 34 (2) : 174, 1990.
- 14.- Gill, K., Blumenthal, S.L., Clinical experience with automated discectomy: the nucleotome system. *Orthopedics* 14 (7) 757, 1991.
- 15.- Hallea, A. Hexosamine and ester sulphate content of the human nucleus pulposus at different ages. *Acta Chemical Scand.* 12: 1869, 1958.
- 16.- Herkowitz, H.N.I. Currents status of percutaneous discectomy and chemonucleolysis. *Orthop Clin.North. AM.* 2292: 327, 1991.
- 17.- Hijikata, S., Percutaneous nucleotomy, A. new concept technique and 12 years experience. *Clin. Orthop.* 238: 9, 1989.
- 18.- Hirano, N.; Tsujii, H.; Ohshima, H.; Kitano, S., Sano A. Analysis of rabbit intervertebral disc. Physiology based on water metabolism. Factors influencing metabolism of the normal intervertebral disc. *Spine* 13: 1291, 1988.

- 19.- Hollander, J.L., Brown, E. M., Jessor, R.A., Brown, C.Y Hydrocortisona and cortisone injected into arthritic joints. *Journal of Am. Med. Assn.* 147: 1629, 1951.
- 20.- Kitano, S.; Tsuji, H.; Hirano, N.; SANO, A.; Terahate, N. Water, Fixed Charge density protein contents and lysine incorporation into protein in chymopapain-digested intervertebral disc of rabbit. *Spine* 14 (11): 1226, 1989.
- 21.- Maroudas, A.; Bannot, C. Measurement of swelling pressure in cartilage and comparison with the osmotic pressure of constituent proteoglycans. *Biorheology* 18: 619, 1981.
- 22.- Mitchell, P. E., Hendry, N.G., Billewicz, W.Z., The Chemical background of intervertebral disc prolapse. *Journal of Bone and Joint Surgery* 438: 141, 1961.
- 23.- Nachemson, A., Lumbar intradiscal pressure. *Acta orthop. Scand.* (suppl) 43: 1-104, 1960.
- 24.- Nachemson, A., Disc pressure measuremet. *Spine* 6: 93, 1981.
- 25.- Nachemson, A., The lumbar Spine. An Orthopaedic Challenge. *Spine* 1: 59, 1976.
- 26.- Nachemson, A.; Lewin, T.; Maraoudas, A.; reeman, M.A., In vitro diffusion of dye through the end-plates and the annulus fibrosus of human lumbar intervertebral disc. *Acta Orthop. Scand.* 41: 589, 1970.
- 27.- Nachemson, A.; Morris, J.M. In vivo measuremets of intradiscal pressure. Discomanometry, a method for the determination of pressure in the lower discs. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 46A (5): 1077, 1992.
- 28.- Ogata, K.; Whiteside, L. A. Nutritional pathways of the intervertebral Disc. An experimental study using hydrogen washout technique. *Spine* 6 (3) : 211, 1981.
- 29.- Pailf, A.;A., Hahn, F. J., Percutaneous discectomy using the electromagnetic field focusing probe. A feasibility study. *Int. Surg.* 76 (1) : 30, 1991.
- 30.- Patsianouras, T., Bulstrode, C.; Cook, P., Wilson, D., Percutaneous nucleotomy. An anatomic of the risks of root injury. *Spine* 16(1): 39, 1991.
- 31.- Sreiber, A.L.H., Percutaneous nucleotomy: Technique with discoscopy. *Orthopedics.* 14 (4): 439, 1991.
- 32.- Smith, L. Enzyme dissolution of nucleous pulposus in humans. *JAMA* 187: 1371, 1964.
- 33.- Souter, w.a.; Taylor, T. K., Sulphated acid mucopolysaccharide metabolism in the rabbit intervertebral disc. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 52B (2) : 371, 1970.
- 34.- Spencer, D. L., Miller, J.A., The effects of chemonucleolysis on the mechanical properties of the canine lumbar disc. *Spine* 10 555, 1985.
- 35.- Taylor, TKF, Little, K., Intracellular matrix of the intervertebral disk in ageing and prolapse. *Nature* 208: 384, 1965.
- 36.- Urban, J.P.; McMullin, J.F., Swlling pressure of lumbar intervertebral discs. Influence of age, spinal level, composition and degeneration. *Spine* 13: 179, 1988.
- 37.- Watters, W. C.; Temple, A. P. Granberry, M. The use of dexamthasone in primary lumbar disc surgery. A prospective, randomized double-blind study. *Spine* 14 (4) : 440, 1989.
- 38.- Yonezawa, T., Otomura, T., Kosaka, P. I, Migagi, Y., Tanaka S., The system and procedures of percutaneous intradiscal laser nucleotomy. *Spine* 15 (11): 1175; 1990.

- 39.- Choy, DSL., R.B., Ascher P: Percutaneous laser ablation of lumbar discs: A Preliminary report of in vitro and in vivo experience in animal and four human patients. Presented at the 33rd Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, 1987.
- 40.- Choy DSJ, Case RB, Fielding W: Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disks. N. Engl J. Med. 317: 771-772, 1987.
- 41.- Mayer HM, Sedlmeier B, Dorsch K, et al: Excimer-Laser-Ablation von menschlichem Bandscheibengewebe. In Siebert WE, Wirth CJ (eds) Laser in der Orthopaedie. Stuttgart, Thime, 1991, pp 155-163.
- 42.- Owens P, Emmons WF, Owens T: Differential recovery rates between laser versus non laser lumbar laminectomy patients. Lasers Surg Med 8: 196, 1988.
- 43.- Onik, G., Helms, C.A., Ginsberg, L., Hoaglund, F.T. and Morris J.: Percutaneous Lumbar discectomy using a new aspiration probe. AJNR 6:290, 1985
- 44.- Onik, G, Maroon, J. C., Day, A., et al.: Automated percutaneous discectomy: Preliminary experience, Acta Neurochir. (in press).
- 45.- Onik, G, Maroon, J.C, Helms, C., Schweigel, J, Mooney, V., Kahanovitz, N., Day, A, Morris, J, McCulloch, J.A. and Reicher, M. Automated percutaneous discectomy: Initial patient experience. Radiology 162: 129, 1987.
- 46.- Onik, G, Mooney, V., Wiltse, I, Watkins, R, Schwigel, J, Croissant, P.D, Davis G.W, Day, A, Dunsker, S, Hochschuler, S, Marron J, Helms, C.A, McCulloch, J, Morris J, Resnick, D, Saul, T.B, Thomas, J, Kahanovitz, N, and Reicher, M. Percutaneous automated discectomy in the treatment of herniated lumbar discs Radiology 165: (Suppl) 1987.
- 47.- L. Cawstagnera, N. Grenier, B. Lavagnolle, J.F. Greselle, J. Senegas, J. M. Caille. Study of correlation between intradiscal pressure and MR imaging data in evaluation of disc degeneration Therapeutic issue with Percutaneous Nucleotomy., Spine, 1991, 16, 3: 348-352.
- 48.- A. M. Hidalgo Ovejero, S. Garcia Mata, P. Antutano Zarragaint, Martínez Grnade. Utilidad de la discomanometría en las hernias que van a ser intervenidas por medio de nucleotomía percutánea: Valoración del resultado en función del tipo de disco, Rev.Ortop. Traumat. 1991, 35 1B, 6: 434-437.
- 49.- Parviz Kambin, M.N. Percutaneo lateral discectomy a preliminar report Clinicas Ortopedicas Abril 1983.
- 50.- Parviz Kambin, Posterolateral percutaneous suction excision of herniate lumbar intervertebral discs. Clinica Ortopedica Junio 1986.
- 51.- Parviz Kambin, Percutaneous posterolateral discectomy. Clinica Ortopédica Octubre 1987.
- 52.-Parviz Kambin, Percutaneous lumbar discectomy. Clinicas Ortopédicas Enero 1989
- 53.-Parviz Kambin, Arthroscopic microdiscectomy. The Journal 1992.
- 54.- MacNab I: Negative disc exploration: An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty eight patients. J. Bone Joint Surg 53A; 891-903, 1971.
- 55.- Sherk HH: Lasers in orthopaedics. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1990.
- 56.- Siebert WE, Bise K, Breither S, et AL: Die Nucleus pulposus-Vaporisation-Eine neue Technik zur Behandlung des Bandscheibenvorfalles Orthop Praxis 12: 732, 1988.

- 57.- Siebert WE, Wirth CJ; Nucleus pulposus-vaporisation: Experimental investigations on use of lasers on the intervertebral disc. In Brock M, Mayer HM (eds): Percutaneous Lumbar Discectomy Berlin, Springer, 1989, p. 205.
- 58.- Siebert WE, Steinmetz M, Muschter R, Wirth CJ: vitro Untersuchungen zur thermischen Belastung der Bandscheibe bei Laserablation. In Siebert WE, Wirth CJ (eds): Laser in der Orthopädie. Stuttgart, Thieme, 1991, pp 150-154.
- 59.- Takshi Sakou, M.D. Percutaneous Discectomy in Athletes,
- 60.- Joji Mochida M.D. Percutaneous Nucleotomy in lumbar Disc Herniation.
- 61.- Codivilla, A., On the means of lengthening in the lower limbs the muscles, and tissues which are shortened through deformity Am. J. Orthop. Surg. 2:353, 1905. Abstract of Med Line.
- 62.- De Bastiani, G., Aldagheri R., Renzi Brivio L, Trivella G., Chondrodystasis- controlled symmetrical distraction of the epiphyseal plate. Limb lengthening in children. J. Bone joint Surg 68 (4) 550-6 1986.
- 63.- Chandler, D., King, J. D., Results of 21 Wagner Limb lengthening in 20 patients. Clin. orthop 230:214-22, 1988.
- 64.- Nakamura K; Nagamo A., Tobimatsu H., Tibial Lengthening by epiphyseal distraction. Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi 62 (1); 37-41, 1988.
- 65.- Silver, R. L., De la Garza, J., Rang, M. The myth of muscle balance. A study of relative strengths and excursions of normal muscles about the foot and ankle. J. Bone Joint Surg. (Br) 63(3); 432-7, 1985.
- 66.- Cambras, R.a., Puente, J.J. Perez, H.b. Angulo, M. A. Concepcion, T.P. Limb lengthning in children. Orthopaedics 7 468, 1984.
- 67.- Matthew R, Joseph C: Laser discectomy: A review. Spine 1994 Jan; 10 (1): 53-6.
- 68.- Matthew R, Joseph C, Tommy Shih: Laser discectomy comparison of systems. Spine 1994., Feb; 19 (3) : 319-22.