

Aplicación de la técnica de “absorción” en el tratamiento de pacientes entre 30-55 años con protusión o hernia discal lumbar.

Juan M^a Morales Aizpun

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquest document i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a RECERCAT (framing)

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de este documento y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y título. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a RECERCAT (framing).

Universitat Internacional de Catalunya

Departamento de Fisioterapia

Programa de Doctorado en Fisioterapia

2012-2017

***Aplicación de la técnica de "absorción" en el
tratamiento de pacientes entre 30-55 años con
protusión o hernia discal lumbar***

Tesis doctoral presentada por

Juan M^a Morales Aizpun

Dirigida por

**Dra. Caridad Bagur
Dra. Montserrat Girabent**

Barcelona, 2017

Es difícil resumir en pocas palabras este apartado, ya que por tanta gente que existe detrás de trabajos como el presente, me podría extender enormemente. En primer lugar quiero dar las gracias a todos los colaboradores del ensayo clínico: a mi compañera del centro de Fisioterapia Ernio, Amaia Alonso por ayudar en las entrevistas a los pacientes y en las mediciones.

A mis tutoras, las doctoras Caritat Bagur y Montserrat Girabent, por el tiempo dedicado, así como su paciencia que seguro les he llevado al límite.

Agradezco también el apoyo y la colaboración del servicio de traumatología de la clínica Asunción de Tolosa, en especial al Dr. Ketxus Caminos, también al Dr. Jon Iza del servicio de traumatología del Hospital Donostia, por creer sin dudar en lo que hacemos los fisioterapeutas y enviar sin ningún tipo de contratiempo los pacientes a nuestro centro para el estudio.

También doy las gracias a Emma, la estadística increíble que ha colaborado (y un poco mas) en el análisis de los datos y que seguro tantos dolores de cabeza le he generado por mis continuas preguntas, que paciencia ha tenido conmigo.

No puedo dejar de mencionar en este apartado, a la persona que me ha hecho crecer como fisioterapeuta, el Dr. Alain Gehin, maestro y amigo al que debo admiración por su continua aportación a este campo que tanto nos apasiona.

A los pacientes integrantes del estudio también les doy las gracias, primero por dar su consentimiento y aceptar participar en el ensayo, y después por el afecto y muestras de cariño recibidas tras su finalización, quizás porque el resultado fue bastante bueno...?

A mis padres, sin su increíble esfuerzo no habría podido estudiar esta carrera y no sé donde estaría hoy sin ellos.

Por último, quiero dar las gracias a mi familia, mi mujer y mis hijas, que son mi tesoro más preciado y la energía que me motiva a seguir creciendo. Por todas las horas que les robo, por todos los momentos que no estoy con ellas por estar frente al ordenador o trabajando de más, por todos los ratos de mal genio que a veces esta profesión nos hace pasar, y aun así ahí están. A mi mujer Alizia,

gracias por creer siempre en mí y por tu apoyo constante. A mi hija Naroa, por tu fuerza y seguridad que me transmites y a mi hija Eider, por ser la luz que me ilumina cada día, pase lo que pase siempre estas con esa bonita sonrisa en tu boca.

Gracias a todos.

ÍNDICE

ACRÓNIMOS	1
1. RESUMEN	5
2. INTRODUCCIÓN	9
2.1 Aspectos anatómicos de la región lumbar y su implicación en la lumbalgia	20
2.1.1 Estructura ósea	20
2.1.2 Estructuras capsulares y ligamentosas	25
2.1.3 Musculatura	32
2.1.4 El disco intervertebral.....	37
2.2 Patología lumbar	44
2.2.1 Lesiones discales.....	47
2.2.2 Tratamiento quirúrgico discal.....	58
2.2.3 Tratamiento conservador: lumbalgia, lesiones discales y fisioterapia.	67
3. JUSTIFICACIÓN	83
4. HIPÓTESIS	87
5. OBJETIVO.....	91
6. MATERIAL Y MÉTODOS	95
6.1. Diseño.....	97
6.2. Descripción de la población	97
6.3. Criterios de inclusión/exclusión	97
6.4. Selección de la muestra	98
6.5. Tamaño muestral	98
6.6. Grupos.....	99
6.7. Variables.....	99
6.8. Descripción de la intervención-tratamiento.....	103
6.9. Seguimiento de los pacientes.....	113
6.10. Cuestiones éticas	115
6.11. Análisis estadístico	116
7. RESULTADOS.....	117
7.1. Mediciones basales	119
7.1.1 Características sociodemográficas	119

7.1.2 Características de la lesión	120
7.1.3 Dolor, movilidad, y discapacidad basales	121
7.2. Análisis de la eficacia de la intervención: Dolor, movilidad, discapacidad y disfunción sacroilíaca.....	123
7.2.1 Dolor	123
7.2.2 Movilidad	127
7.2.3 Discapacidad.....	134
7.2.4 Disfunción sacroilíaca.....	135
7.2.5 Mejoría en la imagen por RM.....	137
8. DISCUSIÓN.....	139
9. LIMITACIONES.....	151
10. LÍNEAS FUTURAS	155
11. CONCLUSIONES	159
12. BIBLIOGRAFÍA	163
13. ANEXOS	219
13.1. Dictámen del comité ético de la UIC.....	221
13.2. Dictámen del comité ético del Hospital Gipuzkoa.....	222
13.3. Consentimiento informado.....	223
13.4. Declaración del investigador.....	224
13.5. Hoja de información al participante	224
13.6. Escala visual analógica.....	226
13.7. Cuestionario de Roland-Morris.....	227
13.8. Índice de discapacidad de Oswestry	229
13.9. Tabla de división de los grupos.....	233
13.10. Formulario de recogida de datos	235
13.11. Ejercicios para la realización en el domicilio	237
13.12. Cuestionario mundial sobre actividad física (GPAQ)	246

Índice de ilustraciones

Fig. 1 A) Visión sagital columna vertebral lumbar, B) Visión posterior de dos segmentos vertebrales lumbares	20
Fig. 2-fig. 3 Anisotropía facetaria.....	21
Fig. 4 Ligamentos Lumbares	26
Fig. 5 Ligamento longitudinal anterior.....	28
Fig. 6 Ligamento longitudinal posterior	28
Fig. 7 Ligamentos iliolumbares y sacroilíacos.....	30
Fig. 8 Ligamentos iliolumbares y sacroilíacos	30
Fig. 9 Representación de la inervación lumbar.....	31
Fig. 10 Multifido	32
Fig. 11 Gluteo mayor.....	34
Fig. 12 Piriforme.....	34
Fig. 13 Imágenes que corresponden a la disposición de la musculatura abdominal y psoas mayor.....	36
Fig. 14 Estructura del anillo fibroso del disco intervertebral	38
Fig. 15 y fig. 16 El disco intervertebral y sus diferentes regiones	39
Fig. 17 Clasificación de lesiones discales de grado 0 a grado 5, basada en la clasificación de Dallas modificada	51
Fig. 18 Protrusión discal.....	52
Fig. 19 y fig. 20 Visión lateral y superior de hernia discal atrapando la raíz espinal	53
Fig. 21 y fig. 22 Clasificación de la MSU de las lesiones discales (divisiones según localización).	53
Fig. 23 Hernias discales y su denominación según la situación.	54
Fig. 24 Técnica de bloqueo articular	59
Fig. 25 Terapia electrotérmica intradiscal	60
Fig. 26 Radiofrecuencia mediante Discrode	61
Fig. 27 Imagen de Nucleoplastia™ por Coblation®	61
Fig. 28 Procedimiento de biacuplastia	62
Fig. 29 Ejemplo de artrodesis lumbar.....	63
Fig. 30 Ejemplo de instrumentación utilizada en artrodesis.....	63

Fig. 31-32-33 Diferentes tipos de prótesis discal.....	64
Fig. 34 Discectomía endoscópica.....	64
Fig. 35 Instrumental en discectomía endoscópica	64
Fig. 36 Técnica de manipulación de alta velocidad de lumbar-roll.	77
Fig. 37 Técnica de flexión-distracción.	77
Fig. 38 Test de medición " <i>Fingertip-to-floor test</i> ".....	101
Fig. 39 Test de medición flexión lateral.	101
Fig. 40 Test de Gillet.	104
Fig. 41 Yeoman´s test.	104
Fig. 42 Thigh thrust test	104
Fig. 43 Test de Faber.....	105
Fig. 44 Test de Gaenslen	105
Fig. 45 Test de compresión	106
Fig. 46 Movilización en "estrella" del sacro.	106
Fig. 47 Diferentes movimientos para liberar la ASI.....	107
Fig. 48 Liberación de sacro en decúbito lateral.....	107
Fig. 49 Liberación de ilíaco en decúbito lateral	107
Fig. 50-Fig. 51 Movilización lumbar lateral a diferentes alturas.	108
Fig. 52-Fig. 53 Movilización de flexo-extensión.....	108
Fig. 54-Fig. 55 Circunducciones.....	108
Fig. 56 Representación de los PG del cuadrado lumbar.....	109
Fig. 57-Fig. 58 Tratamiento de PG cuadrado lumbar.	109
Fig. 59-60 PG de piriforme y su tratamiento.....	109
Fig. 61 PG del glúteo mayor.	110
Fig. 62 PG del glúteo menor.....	110
Fig. 63 PG del glúteo medio.	110
Fig. 64-65 Tratamiento de los PG de los glúteos.	110
Fig. 66 Manipulación del segmento dorsolumbar.	111
Fig. 67 Posición del paciente en la maniobra de "absorción".....	112
Fig. 68-69-70 Detalle de la maniobra en sujeto y en esqueleto.....	113
Fig. 71 Movimientos de distracción y superoinferior.....	113
Fig. 72 Movimiento lateral de la camilla.	113

Índice de tablas

Tabla 1. Cambios degenerativos en la columna vertebral encontrados en RM de pacientes asintomáticos	44
Tabla 2. Características sociodemográficas de la muestra.....	120
Tabla 3. Características de las lesiones	121
Tabla 4. Resumen de las mediciones iniciales para las variables de respuesta con seguimiento intermedio en el estudio según el grupo de asignación	122
Tabla 5. Mejoría del dolor de espalda, según la EVA	123
Tabla 6. Resultados del MLG en la EVA de espalda según el grupo	124
Tabla 7. Diferencia en la EVA espalda entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior	125
Tabla 8. Diferencia en la EVA espalda según el grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior	125
Tabla 9. Mejoría del dolor de pierna, según la EVA	126
Tabla 10. Resultados del MLG en la EVA de pierna según el grupo	127
Tabla 11. Diferencia en la EVA pierna entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior	127
Tabla 12. Diferencia en la EVA pierna en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior	127
Tabla 13. Mejoría de la movilidad, según el FFT	128
Tabla 14. Resultados de la mejoría del FFT según el grupo	129
Tabla 15. Diferencia en el FFT entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior	129
Tabla 16. Diferencia en el FFT en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior	129
Tabla 17. Mejoría de la movilidad lateral derecha, FLD.....	130
Tabla 18. Resultados de la mejoría de la FLD según el grupo	131
Tabla 19. Diferencia en la FLD entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior	131
Tabla 20. Diferencia en la FLD en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior	131
Tabla 21. Mejoría de la movilidad lateral izquierda, FLI	132

Tabla 22. Resultados de la mejoría de la FLI según el grupo	133
Tabla 23. Diferencia en la FLI entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior	133
Tabla 24. Diferencia en la FLI en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior	133
Tabla 25. Mejoría de la discapacidad, según el test de Roland-Morris	134
Tabla 26. Mejoría de la discapacidad, según el test de Oswestry	135
Tabla 27. Mejoría en función de la disfunción de la ASI.....	135
Tabla 28. Resultados de la mejoría en la disfunción de la ASI según el grupo ..	136
Tabla 29. Diferencia en la disfunción sacroilíaca entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior	136
Tabla 30. Diferencia en la disfunción sacroilíaca en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior	137
Tabla 31. Asociación de la mejoría en la imagen de RM según el grupo de tratamiento	137

Índice de gráficos

Gráfico 1. Mejoría del dolor de espalda, según la EVA.....	124
Gráfico 2. Mejoría del dolor de la pierna, según la EVA	126
Gráfico 3. Mejoría de la movilidad, según el FFT	128
Gráfico 4. Mejoría de la movilidad lateral, según la FLD.	130
Gráfico 5. Mejoría de la movilidad lateral, según la FLI	132
Gráfico 6. Proporción de pacientes con disfunción de la articulación sacroilíaca en función del tiempo y del grupo de tratamiento	136
Gráfico 7. Mejoría en la imagen de RM según el grupo de tratamiento	137

AHCPR: Agency for Health Care Policy and Research.

ASAS: Assessment of SpondyloArthritis international Society.

ASI: Articulación sacro-iliaca.

CAPV: Comunidad Autónoma del País Vasco.

DE: Desviación estándar.

DIV: Disco intervertebral.

DLC: Dolor lumbar crónico.

EEUU: Estados Unidos de Norteamérica.

EIPS: Espina ilíaca posterosuperior.

EVA: Escala visual analógica (del dolor).

FBE: Fisioterapia Basada en la Evidencia.

FFT: Test dedo-suelo (Fingertip-to-floor test).

FLD: Flexión lateral derecha.

FLI: Flexión lateral izquierda.

FSU: Functional spine unit.

IDET: Anuloplastia intradiscal electrotérmica.

IMC: Índice de masa corporal.

INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

MBE: Medicina basada en la evidencia.

MEC: Matriz extracelular.

MLG: Modelo lineal general.

MMP: Metaloproteinasas de la matriz.

MSU: Michigan State University.

MTC: Medicina tradicional y complementaria.

NASS: North American Spine Society.

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PG: Proteoglicanos.

PGM: Puntos gatillo miofasciales.

PIB: Producto Interior Bruto.

RFA: Anuloplastia por radiofrecuencia.

RM: Resonancia magnética.

SNA: sistema nervioso autónomo.

TIMPs: Inhibidores endógenos de las MMPs.

1. RESUMEN

El dolor lumbar es uno de los problemas de salud más frecuentes a los que se enfrenta la sociedad actual. El coste económico que supone, así como las complicaciones a nivel sanitario que genera, nos hace pensar en investigar y desarrollar nuevas pautas de actuación que minimicen las consecuencias de esta lesión tan común. Existen diversas razones que favorecen o pueden derivar en una lumbalgia. El hecho de padecer una protusión o una hernia discal, el tema que nos ocupa, es una de las posibles causas de sufrir dolor en la zona lumbar. El tratamiento quirúrgico parece el más indicado para aquellos pacientes que incluyan déficits neurológicos graves asociados a estas lesiones, pero existe un porcentaje de personas que se beneficiará de un tratamiento conservador, lo que ha motivado la realización del presente ensayo clínico.

La fisioterapia y en especial la terapia manual como parte de la misma, debido a su bajo coste y no ser invasivas deben estar más presentes como vía de intervención alternativa al tratamiento quirúrgico. Para esto se necesitan estudiar y desarrollar técnicas más efectivas y específicas que no supongan ningún tipo de riesgo para los pacientes, como la del presente estudio, la técnica de "absorción", una maniobra de alta velocidad que incluida en un protocolo para el tratamiento de la hernia o protusión lumbar podría mejorar la sintomatología del paciente.

El presente ensayo clínico se realizó sobre una muestra de 62 personas de entre 30 y 55 años que padecían una protusión o hernia discal en los niveles L4-L5 o L5-S1 diagnosticada mediante RM en fase aguda o subaguda, residentes en Gipuzkoa. Los individuos fueron divididos de forma aleatoria en dos grupos uniformes; al grupo control se le aplicó un tratamiento de terapia manual, con liberación de la articulación sacroilíaca, movilizaciones de las vertebrae lumbares, trabajo de los Puntos Gatillo Miofasciales, manipulación de alta velocidad en el segmento dorsolumbar y una tabla de ejercicios; mientras al grupo intervención, aparte del citado protocolo, se les realizó la maniobra de "absorción". Se compararon los resultados antes y después de 5 sesiones de tratamiento, con un intervalo de 7-10 días entre ellas y se analizaron los cambios en el dolor, movilidad y discapacidad mediante tests físicos, los cuestionarios Roland-Morris, EVA y Oswestry. También se estudiaron los posibles cambios en el tamaño de la

hernia o protusión, mediante una Resonancia Magnética. Tras comprobar la homogeneidad de la muestra, tanto en las características sociodemográficas, como en las características de la lesión se procedió al análisis de los datos.

Los resultados mostraron que con respecto al dolor, movilidad y discapacidad hubo un descenso significativo en ambos grupos de estudio, aunque la comparación entre grupos para estas variables, no resultó significativa por lo que no se observó ninguna diferencia con respecto al introducir la "maniobra de absorción" en el tratamiento. En cuanto al posible cambio en el tamaño de la hernia o protusión discal, es en este apartado donde encontramos una diferencia significativa en la comparación entre grupos, observándose una diferencia a favor de los integrantes del grupo intervención. Un dato que llamó la atención fue que el total de los participantes presentaba disfunción a nivel de la articulación sacroilíaca, por lo que introducir su análisis y tratamiento parece aconsejable por la relación de esta articulación con la lumbalgia.

Las conclusiones del ensayo fueron, primero, que el tratamiento conservador propuesto, basado en la combinación de varias intervenciones mejora significativamente el dolor en la EVA, en pacientes con dolor lumbar y hernia y/o protusión lumbar. También mejora de forma significativa el rango de movimiento de la flexión anterior, lateral izquierda y derecha. Además, consigue una disminución significativa de la discapacidad, valorada con el Roland Morris y el Oswestry. Las mejoras observadas no se produjeron de forma distinta en el grupo experimental, que recibió el tratamiento conservador más la maniobra de "absorción", con respecto al grupo control, que sólo recibió tratamiento conservador. Lo que se observó de manera importante es que la lesión discal en pacientes con dolor lumbar y con presencia de hernia y/o protusión en niveles L4-L5 o L5-S1, reduce su tamaño incluso en determinados hasta desaparecer, con una frecuencia significativamente distinta cuando se añade la maniobra de "absorción" al tratamiento conservador, y aunque en una fase aguda o subaguda introducirla dentro de un protocolo de tratamiento no provoca beneficios, podría tener relevancia clínica para este tipo de pacientes a medio o largo plazo por los cambios discales que parece realizar.

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los problemas más comunes desde el punto de vista de la salud, tanto para pacientes como para profesionales sanitarios, es la lumbalgia, o dolor lumbar como popularmente se conoce. Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (1) la definición de lumbalgia es:

“una contractura dolorosa y persistente de los músculos que se encuentran en la parte baja de la espalda, específicamente en la zona lumbar, siendo muy común en la población adulta. Esta contractura es de etiología multicausal. Una vez instaurada, se produce un ciclo repetido que la mantiene debido a que los músculos contraídos comprimen los pequeños vasos que aportan sangre al músculo, dificultando así la irrigación sanguínea y favoreciendo aún más la contractura, dificultando su recuperación”.

También se encuentran otras definiciones que van más enfocadas hacia el personal sanitario, como la que aparece en una de las últimas guías de práctica clínica para la lumbalgia (2), sería la siguiente:

“dolor o malestar en la zona lumbar, localizado entre el borde inferior de las últimas costillas y el pliegue inferior de la zona glútea, con o sin irradiación a una o ambas piernas, compromete estructuras osteomusculares y ligamentarias, con o sin limitación funcional que dificultan las actividades de la vida diaria y que puede causar absentismo laboral”.

Anteriormente se pensaba que la lumbalgia se debía a algún sobreesfuerzo muscular o alteraciones de la columna vertebral (estáticas o dinámicas) como pueden ser la escoliosis, artrosis, espondilosis o espondilolistesis y también a las lesiones facetarias o discales. La sospecha del cuadro clínico se confirmaba mediante pruebas radiológicas, tras lo cual se procedía a implantar el tratamiento correspondiente. Sin embargo, los estudios publicados en los últimos años han demostrado que las imágenes de las disfunciones anteriormente citadas, se observaban tanto en pacientes con dolor como en sanos, sin que exista correlación entre los hallazgos y los síntomas (3). Debido a esto, en multitud de publicaciones se habla del diagnóstico de **“lumbalgia inespecífica”**, que puede definirse como todo aquel dolor localizado en la zona de referencia y no causado

por fracturas, traumatismos directos o enfermedades sistémicas, en el que no existe una compresión radicular demostrada y subsidiaria de tratamiento quirúrgico (4) . Además, indican que en el 80% de los casos, la lumbalgia no se puede atribuir a una lesión como causa específica, y aunque existe un consenso generalizado sobre la importancia y los principios básicos del diagnóstico diferencial, hay poca evidencia científica sobre la sistemática de la clasificación (2,4-7).

La lumbalgia es una afección muy frecuente en las sociedades avanzadas, situándose, según determinados estudios (8-10) en el quinto puesto global en consumo agregado de recursos de todas las enfermedades. Dependiendo del tiempo de evolución, la lumbalgia se puede clasificar en: aguda, cuando no va más allá de cuatro semanas de duración; subaguda, si mantiene una evolución comprendida entre 4 y 12 semanas; y crónica cuando sobrepasa los tres meses. Además también puede clasificarse en transitoria, cuando se padece algún episodio pasajero; o recurrente, si los episodios se repiten cada cierto tiempo. Es una de las causas más frecuentes en las visitas médicas, hospitalización e intervención quirúrgica, situando a la lumbalgia como una de las causas principales de gasto público por conceptos asistenciales y laborales (11,12). Así lo demuestra el estudio de Gore M. y cols. (13), donde se observa que los pacientes con dolor lumbar crónico se caracterizan por producir un alto gasto económico relacionado con la prescripción de medicamentos y utilización de recursos sanitarios, comparándolo con pacientes que no lo padecen. En los Estados Unidos de Norteamérica (EEUU), por poner un ejemplo, la cifra de operaciones de la zona lumbar puede llegar a las 300.000 anuales (5,14). Análisis recientes (15,16) indican que la incidencia anual de padecer un dolor lumbar por primera vez, varía desde el 6,3% hasta incluso el 15,4%; mientras que puede llegar a suponer el 36% si se analizan personas que ya lo han padecido anteriormente, llegando incluso puntualmente al 58,1% de la población en general en determinadas regiones. La mayoría de estos episodios (54%-90%) remiten durante el transcurso del primer año, aunque entre un 24% y un 33% de las personas que sufrieron este problema de lumbalgia pueden recaer nuevamente durante ese mismo período (5,15,16).

En España (17), se ha descrito una prevalencia puntual del 14,8%. La Encuesta Europea de Salud en España presenta unos datos muy interesantes, ya que muestra que entre la población de 16 o más años, el dolor de espalda es el problema de salud crónico más frecuente, alcanzando a casi 9,8 millones de personas, lo que correspondería al 24,9% de la población. Existe una guía de práctica clínica sobre la lumbalgia realizada por Osakidetza (servicio vasco de salud), donde se indica que en esta comunidad también los dolores de espalda son percibidos como uno de los problemas de salud más frecuentes (8), cuyo coste supone casi el 0,60 % del Producto Interior Bruto (PIB) según informa la Encuesta de Salud de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV). En diferentes países europeos los costes sociales, es decir la suma de los costes directos (costes del sistema de salud) más los costes indirectos (pérdida de productividad laboral) originados por la lumbalgia, alcanzan entre el 1,7% y el 2,1% del PIB, y estos datos siguen manteniéndose sin apenas variaciones hasta nuestros días (18-23). Todo esto supone un lastre en el aspecto económico, tanto para el sistema de salud (medicamentos, intervenciones,...) como para el sistema productivo, de hecho la lumbalgia, es una de las primeras causas de absentismo laboral (23).

Diferentes factores pueden estar asociados a la lumbalgia. Conocerlos, podría ayudar a disminuir su incidencia, recurrencia y cronificación. Por ejemplo, el sexo y la talla no queda claro que sean variables predictivas para sufrir este tipo de lesión (5,23), aunque sí parece que existe alguna relación entre la genética, la constitución corporal, las influencias ambientales y la aparición de cambios degenerativos en la columna que pueden provocar dolor lumbar.

También la hipertensión y un estilo de vida con hábitos poco saludables, como fumar, el sedentarismo o el sobrepeso y la obesidad son factores de riesgo para padecer lumbalgia (23). Se ha comprobado que valores altos del índice de masa corporal (IMC) pueden predisponer a padecer dolor lumbar e incluso ir acompañado de ciatálgia (definida como dolor que sigue el trayecto del nervio ciático), siendo un factor de riesgo importante para la cronificación (2,23-26). Esto fue corroborado por Lidar, Zvi y cols. en su trabajo (27), el cual demostró que la reducción de peso en pacientes con obesidad tras una intervención mejoró de

manera significativa tanto el dolor de la zona lumbar como la radiculopatía que padecían, además de observar a nivel radiológico un aumento en la altura del espacio discal L4-L5.

En cuanto a la edad, parece que hay un consenso en cuanto a que la franja de edad más afectada por esta patología está entre los 30-45 años, incluso hay autores que la amplían hasta los 60 años, llegando a suponer este grupo el 76% del total de afectados por la lumbalgia (5,23). Esto puede atribuirse al hecho de que en estas edades los individuos tienen mayor actividad laboral, están en plena capacidad física y se exponen a una mayor probabilidad de sufrir tensión en la columna lumbar, a lo que se suman los cambios fisiológicos y patológicos degenerativos que comienzan en los discos intervertebrales a partir de los 30 años (28,29).

Con respecto al factor laboral, hay una relación entre un aumento de la prevalencia del dolor lumbar y los trabajos que sean físicamente más pesados, llegando según autores al 39% de estos trabajadores, mientras que los que realizaban tareas más sedentarias el porcentaje se situaba en un 18,3% (5,23). Este último dato puede resultar llamativo por ser bastante elevado, pero se ha comprobado que si mantenemos durante largos periodos de tiempo una misma posición, sobretodo la inclinación del tronco hacia delante, también supone un riesgo de padecer lumbalgia, que incluso puede multiplicarse por seis, si esta inclinación se acompaña de una torsión (5,30-35). Este tipo de lumbalgia profesional se debe a esfuerzos de gran intensidad, agotamiento o cansancio muscular que se asocia a vibraciones mecánicas, aunque también a esfuerzos menos intensos pero de tipo repetitivo, más que a un traumatismo directo; por ejemplo, los profesionales que trabajan en el transporte, donde la vibración que resulta de la conducción prolongada se combina con el levantamiento y transporte de cargas, el riesgo de lumbalgia aumenta considerablemente. Existen estudios que indican que los conductores de camiones, junto con los manipuladores de alimentos y cuidadores de niños son los trabajadores más aquejados de lumbalgia (36-38). Por otro lado, los factores de riesgo más importantes para producir una lesión a nivel discal en esta zona lumbar, son los levantamientos de pesos, especialmente si son levantados con los brazos extendidos y con las rodillas en

extensión, o si se realizan mientras el cuerpo está en torsión, como indican los Investigadores del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (39).

El NIOSH ha llegado a la conclusión de que los movimientos que más comúnmente provocan lumbalgia son los siguientes: flexión anterior de tronco, flexión con torsión, trabajo físico intenso de repetición, trabajo con vibraciones y trabajar manteniendo posturas estáticas (39). Todos estos hallazgos son muy interesantes ya que podremos evitar los movimientos más perjudiciales asociados al trabajo mediante técnicas posturales, que impliquen menor riesgo y mayor seguridad para la espalda (40).

También los factores psicosociales, las denominadas "yellow flags" (banderas amarillas) parecen ser un factor a tener muy en cuenta, más incluso que los factores físicos o mecánicos, siendo unos importantes indicadores de riesgo de lumbalgia y de su recuperación (5,41-48). Existe evidencia de que la angustia y/o depresión debido al dolor mantenido, puede generar una expectativa negativa en la evolución del cuadro clínico; así como una buena o mala relación en el entorno laboral (monotonía, salario, inseguridad...) también acortará o por el contrario alargará, el retorno al puesto de trabajo. Lo que sí queda claro es que presentar una buena actitud frente a la lesión, genera mejores expectativas de recuperación. Conociendo lo anterior y sabiendo que el estrés social y laboral, además de la insatisfacción con el trabajo son factores de riesgo para la lumbalgia, sería importante estudiar estos factores psicosociales de forma individual en cada persona afectada. De ser necesario, se podría utilizar una terapia psicológica para aumentar la confianza y satisfacción a lo largo del proceso de recuperación y lograr que las personas con discapacidad por lumbalgia crónica puedan reincorporarse al trabajo con éxito (49-52).

A parte todos estos factores de riesgo ya comentados, existen otros menos usuales pero que también deben ser tenidos en cuenta. Como padecer algún tipo de alteración vascular como un aneurisma de la aorta abdominal, arterioesclerosis, hemorragias retroperitoneales o epidurales (que provocan una congestión venosa), incluso neoplasias y malformaciones arteriovenosas (53). Ya en 1999, Yabuki y cols. (54) emplearon el término de "dolor de espalda de origen vascular",

tras describir como dos personas intervenidas de una reconstrucción de cirugía vascular mejoraron significativamente de la lumbalgia crónica y la claudicación que padecían. La estenosis aterosclerótica de la aorta abdominal y la arteria ilíaca interna se proponen como posible causa de isquemia temporal del plexo lumbosacro en los momentos de demanda de sangre hacia la extremidad inferior (55), lo que puede también derivar en una lumbalgia. Estos hechos afectan cada vez a personas más jóvenes, por lo que sería necesario incluir en la anamnesis y exploración de los pacientes una evaluación vascular correcta.

También las disfunciones de las vísceras pélvicas pueden derivar en un dolor lumbar, un hecho demostrado en diferentes estudios de pacientes con lesiones intestinales (56), como se ha observado en personas que padecen úlcera de duodeno (57). Estas lumbalgias pueden estar relacionadas con el viscerotoma, el territorio de influencia del nervio raquídeo sobre la víscera. Los dolores viscerales siguen el haz espino-talámico lateral (58,59) y el traslado de neuronas interoceptivas a las neuronas exteroceptivas se realiza a nivel del ganglio espinal o a nivel del cuerno posterior, lo que conlleva que el dolor visceral se refiera hacia la piel en diferentes regiones (60-63).

Los médicos y los fisioterapeutas deben tener en cuenta todos estos factores a la hora de evaluar a las personas con lumbalgia, ya que serán indicativos de una mejor y adecuada recuperación. Aun así, como se demuestra en un estudio realizado en Bizkaia (64) en el que entraron a formar parte 24 médicos de atención primaria a los que se les instó a seguir las recomendaciones de las guías publicadas para el manejo del dolor lumbar agudo por la Agency for Health Care Policy and Research (AHCPR) y por el Royal Collage of General Practitioners, los resultados mostraron que al realizar el diagnóstico no hicieron un uso adecuado de la historia clínica, ni de la exploración física, ni de las radiografías de la columna lumbar. Otro estudio realizado en Catalunya (65), mostró que a más de la mitad de los pacientes con lumbalgia, en las consultas no se les interrogó sobre la presencia de señales de alarma. Se debe ser consciente de los signos y síntomas claves que se asocian a condiciones médicas graves, las "red flags"

(banderas rojas), que aun siendo poco frecuentes pueden causar dolor lumbar. Según los diferentes autores (6,66-68) este grupo de síntomas de alarma sería el formado por:

- Antecedentes previos de traumatismo, accidente de tráfico, caídas desde altura, elevación de objetos, osteoporosis y toma de corticoides; todos ellos indicativos de posibles **fracturas vertebrales**.
- Edades mayores a 55 años o menores a 20 años con diagnóstico previo de neoplasia. Una pérdida de peso inexplicable, dolor que no cede con el reposo y/o de más de 1 mes de evolución, podría ser por la aparición de **tumores**.
- Tratamiento con corticoides, abuso de alcohol u otras drogas, fiebre superior a 38°C, inmunosupresión, trasplante o padecer sida para la presencia de una **infección**.
- Anestesia en silla de montar, síntomas neurológicos con presencia de dolor intenso y de aparición aguda irradiado hacia las nalgas, muslos y una o ambas extremidades inferiores con debilidad motora y/o parálisis de alguna víscera (vejiga, intestino...), característico del **síndrome de la cola de caballo**.
- Sacroileítis y dificultad de movimientos en las caderas como sospecha de **espondilitis anquilosante**.

Las vértebras de la columna lumbar, además de cumplir su función de protección de la médula espinal, son fundamentales en la transferencia de carga desde la parte superior del cuerpo hasta la pelvis, y de ahí a las extremidades inferiores. Dicha función se realiza conjuntamente con el sacro, los ilíacos y las dos cabezas femorales. La estabilidad de este conjunto, se logra gracias a la musculatura local y a una organización de tejido conjuntivo denso, que forma una funda ligamentosa continua en la que se sitúan las vértebras lumbares y el sacro. La correcta relación entre estas estructuras estabiliza el conjunto durante la transferencia de energía hacia la parte inferior, lo que se denomina "mecanismo de autoprotección" (69). Su disfunción provoca una insuficiencia que afectará a diferentes nervios, compuestos principalmente por fibras nociceptivas. La irritación

de estos axones nociceptivos aferentes primarios provoca la liberación de mediadores neurogénicos o neuropéptidos como la sustancia P, somatostatina y colecistocinina. La sustancia P está relacionada con la modulación y la transmisión de las señales nerviosas de tipo doloroso, lo que provoca hiperestesia en las zonas afectadas (69-76). Esto a su vez, provoca la aparición de mediadores inmunoquímicos, como la bradicinina, serotonina y la prostaglandina E2 (75), que se liberan ante cualquier situación anómala. Este tipo de respuesta inflamatoria neurógena también se ha observado en la lumbalgia (74-76). La sensibilización de las fibras aferentes y de sus conexiones en la médula se proyectan hacia el mesencéfalo y el tálamo, que a su vez se conectan con el córtex somatosensorial y cíngulo anterior para guiar las características sensoriales-discriminativas y afectivas-cognitivas del dolor, respectivamente. Si el estímulo nocivo persiste, pueden producirse procesos de sensibilización periférica y central, por el aumento de la excitabilidad de las neuronas dentro del sistema nervioso central, de modo que comienzan a producir respuestas anormales, un fenómeno crucial en la evolución del dolor lumbar hacia su cronificación (77,78).

Se debería desarrollar un sistema para detectar continuamente la presencia de dichas condiciones. Se podría incluir la administración de cuestionarios de evaluación médica a los pacientes, sobre la naturaleza y progresión de los síntomas, movimientos o posiciones específicas que aumenten o disminuyan los síntomas, además de la realización de un examen del estado neurológico.

Dada la complejidad y la dificultosa evaluación diagnóstica de la lumbalgia, se requieren complejas decisiones clínicas que nos guíen hacia un tratamiento específico para cada caso y que responda a la pregunta: "¿cuál es el origen o lo que genera el dolor?". Es necesaria una evaluación diagnóstica precisa para indicar un tratamiento correcto, para no realizar así un abordaje terapéutico dirigido al control del síntoma (dolor) en lugar de a los mecanismos generadores de la lesión como pueden ser las articulaciones vertebrales facetarias, músculos, la articulación sacroilíaca, la estenosis de canal o lesiones discales entre otros. Esto parece un factor clave en el manejo de estos pacientes, ya que un diagnóstico que no esté basado en un generador de dolor específico podría conducir a errores. El tratamiento además, debe iniciarse precozmente (y en ocasiones no sucede), la

movilización precoz es una medida incluida en todas las guías y su eficacia está demostrada (79). Se sabe que existe una asociación entre la fisioterapia activa dentro de los 90 días del inicio del dolor lumbar agudo y la disminución del uso de diferentes recursos sanitarios, incluyendo las infiltraciones de medicamentos, la resonancia magnética, y las inyecciones de epidurales al año del alta del tratamiento conservador mediante fisioterapia. También se ha demostrado (79) que se asocia a una mejora en la discapacidad, la salud en general, la función social, ansiedad, síntomas depresivos, la salud mental, y la vitalidad, por lo que la intervención temprana se justifica en este tipo de lesiones. Dichas circunstancias nos llevan a que la mayoría de estas personas puedan derivar en un dolor lumbar crónico (DLC) sin que tengan un diagnóstico conocido, por lo que es fundamental la clasificación en grupos o subgrupos dependiendo del mecanismo subyacente del trastorno generador de la lesión, y garantizar una gestión adecuada e individual a cada uno de estos pacientes.

Lo citado anteriormente, sugiere la necesidad de plantear nuevos criterios de actuación frente al problema de la lumbalgia. Se debe considerar un tratamiento más global para la lumbalgia, que incluya todos los aspectos que puedan mejorar el pronóstico de la enfermedad. Como primer paso, se debe aconsejar modificar los hábitos a las personas, explicando las instrucciones detalladamente para que las comprendan sin dificultad, ya que se sabe que aquellas que tienen un mayor nivel educativo y una mejor actitud ante la lesión, la mejora es significativamente mayor (70). Se ha demostrado que una correcta higiene postural como vía de prevención (71), así como la realización de un trabajo muscular específico en el domicilio por parte de pacientes con dolor lumbar recurrente (72), puede evitar las recaídas, ya que incluir la rehabilitación motora para la activación diferenciada de los músculos paravertebrales puede ser necesaria para restaurar el control óptimo del DLC (73). Estas indicaciones contribuirían a disminuir las visitas a las consultas, el uso de medicinas y el número de bajas laborales, lo que rebajaría considerablemente el coste económico derivado de esta problemática.

2.1 Aspectos anatómicos de la región lumbar y su implicación en la lumbalgia

2.1.1 Estructura ósea

La anatomía de las vértebras lumbares es diferente respecto a las del resto de la columna dorsal y cervical. Este hecho sumado al conjunto de ligamentos, músculos y demás estructuras de la región, le confiere cierta complejidad, lo que da lugar a sus características especiales. La columna lumbar la forman cinco vértebras (Fig. 1), las cuales presentan una curvatura de concavidad posterior denominada lordosis. Las vértebras lumbares presentan un cuerpo vertebral voluminoso y más alto por delante, ensanchándose de L1 a L5. Las apófisis transversas son largas y horizontales mientras que las espinosas son voluminosas y están orientadas hacia detrás en un plano trasversal. Aquí el cuerpo vertebral y las dos apófisis se encuentran en el mismo nivel.

Existen ciertas particularidades, por ejemplo: en L1, las apófisis transversas están menos desarrolladas. En L3 en cambio, son las más largas del raquis lumbar. Y L5, presenta un cuerpo cuneiforme (más alto delante que detrás). Los discos son grandes, llegando a ser 1/3 del tamaño del cuerpo vertebral constituido por una cortical de hueso denso rodeado de tejido esponjoso; las zonas óseas corticales de la cara superior e inferior forman los platillos vertebrales, que están en relación con los discos intervertebrales.

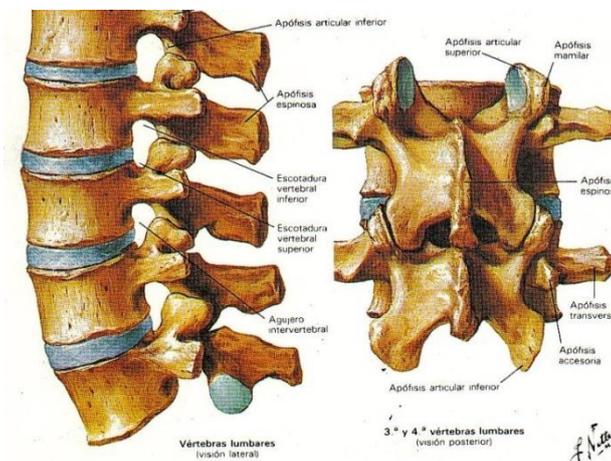


Fig. 1 A) Visión sagital columna vertebral lumbar, B) Visión posterior de dos segmentos vertebrales lumbares.

(Imagen del Atlas de Anatomía Humana, Frank H.Netter).

Las apófisis articulares, de tipo trocoide, aparecen casi en un plano sagital, y según bajamos el nivel van adquiriendo una orientación ligeramente frontal, siguiendo una dirección hacia afuera y atrás; las superiores ligeramente cóncavas medialmente y las inferiores convexas lateralmente. Estas apófisis articulares forman las articulaciones facetarias o cigapofisarias. Cada articulación está rodeada por una cápsula fibrosa de tejido conjuntivo denso (80). Estas articulaciones contienen un espacio sinovial, una vaina de tejido conjuntivo, una serie de almohadillas de tejido adiposo y meniscos fibroadiposos (81). La cápsula articular representa un puente de tejido conjuntivo entre los ligamentos del arco (ligamento amarillo) y los del cuerpo vertebral (fascia que cubre el cuerpo). Esta cápsula tiene dos componentes: una capa externa de tejido conjuntivo denso, y otra interna formada por fibras elásticas similar al ligamento amarillo (82). La cápsula está unida a las apófisis articulares excepto en los recesos superior e inferior, formados por un pliegue laxo en la pared capsular. Esta disposición de la cápsula permite un movimiento de deslizamiento en el plano sagital (flexo-extensión), pero a su vez restringe la movilidad en el plano horizontal (rotación).

En estas estructuras puede haber ciertas alteraciones anatómicas, por ejemplo la anisotropía articular, como la denominó Putti (83) (Fig. 2 y 3), que es la diferente orientación de las articulaciones en un mismo nivel.

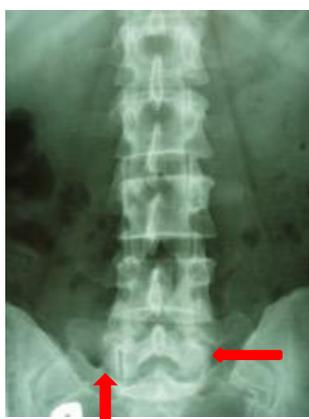


Fig. 2



fig. 3

Ejemplo de anisotropía facetaria en la columna.

Fig.2 vista posterior de columna con la fecta izquierda en eje sagital y la derecha en eje frontal. Fig.3 vista superior donde se observa la diferente orientación de las facetas en un mismo nivel vertebral.

Las facetas articulares realizan un papel importante a la hora de proporcionar estabilidad a la columna vertebral y controlar el movimiento en los seis grados de libertad (84,85). Este defecto de anisotropía provoca que en el nivel que aparece así como en el superior se produzcan alteraciones en los movimientos, como Ko y Park señalaron en estudios con cadáver (84). Además este tipo de alteraciones anatómicas podría estar relacionado con lesiones del disco por crear una tensión adicional en el anillo fibroso provocando una laminación del anillo, además de relacionarse con procesos artrósicos y con la espondilolistesis degenerativa (84-87).

La articulación facetaria es susceptible a los trastornos degenerativos relacionados con la edad que pueden aparecer de forma prematura (88), sobre todo en los niveles inferiores debido a su orientación más frontal, lo que aumenta el riesgo de padecer hernia discal (89). Estos cambios van acompañados de un aumento de la fibrilación basta de la superficie articular facetaria, más acusada en la apófisis superior que en la inferior (90,91), además de la aparición de osteofitos y esclerosis del hueso subcondral (92). Diferentes estudios (93) han comprobado la presencia de citocinas inflamatorias en la articulación facetaria, lo que parece indicar que en los procesos degenerativos se produce un mecanismo inflamatorio que puede provocar dolor y ser una de las causas de la lumbalgia, lo que parece confirmar la idea defendida en investigaciones previas (94-97). La inervación de esta articulación viene de ramas de la raíz posterior del nervio raquídeo, por lo que su atrapamiento en la articulación puede ser el motivo de la aparición de dolor en esta zona (98). Incluso, el atrapamiento de la raíz espinal, al salir por el agujero intervertebral por parte de la cápsula puede generar lesiones (99). Los trastornos degenerativos o inflamatorios, los factores genéticos (anisotropía, hiperlordosis... que pueden influir en la aparición del dolor lumbar recurrente, hasta en un 30% (41), y los trabajos con posturas tanto en bipedestación, como en sedestación o torsión exagerada durante largos períodos de tiempo que compriman estas articulaciones (100-102), condicionan que la respuesta de las fibras aferentes primarias de pequeño calibre (nociceptores) situadas en la cápsula sea la inflamación, lo que apoya la idea de que la disfunción de estas articulaciones derivará con el tiempo en una lumbalgia (30,103,104).

La articulación sacroilíaca (ASI), es una parte importante que también se debe tener presente en el estudio de la lumbalgia. De hecho existe conformidad entre los investigadores sobre la "disfunción sacroilíaca" como lesión propiamente dicha, cuyas principales características son la inestabilidad y/o la subluxación (105-108). Según estudios (109,110), la prevalencia de que el origen de lumbalgia sea la ASI, puede ir desde el 13% hasta llegar el 30% de los pacientes que sufren lumbalgia, incluso hay autores (111) que indican que esta cifra puede llegar al 62%.

El "movimiento acoplado de la columna" (112), presente en la columna a nivel del disco, ligamento y músculo, también se observa en la ASI, y sería responsable del fenómeno que denominan "click-clack" del sacro (113), un movimiento de báscula que realiza el sacro sobre los ilíacos, cuando estos rotan al andar. Además, debido a la configuración anatómica de la ASI, también se observa un movimiento concreto entre sus estructuras. Así, cuando se realiza una flexión de la columna vertebral se produce una nutación de sacro y éste se dirige hacia ventral y caudal, ocurriendo lo contrario en la extensión, lo que parece realizarse sobre un eje transversal que se ubicaría entre S2-S3 (114,115). Esto hace que un movimiento excesivo de repetición de flexión o extensión pueda provocar lesiones en la ASI.

El movimiento de la ASI se trasmite hacia arriba por la columna y también hacia las extremidades, explicado por el modelo de tensegridad¹, como desarrolló Ingber a nivel celular (117) y que después Levin describió para la columna vertebral (118). Según este modelo, las vértebras no actúan como una columna de sostén, sino como un elemento de compresión entre una red de tensión organizada. De hecho, se ha comprobado que cuando los ilíacos se deslizan en exceso hacia anterior y arriba (debido a alguna disfunción), relajan la tensión en los ligamentos iliolumbares y la musculatura paravertebral de dicha zona, lo que produce una desestabilización de los segmentos L4-L5 y L5-S1, lo que hace aumentar a su vez la compresión, torsión y cizallamiento del disco intervertebral. Esta pérdida de tensión de las partes blandas va provocando a su vez la pérdida de la lordosis fisiológica y la suma de estos factores puede ser una de las causas

¹ Definición de tensegridad según Motro R. y Raducanu V.: "Un sistema de tensegridad es un sistema en estado de auto equilibrio estable incluyendo un conjunto discontinuo de componentes comprimidos al interior de un continuum de componentes tensos."(116); o según Buckminster-Fuller: "la facultad de un sistema de estabilizarse de manera mecánica por el equilibrio entre las fuerzas de tensión y de compresión que se reparten" (117).

más importantes de discopatía degenerativa, y explicaría el porqué de la prevalencia de las hernias en estos dos niveles frente al resto (106,119,120).

2.1.2 Estructuras capsulares y ligamentosas

Los ligamentos de la zona lumbar rodean a las vértebras llegando hasta el sacro. En primer lugar tenemos la cápsula articular y sus ligamentos, ya explicados junto con las apófisis articulares. Después se encuentran los ligamentos del arco vertebral: el ligamento amarillo, el interespinoso y el supraespinoso;

El **ligamento amarillo** (Fig. 4), localizado entre las láminas: representa una continuación de la cápsula articular, y forma parte del techo del canal vertebral. Su inserción (en la parte superior) va de la superficie anterior de la lámina superior (en la inferior) hasta el borde superior de la lámina inferior (121). Se fusiona con el ligamento interespinoso, y además parte de sus fibras se insertan en la cápsula articular facetaria (122,123). Lo conforman fibras elásticas (80%) y colágeno (20%), siendo una de sus funciones hacer que no se deforme el techo del canal vertebral durante la flexo-extensión (123). Su elasticidad no impide que se convierta en una causa importante de compresión neurológica en esta zona lumbar (124), posiblemente relacionada por la deformación que sufre este ligamento tras una discopatía o procesos degenerativos artrósicos (121,125), por aumentar el componente colagénico. Esto favorece la acumulación de calcio (126), por lo que pierde su elasticidad y se hipertrofia, pudiendo derivar en una estenosis de canal (127) y dar lugar a lesiones como el síndrome de la cola de caballo o radioculopatías (128,129). También puede originar escoliosis idiopática del adolescente (130).

El siguiente es el **ligamento interespinoso** (Fig. 4), que se extiende entre las apófisis espinosas de vértebras adyacentes. Tiene forma de abanico, y su extremo proximal más elástico, se fusiona con el ligamento amarillo (131), mientras que el distal, formado por fibras colágenas, se extiende atrás, uniéndose a la fascia toracolumbar. Esta disposición le permite expandirse sin romperse al separarse las espinosas durante la flexión, actuando como un anclaje (132). Los trastornos degenerativos conllevan en este ligamento una condricificación (133) que puede alterar la alineación de las vértebras lumbares. Por último, tenemos el **ligamento supraespinoso** (Fig.4), que se encuentra junto en el borde posterior del ligamento interespinoso, lo que crea un complejo ligamentoso que ancla los

planos fasciales a las apófisis espinosas lumbares, y que actúa como transductor de fuerza. De L4 hacia abajo, este ligamento puede ser irreconocible al perder su organización en las inserciones distales de la fascia toracolumbar (123). Además con la edad, se ha observado que puede osificarse (134).

Estos ligamentos están inervados por la rama medial de la raíz posterior. Se han detectado axones de pequeño calibre (nociceptivos) de este nervio en el ligamento supraespinoso, en el interespinoso y en el ligamento amarillo (135-137). Además se han encontrado fibras asociadas a terminaciones de Paccini y Ruffini (135,138) lo que parece indicar su participación en la propiocepción, por lo que si su función se ve alterada, contribuyen en la aparición de la lumbalgia. Tiene interés especial la inervación del ligamento amarillo y su probable implicación en la génesis de la lumbalgia como causa importante de compresión neurológica en esta zona lumbar (124,127), por el hecho de hipertrofiarse debido a una pérdida de su elasticidad, por acumulación de calcio (126). El conjunto de estos ligamentos puede provocar al irritar la rama posterior, un dolor intenso y ardiente similar a la ciática. La lesión de este nervio producirá signos de debilidad por denervación, así como dolor, provocando el denominado "síndrome de la rama posterior" (139-141).

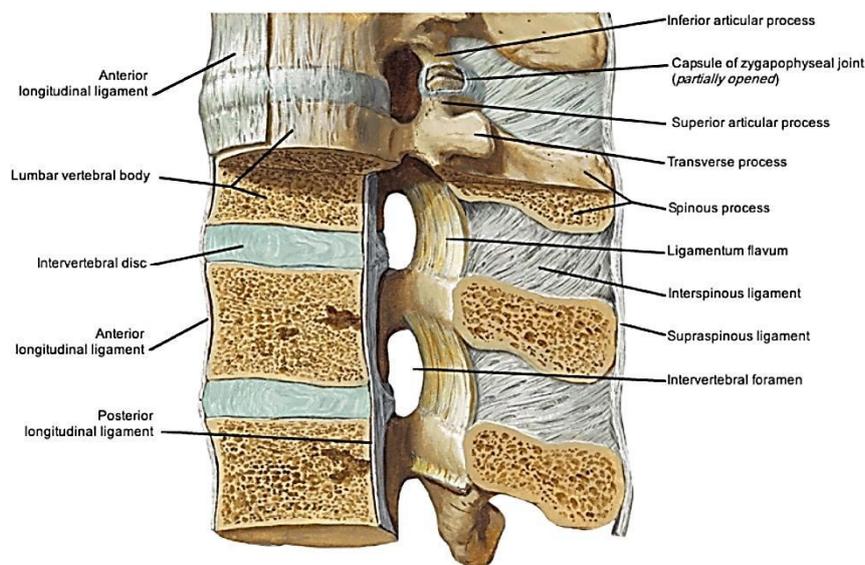


Fig. 4 Ligamentos Lumbares.

Corte sagital de la columna lumbar donde se pueden observar las diferentes estructuras capsuloligamentosas. (Imagen tomada del Atlas de Anatomía Humana, Frank H.Netter).

Otro grupo de ligamentos se sitúan anteriormente a las articulaciones facetarias: el **ligamento longitudinal anterior y posterior**, dos engrosamientos del periostio en esta zona vertebral. El primero (Fig. 5), más robusto (142) es una banda de fibras colágenas verticales que va de la base del occipital hasta el sacro, donde se continúa con la cápsula de la articulación sacroilíaca (ASI). Las fibras más profundas van de un cuerpo vertebral al siguiente, con inserciones laxas que llegan al ligamento anular del disco, mientras que las fibras superficiales son más largas (123). Este ligamento pierde sus propiedades amortiguadoras y elásticas con el envejecimiento, al mismo tiempo que, el hueso en el que se inserta pierde su resistencia (142,143). Puede calcificarse y producir una compresión de la médula espinal y un atrapamiento del nervio periférico (144).

El **ligamento longitudinal posterior** (Fig. 6) se extiende desde la base del occipital hasta el sacro. Según desciende, se estrecha para pasar alrededor de las bases de los pedículos y se extiende sobre el ligamento anular de los discos. Las inserciones son más robustas a nivel del anillo fibroso y más débiles en el cuerpo vertebral donde se arquea sobre la apertura del agujero para la vena central de éste. En la zona lumbosacra este ligamento actúa como inserción del saco dural (31,32). Estas inserciones se realizan mediante unas adherencias denominadas ligamentos de Hoffman y otras más generalizadas. Se sospecha que estas adherencias intervienen en la estabilización de la médula espinal y el saco dural dentro del canal vertebral, uniendo en el adulto firmemente la superficie anterior de la duramadre con el ligamento longitudinal posterior en la región lumbar (33). Estos dos ligamentos estabilizan la columna lumbar en flexión y en extensión, y son muy vulnerables a la lesión en rotación (34). El ligamento amarillo, junto con el ligamento longitudinal anterior, parece que protagonizan la estabilización de la columna (142), y la lesión de éste último se asocia a cuadros de inestabilidad en extensión (42).

La inervación del ligamento longitudinal anterior se realiza mediante numerosas fibras sensitivas (nociceptores aferentes primarios de pequeño calibre) que acompañan a las ramas del tronco simpático (43,44). Los estímulos nocivos que irritan estas fibras somatosimpáticas producen un dolor denso y difuso referido a

las zonas de la región toracolumbar (45), por ascender acompañando al tronco hasta la médula espinal en L1-L2 (incluso en los pacientes con lesiones tan bajas como en L5). Los axones somatosimpáticos no inervan ningún músculo estriado ni la piel, por lo que la irritación de estos nervios no provoca signos de debilidad por denervación, ni analgesia cutánea. Mientras, el ligamento longitudinal posterior, está inervado por el nervio sinuvertebral o meníngeo recurrente (43-45). Éste es una rama del nervio espinal que vuelve al agujero intervertebral para alcanzar el canal vertebral (44,46) incluso dos o tres segmentos hacia arriba o abajo desde su punto de salida medular, por lo que cualquier obstáculo en el canal vertebral o agujeros intervertebrales podrían irritarlo. El nervio sinuvertebral no inerva ningún músculo estriado, por lo que su lesión tampoco provoca signos de debilidad por denervación, ni analgesia cutánea

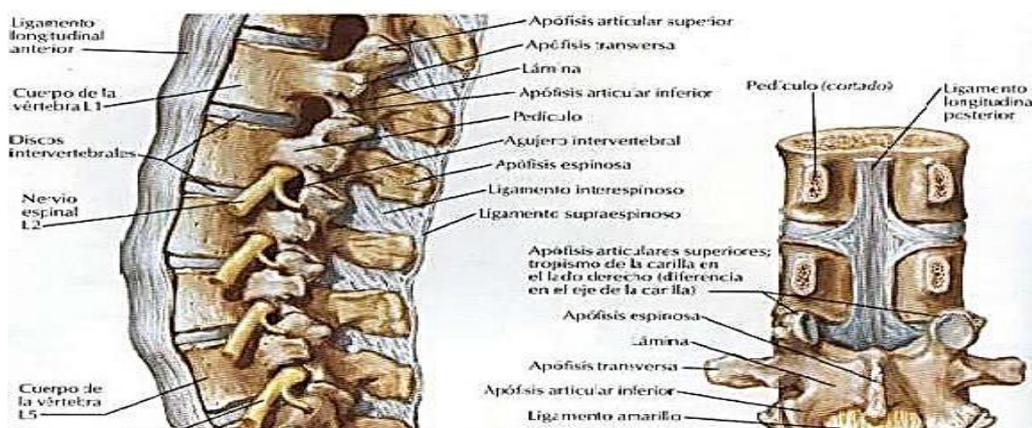


Fig. 5 Ligamento longitudinal anterior.

Fig. 6 Ligamento longitudinal posterior.

(Imágenes tomadas del Atlas de Anatomía Humana, Frank H.Netter).

En la región se encuentra primeramente, el ligamento iliolumbar (Fig. 7-8) (ligamento lumbo-ilio-sacro). Es un ligamento ancho con forma de abanico, que se extiende lateralmente desde las apófisis transversas de las dos últimas vértebras lumbares (o únicamente L5 en algunas personas (47,48)), hasta la cresta ilíaca y la cápsula de la ASI. Recientemente se le conoce como ligamento lumbo-ilio-sacro (145). Esta estructura presenta diferentes descripciones (47,123,146,147), pero todas coinciden en que se une en la zona superior con los ligamentos intertransversos de las vértebras lumbares y en la inferior con la cara posterior y anterior de la cápsula de la ASI, así como con la cresta ilíaca. Las fibras de este

ligamento forman una especie de capuchas sobre las raíces nerviosas L4 y L5 que pueden comprimir las raíces nerviosas asociadas (148). La función principal del ligamento iliolumbar es limitar el movimiento lumbosacro, sobre todo la flexión lateral (149-151). De este modo, el ligamento iliolumbar se convierte en una estructura esencial para estabilizar las vértebras lumbares sobre la base sacra.

En el extremo inferior de la zona lumbar, la funda ligamentosa que rodea la columna se expande para formar la estructura capsular de la ASI. Esta articulación es muy importante y suscita un enorme interés tanto por su estructura (152), como por su biomecánica (153,154), porque ahora sabemos que su disfunción es una causa importante de lumbalgia (155-159). La cara superior de la cápsula de la ASI es una extensión inferior del ligamento iliolumbar, mientras que la cara anterior está formada por una capa lisa de tejido conjuntivo denso que se extiende entre la superficie anterior de las alas sacras y la del ilíaco. El borde inferior se fusiona con el borde anterior del ligamento sacroespinoso (Fig. 7-8). La cara posterior es más compleja y está formada por dos grupos de ligamentos. Los primeros están compuestos por bandas de tejido conjuntivo denso, los ligamentos sacroilíacos interóseos cortos (Fig. 8), que se originan en la cresta sacra intermedia y lateral, y se insertan en la superficie sacropélvica rugosa del ilíaco. El segundo grupo, los ligamentos sacroilíacos posteriores (Fig. 7-8), se extienden desde la cresta sacra lateral y media con una dirección diagonal superior, insertándose en la espina ilíaca posterosuperior. El más prominente es el ligamento sacroilíaco posterior largo, que va desde la espina ilíaca posterosuperior al tubérculo transversal inferior en la cresta sacra lateral. Esta cápsula articular presenta frecuentemente defectos que hacen que el líquido sinovial de la articulación salga hacia las estructuras vecinas, y entrar en contacto con el plexo sacro posterior (160).

Además, en esta zona se encuentra también el ligamento sacrotuberoso (Fig. 7-8), una estructura triangular que se extiende entre las espinas ilíacas superiores, la cápsula de la ASI, el coxis y la tuberosidad isquiática. Este ligamento se relaciona con el tendón del bíceps femoral y con el multifido (161,162). La parte lateral de

este ligamento va desde la espina ílica posteroinferior, a la tuberosidad isquiática; mientras que la medial, conecta el coxis con la tuberosidad isquiática. La banda superior es más delgada y se extiende entre las espinas ílicas superiores y el coxis. La fusión de todas sus bandas forma el cuerpo de este ligamento y en ocasiones está atravesado por ramas del glúteo menor. Este ligamento ayuda a estabilizar la pelvis en el eje vertical y evita la nutación del sacro (163-166). Por último, el ligamento sacroespinoso, también de forma triangular, va de la parte inferior del sacro, coxis y cápsula de la ASI hasta la espina del ísquion. Se cree que este ligamento es una degeneración del músculo cóxigeo (48) y sirve de soporte del suelo de la pelvis (167).

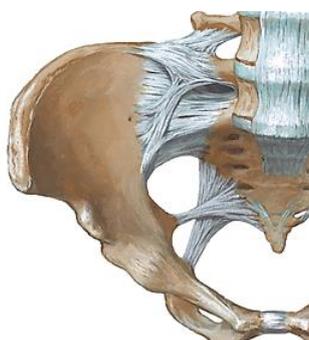


Fig. 7 Ligamentos iliolumbares y sacroilíacos vista anterior.

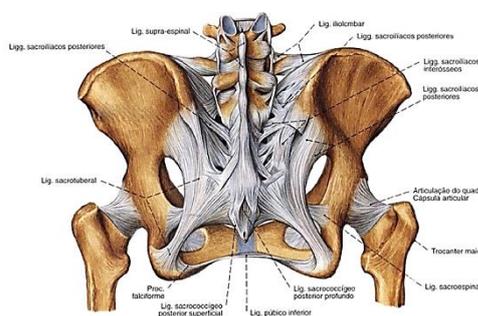


Fig. 8 Ligamentos iliolumbares y sacroilíacos vista posterior.

(Imágenes tomadas del Prometheus, Atlas de Anatomía).

Como se ha comentado anteriormente, si seguimos el sistema de tensegridad, el conjunto de los ligamentos es un sistema de tensión continuo, lo que queda confirmado por los trabajos de Huijing y cols. (168-170), demostrando que funcionan como una unidad y que todas las fascias están interconectadas. Esto significa que no existe una fuerza local en los ligamentos sino que cualquier fuerza aplicada en diferentes partes puede ser distribuida por todo el sistema.

La inervación de la ASI viene de pequeñas ramas del nervio espinal de L5, así como del nervio espinal S2 y otros nervios sacros (171). Todos estos nervios articulares alcanzan la cápsula articular e invaden el resto de ligamentos,

interviniendo en la percepción del dolor de la ASI, por lo que parece clara su relación con la lumbalgia (172).

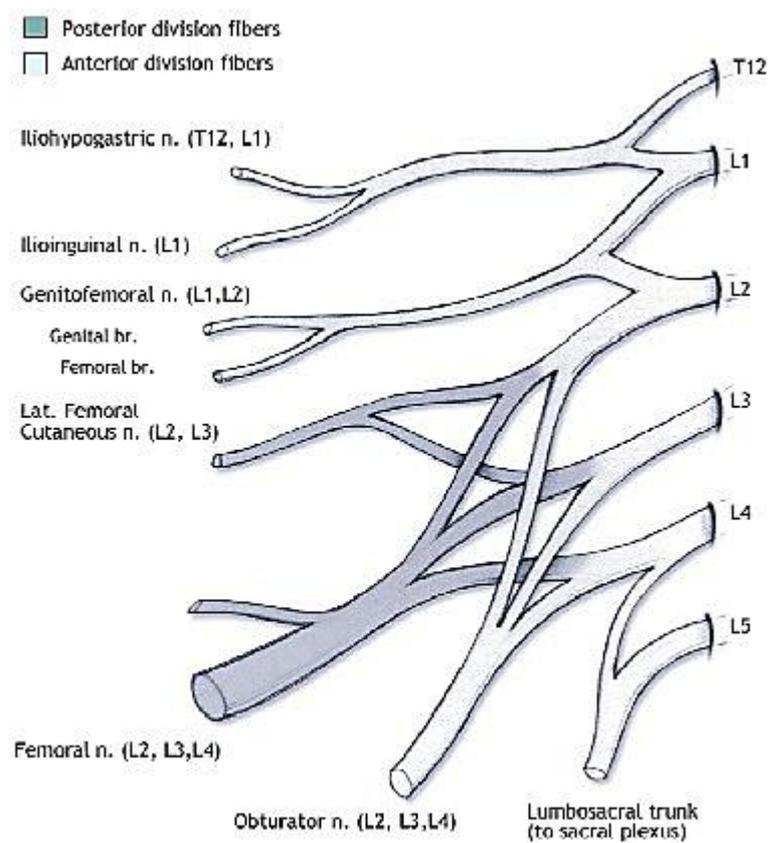


Fig. 9 Representación de la inervación lumbar.

(Imagen tomada de <https://sites.google.com/site/felipelealmatamala/home/mi-cuaderno/plexos>).

2.1.3 Musculatura

Las afecciones de la musculatura de la región lumbar pueden aparecer también como causa de dolor lumbar. Dicha musculatura se divide en músculos anteriores: abdominales y el psoas, con función fundamentalmente flexora; y posteriores: paravertebrales, multífido, intertrasversos y cuadrado lumbar, como los más importantes, y que realizan extensión. En esta región posterior existen varios músculos que debemos tener presentes por su relación con los ligamentos de la columna lumbar, como son el iliocostal, el longísimo y el multífido. Los dos músculos laterales, iliocostal y longísimo, tienen su origen en la cresta ilíaca y fascia toracolumbar y excepto algunas expansiones del longísimo, no se insertan en las vértebras lumbares.

El multífido (Fig. 10) está dividido en cinco bandas, cada una originada en la apófisis espinosa de una vértebra lumbar (173). A nivel distal llegan hasta el sacro, ligamentos sacroilíacos, fascia toracolumbar y cresta ilíaca. Estas conexiones integran al multífido en el sistema de sujeción ligamentoso de la ASI. Las fibras del multífido están más o menos alineadas en el plano vertical, disposición específica para realizar movimientos en el plano sagital, quedando más limitados en el frontal.

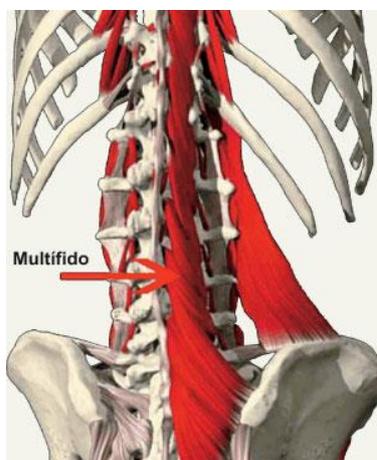


Fig. 10 Multífido.

(Imagen tomada de <http://www.ergoactiv.com>).

El multifido es un importante músculo extensor de la columna lumbar junto con los erectores vertebrales (174). Algunas fibras abarcan varios segmentos proporcionando una función adicional como estabilizador (174,175). Además, contribuye en el mecanismo de autoprotección de la pelvis y a la transferencia de carga hacia las extremidades inferiores (176). El multifido además interviene de forma relevante en la posición de bipedestación o sedestación, en la deambulación, en la movilidad del tronco y al levantar o transportar pesos (174,177-183). La lesión de este músculo puede conllevar una reducción de su tamaño, y provocar daños en la región lumbosacra, con la consecuente lumbalgia (184-186). Los fascículos de este músculo están inervados por la rama medial de la rama posterior del segmento concreto donde se localizan (187). Parece que existen diferencias en el mecanismo de control nervioso entre los fascículos superficiales, ya que contribuyen al control de la orientación de la columna y los profundos, que se anticipan a la estabilización de la región antes de realizar cualquier movimiento (179).

El músculo dorsal ancho, fija la extremidad superior al cuerpo por su parte posterior. Tiene su inserción axial en la fascia toracolumbar, la cresta ilíaca y en las tres o cuatro últimas costillas, con forma de abanico y se divide en cuatro partes según sus inserciones (188). Existe un debate sobre su participación como colaborador de la columna lumbar mediante sus conexiones en la fascia toracolumbar y también podría tener cierta actividad de estabilización (7,188-191). Otro músculo importante en la parte posterior es el glúteo mayor (Fig. 11). Éste se inserta en la superficie posterior del ilíaco, fascia toracolumbar, ligamento sacrotuberoso y cresta lateral de las vértebras sacras y coxígeas. Está acoplado al músculo multifido homolateral y al dorsal ancho contralateral a través de su inserción en el rafe de la fascia toracolumbar (192). Está inervado por el nervio glúteo inferior, compuesto por fibras de los plexos Lumbar y Sacro. Participa junto con el multifido y bíceps femoral en la extensión del tronco (190,193), y parece contribuir al mecanismo de autoprotección de la pelvis a través de sus inserciones en los ligamentos y fascia de la ASI (194). Además, es un músculo importante para la estabilidad lumbopélvica, por lo que su disfunción puede contribuir a

realizar movimientos compensadores que con el tiempo pueden derivar en dolor lumbar (186,195).

El músculo piriforme (Fig. 12) influye en la integridad de la columna lumbar, teniendo en cuenta su disposición ya que se inserta en el sacro, ligamento sacrotuberoso, agujero ciático mayor y borde medial de la ASI, llegando al trocánter mayor del fémur. Su inervación también corre a cargo de ramas del plexo lumbosacro. La contracción del piriforme, independientemente de producir rotación lateral del muslo y la estabilización de la cabeza femoral en el acetábulo, tensa la cápsula de la ASI, y acerca el sacro al ilíaco, además de contribuir al mecanismo de autoprotección (196).

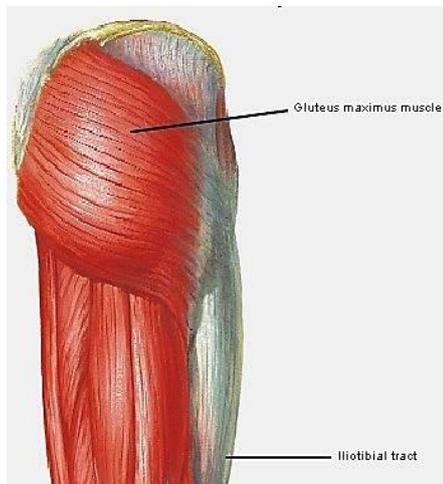


Fig. 11 Gluteo mayor.

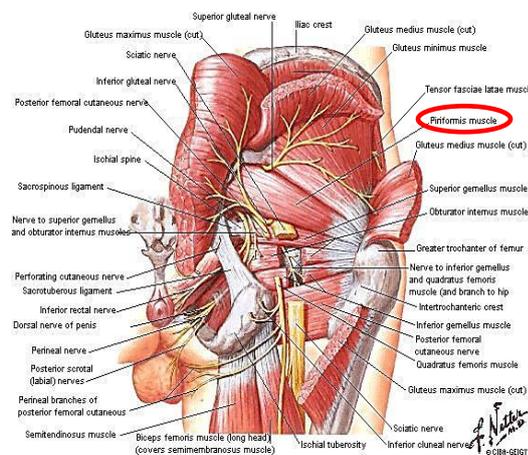


Fig. 12 Piriforme.

(Imágenes tomadas del Atlas de Anatomía Humana, Frank H.Netter).

También es importante estudiar el conjunto de músculos de la región anterior. Existen estudios (197-199) que demuestran que la cocontracción de esta musculatura (que actúa como antagonista) aumenta la estabilidad de la columna. De hecho, existen evidencias de que la mejora en la función del recto abdominal, mejora la cocontracción de la musculatura general lumbar, aumentando la rigidez del tronco lo que proporcionará, a su vez, una mejor estabilidad por la resultante de la carga compresiva. Esto conduce a una mejora en la sintomatología de

pacientes con dolor lumbar crónico donde el tratamiento conservador no ha dado resultados. Tanto el transversal abdominal como el oblicuo, son importantes ya que tienen una función preparatoria para la realización de determinados ejercicios y movimientos. El retraso en la activación de estos músculos, puede ser un factor que contribuya a la incapacidad para estabilizar la espalda (107). Estas latencias prolongadas y patrones de cocontracción, pueden significar una adaptación del control motor para reforzar la estabilidad lumbar, o quizá una disfunción que impide soportar una carga inesperada de manera segura para la columna (200-203). De todo esto se deduce que el incremento de la fuerza en la musculatura aumentará su rigidez, lo que produce que se acumule una mayor energía potencial elástica que hace que la columna sea más estable.

Este conjunto de músculos tiene cada vez más importancia por el papel que desempeñan en el movimiento y control motor de la columna y pelvis (204,205). Tienen una inervación segmentaria por las ramas anteriores de los nervios espinales torácicos y lumbares (206), y su anatomía es compleja, teniendo su origen en diferentes estructuras como los cartílagos costales, fascia toracolumbar, cresta ilíaca y ligamento inguinal. Hay una relación clara entre esta musculatura y la lumbalgia (207,208), ya que se observan efectos positivos en el control motor tras realizar un entrenamiento específico de dicha zona, en pacientes que sufren dolor lumbar.

Otro músculo anterior es el psoas mayor, que tiene su origen en la columna lumbar. Su inserción en la ASI (después de cruzarla) y cadera, le hace funcionar como un gran estabilizador (209), aunque su papel funcional en el segmento vertebral lumbar sigue sin estar claro (210). Parece que realiza algo de flexión en L4-L5, mientras que en las vértebras superiores L1-L2-L3, lo contrario: algo de extensión (174) que ayuda a mantener la lordosis fisiológica, por lo que la disfunción de este músculo puede alterarla. Este modelo de funciones diferenciadas parece similar al multifido (177). La inervación de este músculo no es constante, pero la más mencionada es la que indica que viene del plexo lumbar y el nervio femoral (211).

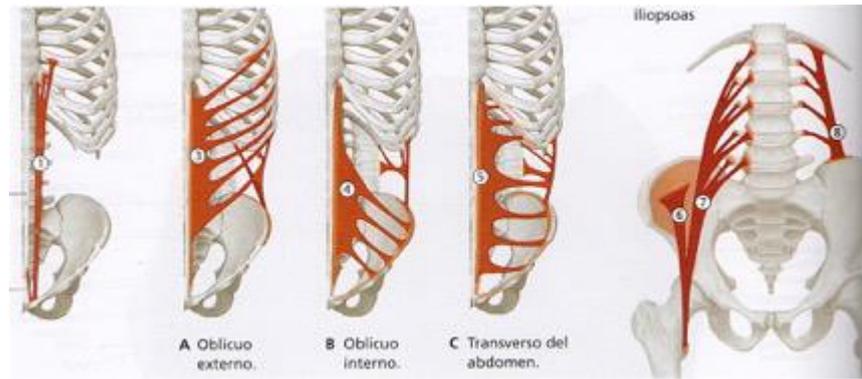


Fig. 13 Imágenes que corresponden a la disposición de la musculatura abdominal y psoas mayor.

(Imágenes tomadas del Prometheus, Atlas de Anatomía).

Con todo lo visto queda manifiesto que un desequilibrio muscular, originado por una serie de fuerzas asimétricas, que causan la desalineación de la columna vertebral, supondrá una pérdida del rango de movimiento en una dirección u otra. La musculatura puede adaptarse a esta postura anormal, manteniéndose esta adaptación permanentemente en el tiempo y generar un desequilibrio. Sabemos que la contracción muscular prolongada es un problema importante, ya que cuando un músculo se encuentra activo durante un largo período de tiempo, se eleva la presión intramuscular. Esta presión comprime los vasos sanguíneos en el músculo y puede obstruir el flujo sanguíneo provocando un acúmulo de ácido láctico, apareciendo dolor muscular y fatiga (102). Esta situación requiere períodos de descanso para recuperarse, de lo contrario podría ocasionar un daño tisular que puede derivar en una necrosis muscular.

2.1.4 El disco intervertebral

El disco intervertebral (DIV) es clave tanto en la estructura, como en la función de la columna vertebral. Las investigaciones que se han realizado sobre su biología (212-216), han permitido avanzar en el conocimiento sobre su crecimiento, remodelación, regeneración, reparación y sobre los cambios celulares continuos tanto dentro como fuera del DIV que influyen directamente en la madurez y en salud de éste. También han permitido conocer mejor la respuesta de esta estructura al estrés mecánico, el cual parece ser el causante de las alteraciones de la matriz extracelular discal (aunque no tiene por qué coincidir la gravedad de los cambios con la aparición de dolor asociado). Con todo este conocimiento, se comprende mejor la complejidad de su función, como es la de la transmisión de fuerzas y distribución de las cargas a través de él. Sin embargo, hay diferentes variables que pueden influir en la columna vertebral, como la edad, la genética, fenómenos electrocinéticos etc... y esta variabilidad nos hace difícil su estudio y comprensión (28,29,217-220).

El DIV se encuentra entre los cuerpos vertebrales, relacionando a las vértebras entre sí. Forma parte de lo que Brown denominó en su día la "unidad vertebral funcional" (221), conocido también como el "segmento móvil" (222) o "unidad espinal funcional de la espalda" (FSU, siglas en inglés de Functional Spinal Unit) (223) que comprende la parte inferior de la vértebra superior, la parte superior de la vértebra inferior, junto con el DIV y el resto de tejidos blandos (ligamentos, cápsula, musculatura) que lo complementan. Este conjunto dispone de seis grados de movilidad gracias al DIV, que ayuda además a soportar las deformaciones que resultan de las cargas físicas y las fuerzas de estabilidad (224).

Conocer la composición microscópica del DIV es importante para entender su funcionamiento. La matriz del DIV es muy similar en su composición a la del cartílago articular, formada por fibras de colágeno incluidas en un gel de proteoglicanos (PG) y agua. En el interior de esta matriz se encuentran una serie

de células, los condrocitos, cuya función es el mantenimiento y la reparación, vitales para la integridad del tejido.

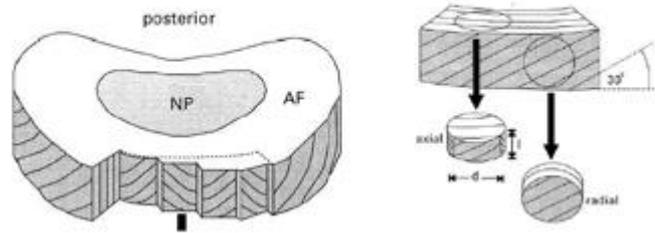


Fig. 14 Estructura del anillo fibroso del disco intervertebral (213).

El DIV está compuesto por varias regiones: el núcleo pulposo, localizado en la parte central, compuesto por una red blanda y transparente de fibras finas en donde se encuentra un gel (sustancia fundamental constituida por un complejo proteico-polisacárido). Contiene fibras de colágeno organizadas aleatoriamente y de elastina, además de contener agrecano (225). Su composición y aspecto varía con la edad, y se vuelve cada vez más rígido.

El anillo fibroso, laminar y resistente (menos hidratado), compuesto de una serie de 15-25 anillos o láminas concéntricas, con las fibras de colágeno dispuestas paralelamente dentro de cada lámina. Las fibras están orientadas unos 60° con respecto al eje vertical, alternando a izquierda y derecha en laminillas adyacentes. Las fibras de elastina se encuentran entre las laminillas, y parece que ayudan al disco a volver a su disposición original tras realizar algún movimiento. Las células de la corona circular, sobre todo las de la parte más externa, son similares a fibroblastos, alargadas y delgadas, alineadas paralelamente a las fibras de colágeno (225). Existe una variación en los componentes estructurales del anillo; mientras que en las laminillas de la parte interna se observa principalmente colágeno tipo II y fibrocondrocitos, las externas están compuestas predominantemente de colágeno tipo I y pobladas por fibroblastos (216).

La tercera región morfológicamente distinta, es la placa terminal o platillo vertebral cartilaginoso: una capa horizontal delgada, por lo general menos de 1

mm de espesor, de cartílago hialino. Aquí se continúan las fibras del disco, cambiando a una disposición más horizontal y paralela a los cuerpos vertebrales, su composición es similar a la del anillo fibroso pero con un menor porcentaje de agua y un mayor componente fibroso (226).

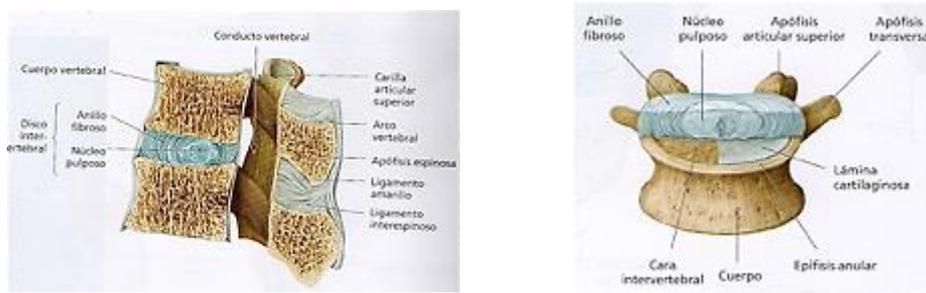


Fig. 15 y fig. 16 El disco intervertebral y sus diferentes regiones.

(Imágenes tomadas del Prometheus, Atlas de Anatomía).

Desde un punto de vista biológico, tanto el núcleo como el anillo fibroso, son parecidos, los dos contienen agua, colágeno y PG, pero en diferentes concentraciones.

El colágeno es uno de los principales componentes del DIV. La parte externa del anillo fibroso se compone principalmente de colágeno tipo I y la proporción de éste disminuye según se acerca hacia el núcleo pulposos, donde se observa un mayor porcentaje de colágeno tipo II (29,216,227). En el núcleo, también se encuentra colágeno, sobre todo tipo II, cuyo porcentaje aumenta con el envejecimiento, cambiando su composición pasando a ser del tipo I y III, y en discos muy degenerados del tipo X (29,228). La disposición de las fibras de colágeno en el disco muestra una alta especialización (229). Son más finas que en el anillo, con forma de malla irregular, mientras que en el anillo, el colágeno adquiere una disposición en láminas concéntricas. Las láminas posteriores no son tan anchas como en el resto del disco (230). Los haces de fibras de cada lámina discurren en sentido oblicuo entre los cuerpos vertebrales adyacentes, y se insertan con firmeza en ellos o en el platillo vertebral cartilaginoso. La disposición de la red de colágeno en el disco tiene una influencia fundamental en la distribución de la carga.

Los PG del DIV dan a la matriz una elevada presión osmótica y una baja permeabilidad hidráulica, por lo cual se encargan de resistir las cargas en compresión del disco. Hay diferentes PG como son: agrecano y verdicano. El primero es el principal PG que se observa en el disco, y responsable de mantener la hidratación del tejido (225). Es similar al que se encuentra en el cartílago hialino pero de menor tamaño; mientras el segundo, se observa en el anillo, pero no en el núcleo (231,232). Además, aparecen pequeños PG ricos en leucina, como son la decorita, el biglucano, la fibromodulina y el lumicano, todos ellos en mayor concentración en el anillo que en el núcleo pulposo. El biglucano parece que puede unirse a factores de crecimiento (233,234).

También forman parte del DIV otro tipo de proteínas, como la elastina, clave en la interacción de las células con la matriz extracelular. El DIV tiene la capacidad de remodelarse, lo que implica tanto la degradación como la síntesis de nuevos componentes, para lo cual en su interior también tiene amiloides, proteínas plasmáticas extravasculares e inhibidores endógenos de la proteínasa, que pueden estar implicados con el envejecimiento y en los fenómenos degenerativos (228,231). Se ha observado que la concentración de algunas proteínas como la fibronectina, aumenta con la degeneración del DIV (235). También aumentan las proteinasas, como la metaloproteínasa de la matriz y la agrecanasa, un tipo de enzimas que pueden degradar el colágeno, los PG y otros componentes de la matriz (225,236). Mantener el equilibrio entre la síntesis, degradación y acumulación de macromoléculas de la matriz determina su calidad e integridad, y por lo tanto el comportamiento mecánico del propio disco (225).

También se ven células como los condrocitos, cuya función primaria es la síntesis y mantenimiento de la matriz, produciendo diferentes tipos de proteínas, aunque el DIV presenta una escasa celularidad (237) que aparece más elevada cerca del platillo vertebral y en la periferia del anillo, coincidiendo con las zonas más próximas a los vasos sanguíneos.

Sin embargo, el principal constituyente del disco es el agua, que puede suponer hasta el 65-90% del volumen del tejido, aunque este dato varía con la edad y la zona del disco.

Por último, en el DIV hay nervios y vasos sanguíneos. En los discos jóvenes existen vasos sanguíneos en el anillo fibroso y grandes canales vasculares en el seno del cartílago del platillo vertebral que van desapareciendo durante el crecimiento. Por el contrario, en el adulto sano, el DIV dispone de una escasa vascularización e inervación (238,239), que pierde paulatinamente hasta el punto de convertirse en la mayor estructura avascular del cuerpo. Sin embargo, con los fenómenos degenerativos y discopatías, la vascularización del anillo puede aumentar, ya que se ponen en marcha los mecanismos de cicatrización (29,240-242). La inervación se origina en el nervio sinusvertebral y en el tronco nervioso simpático paravertebral (43-45). La inervación es tanto autonómica como sensitiva; la primera suele tener la misma distribución de los vasos sanguíneos del disco, al parecer para la regulación vasculonerviosa. La inervación sensitiva está implicada tanto en la nocicepción como en la propiocepción, y se ha demostrado que existen mecanorreceptores en las dos o tres capas más externas del disco y en los ligamentos longitudinales (243). Los mecanorreceptores del disco pueden tener una gran influencia en la actividad muscular, ya que la estimulación eléctrica de los nervios del DIV desencadena una activación de los músculos multifido lumbar y longísimo (244). Además, se ha observado (245,246) que en los DIV degenerados de pacientes con dolor lumbar, la inervación es más extensa y entra más centralmente que en los discos normales, con un aumento tanto del número como del tamaño de las fibras nerviosas.

Todos estos constituyentes del disco presentan diferentes funciones. La presión osmótica de las soluciones de PG es consecuencia de su naturaleza polielectrolítica. El contenido de líquidos del DIV depende de la carga que se está aplicando en ese momento, de la soportada con anterioridad y de la composición del tejido. Si la carga sobre el DIV aumenta, éste se ve alterado por un aumento entre el impacto del efecto combinado del peso del cuerpo y la tensión muscular, por lo que se expulsa líquido hasta alcanzar el equilibrio. Este hecho supone un aumento en la concentración de PG, lo que aumenta la presión osmótica, aunque

a su vez la tensión de la red de colágeno disminuye. Si la carga se mantiene en el tiempo, el líquido seguirá expulsándose hasta que la presión de expansión aumente hasta igualarse con la presión aplicada. Y al contrario, cuando la carga disminuye, el DIV se expande. Como la red de colágeno es más débil en el núcleo, este fenómeno tiene más efecto sobre él, lo que explica sus lesiones (247). La concentración de PG es la que determina la porosidad estructural de la matriz, un cambio en el contenido de agua del disco modifica esta concentración y por lo tanto su porosidad. Así que, si el tejido aumenta, la concentración de PG es menor, aumentando la permeabilidad y viceversa.

El envejecimiento provoca que el límite entre el anillo y el núcleo se vuelva menos obvio, encontrándose el núcleo más fibrótico, desorganizado y con menor cantidad de gel, reduciendo su capacidad de funcionar como un elemento hidrostático (216). El anillo también aparece más irregular, con las redes de elastina y colágeno más desorganizadas. En definitiva, al aumentar la edad aumenta la incidencia de los cambios degenerativos que incluyen la muerte de determinadas células como los condrocitos (provocando la proliferación de otras), la degeneración mucosa, un cambio granular, y la aparición de fisuras anulares (225). Es difícil diferenciar los cambios que se producen exclusivamente debido al envejecimiento de los que podrían ser "patológicos".

Como se ha comentado anteriormente, el DIV proporciona seis grados de movilidad al "segmento móvil" (compuesto por la parte inferior de la vértebra superior, la parte superior de la vértebra inferior, el DIV y tejidos blandos que lo complementan) lo que sirve para la amortiguación de cargas. Fisiológicamente, el disco experimenta combinaciones de fuerzas y deformaciones (216), todo ello determinado por los movimientos voluntarios, limitado por las estructuras que conforman la anatomía de la columna, a lo que hay que añadir, ciertas complicaciones debidas a que la columna está sometida a movimientos de rotación acoplada (142,224,248), fuerzas que derivan de la estabilización de la columna vertebral (216,249,250), la presión intraabdominal (251) y perturbaciones externas. El conjunto de todos estos elementos complica el

entorno de carga del DIV, por lo que reproducir las verdaderas condiciones de carga fisiológica en el disco es complicado.

2.2 Patología lumbar

Tal y como se ha comentado con anterioridad, a pesar de no presentar síntomas, la mayoría de las personas a las que se les realiza una Resonancia Magnética suelen presentar algún tipo de lesión en su espalda. Como se demuestra en el estudio de de Brinjikji W. y cols. (252), donde se analizaron las imágenes de RM de más de 3.000 personas asintomáticas, encontrando diferentes lesiones como son: degeneración discal, pérdida de señal del disco, pérdida de altura discal, abombamiento discal, protusión discal, fisura anular, degeneración facetaria y espondilolistesis (tabla 1). Aún así, en el estudio no se indica si los cambios que se hallaron podrían estar relacionados con la edad, y si se podrían considerar patológicos.

Tabla 1: Cambios degenerativos en la columna vertebral encontrados en RM de pacientes asintomáticos.

(traducida de Brinjikji W. y cols., Spine 2015).

Hallazgos radiológicos	Edad						
	20	30	40	50	60	70	80
Degeneración discal	37%	52%	68%	80%	88%	93%	96%
Perdida de señal discal	17%	33%	54%	73%	86%	94%	97%
Perdida de altura discal	24%	34%	4%	56%	67%	76%	84%
Abombamiento discal	30%	40%	50%	60%	69%	77%	84%
Protusión discal	29%	31%	33%	36%	38%	40%	43%
Fisura anular	19%	20%	22%	23%	25%	27%	29%
Degeneración facetaria	4%	9%	18%	32%	50%	69%	83%
Espondilolistesis	3%	5%	8%	14%	23%	35%	50%

Según la revisión de Raciborski y cols. (253), todos estos procesos degenerativos de la columna vertebral parece que con el paso del tiempo son la principal causa de dolor de espalda; y aunque por lo general desaparece rápidamente, dependiendo de la ubicación y la gravedad de los cambios degenerativos que ya existan, hasta el 60% de los pacientes podría derivar en un DLC. La tensión y el espasmo muscular, además de las lesiones de las articulaciones facetarias por la gran cantidad de terminaciones nerviosas libres y encapsuladas que activan

aferentes nociceptivos, están entre las razones más comunes de padecer DLC. Se ha estimado que el dolor articular "facetario" representa hasta el 30% de los casos de dolor lumbar crónico, cuya nocicepción está originada en diferentes estructuras como son la membrana sinovial, cartílago hialino, hueso o cápsula fibrosa de la articulación (253). Estas disfunciones se asocian a una pérdida de la organización cortical de los impulsos a los músculos de la espalda. El aumento en la representación cortical del control motor muscular, favorece la pérdida de la activación diferencial en la musculatura de esta región, haciendo que estas personas necesiten más ajustes posturales, lo que provoca un desequilibrio que finalmente podría derivar en una discopatía (73,254,255). También el hecho de mantener una determinada postura durante largos periodos de tiempo (100-102), así como la exposición repetida y constante a golpes o vibraciones mecánicas por el trabajo, podría dañar el disco (256). Por todas estas circunstancias, el DIV sería la primera estructura afectada por los procesos degenerativos, encontrándose pérdida de altura y disminución del contenido de proteoglicanos y agua en el anillo fibroso y el núcleo pulposo (253). Este proceso da lugar a un dolor difuso que se refiere hacia la región paravertebral y exacerbado por el movimiento, que puede persistir desde unos días hasta unas pocas semanas, y es lo que se denomina dolor lumbar discogénico (253). Este tipo de dolor representa hasta el 39% de los casos de DLC, a los que habría que añadir otro 30%, los cuales son debidos a una hernia discal (257). La compresión que estas lesiones discales realizan sobre las estructuras neurales, puede producir síntomas neurológicos como es el dolor radicular y/o radiculopatía. También, la estenosis de canal adquirida, puede estar asociada a la disminución del flujo en la microcirculación de las raíces nerviosas y los nervios espinales resultante de los cambios degenerativos en los discos intervertebrales y las articulaciones facetarias que estrechan el espacio para las estructuras neurales (253). Además, las personas que presentan dolor lumbar crónico y que padecen una lesión discal, pueden presentar alteraciones en el patrón de movimiento de la columna vertebral que parece agravar todavía más esta lesión discal (258,259), lo que podría provocar la degeneración de otras estructuras (como el ligamento amarillo, interespinoso, etc. pudiendo limitar el rango de movimiento vertebral (260). Esto parece estar relacionado con el

denominado "movimiento acoplado de la columna" (112), basado en la teoría del movimiento acoplado, una propiedad básica de la materia descubierta por Lovett en 1903 (261). Esta teoría defiende que si a una estructura como la columna vertebral, donde ya encontramos una inclinación en un plano sagital (lordosis o cifosis fisiológica), se le suma otra inclinación en un plano diferente, se provocará un par dinámico axial, que dependiendo del centro de rotación de cada vértebra (que se encuentra en el centro del disco intervertebral), hace que las facetas articulares puedan suprimir o incluso invertir el movimiento acoplado. Esto provoca que el control de la posición del centro de rotación de cada vértebra sea un parámetro importante de la estabilidad de la columna, ya que hace que contacten al mismo tiempo la faceta izquierda y la derecha, dando estabilidad a la columna vertebral. Debido a esto, es necesario que el disco se mantenga sano y en equilibrio, ya que si padece alguna lesión (como una protrusión o una hernia) este centro de rotación varía de posición situándose permanentemente fuera de éste, provocando un choque facetario (unilateral) que podría aumentar la inestabilidad, lo que conllevaría a una disfunción de la estructuras adyacentes (ligamentos, músculos...), originando dolor e hipomovilidad (262).

2.2.1 Lesiones discales

Mantener un disco saludable es de suma importancia para el resto de las estructuras de la columna vertebral, ya que su lesión provocará la aparición de alteraciones en diferentes tejidos como se ha visto. El comportamiento del DIV frente a la carga depende de la magnitud de ésta, además de la organización de la matriz extracelular. El peso del cuerpo y la actividad muscular ejercen continuamente una carga sobre DIV aumentando la presión. Por esta razón, es preciso realizar cambios posturales para alternar una compresión-relajación y mantener el disco saludable. La presión a nivel lumbar es mayor en sedestación (0,6-0,7 MPa) que en bipedestación (0,1-0,2 MPa), pudiendo aumentar según la actividad hasta 5 o 6 veces incluso durante el día (263), y disminuyendo durante el sueño (250,264). La contracción mantenida de la musculatura espinal, puede reducir la nutrición del disco por el aumento de la presión que sufre debido a la compresión a la que está sometido por los músculos. Esta presión puede incrementarse en un 40% durante la bipedestación mantenida y hasta en un 200% cuando se está sentado e inclinado hacia adelante 40°, por lo que las posiciones mantenidas durante un tiempo prolongado facilita la aparición de lesiones discales (102), como se comprobó en los trabajos de Jackson, Solomonow y cols. (265,266) donde se observó que tras permanecer solamente 20 minutos en sedestación con flexión, se tardaron unos 30 minutos en conseguir recuperar las propiedades mecánicas de la columna, y hasta 7 horas en recuperar las vías de respuesta neurofisiológicas entre los músculos y los ligamentos.

Existen dos mecanismos por los que la carga puede alterar la altura del DIV. El primero consiste en que debido a su carácter viscoelástico, el disco posee la capacidad de no deformarse al someterlo a una determinada carga si no sobrepasa sus límites biológicos, pero si ésta se mantiene en el tiempo, el DIV pierde altura paulatinamente, fenómeno que se denomina "fluencia lenta" (se define como la deformación progresiva de todo material viscoelástico por el hecho de mantener una carga constante en el tiempo) debido a la pérdida de líquidos (267), lo que a su vez depende de la estructura e integridad de la red de colágeno (268). La magnitud de esta deformación está relacionada con el contenido de PG.

Si la carga se mantiene largos períodos de tiempo, además de la pérdida de líquido existe una pérdida de PG, lo que lleva a su vez a que el DIV recupere menos líquido y se degenera. Durante el día se puede perder hasta un 25% de líquido, recuperándose por la noche (269). Se cree que los cambios de altura corporal se deben en parte a esta pérdida del líquido del DIV (270,271), como se sugirió en un ensayo (272) con astronautas, los cuales en condiciones de ingravidez aumentaron su altura corporal, posiblemente por la expansión del DIV por la baja carga exterior. El segundo mecanismo es el fenómeno llamado histéresis, que consiste en una pérdida de energía de deformación al aumentar la carga en momentos puntuales, o sea al verse sometido el disco a ciclos secuenciales de carga-descarga. Debido a esto, el DIV se deforma por la reestructuración de la red de colágeno, esta deformación varía en relación al nivel vertebral (273), siendo más importante en los niveles inferiores, por lo que también serán los más propensos a sufrir lesiones. Si el tiempo de la carga es corto, siempre que no sea de tal magnitud como para provocar una lesión por sí misma, la deformación se realiza a un volumen constante para después recuperar su forma inicial.

El DIV en la edad adulta es avascular (238,239), por tanto no hay suministro sanguíneo al interior del disco. Consigue sus nutrientes necesarios por difusión a través de la matriz, gracias a los vasos sanguíneos que se encuentran en contacto con la periferia del anillo fibroso y el platillo vertebral, fenómeno que se conoce como imbibición. Cuando el platillo vertebral se calcifica, como en la escoliosis o en discopatías degenerativas (274,275), disminuye el aporte de nutrientes, lo que conduce paulatinamente a una muerte celular y a una degeneración discal. Se ha comprobado que diversos factores como la arterioesclerosis, anemia falciforme o la enfermedad de Gaucher (las cuales conllevan un complejo trastorno poligénico), así como otras alteraciones genéticas que pueden afectar a la circulación del cuerpo vertebral, parecen asociarse a una elevada incidencia de discopatías degenerativas (242,276-279). De hecho, se han observado asociaciones entre la degeneración discal y polimorfismos de diversos genes, como los del agregano, colágeno IX y receptores de vitamina D (218,225,280-282), que con el paso del

tiempo dan lugar a la aparición del dolor lumbar, pudiendo llegar a ser la causa del 30% de estas patologías (41). También otros factores que afectan a la circulación, como la exposición repetida y constante a golpes o vibraciones mecánicas (256), o el tabaco (los receptores muscarínicos encontrados en los platillos podrían bloquearse por la nicotina (283-285)), parecen aumentar la probabilidad de sufrir lesiones en esta zona, ya que se encuentra una mayor prevalencia e incidencia de dolor lumbar en fumadores que en no fumadores, siendo esta relación más acusada en adolescentes. La realización o no de actividad física también parece tener un efecto permanente sobre la circulación y por tanto sobre los nutrientes del disco (286), ya que la inactividad física provoca lesiones del cartílago a nivel vertebral y aumenta el metabolismo del núcleo pulposo. Se ha observado también que el cambio de los hábitos sociales, como el aumento de peso de la población (287-290), está aumentando el número de pacientes con patologías del DIV, lo que deriva en una lumbalgia, primero porque estas personas con hábitos alimenticios erróneos no cumplen las recomendaciones mínimas de realización de actividad física, demostrando unas actitudes sedentarias (291), y después porque, además, la obesidad parece provocar, por déficits de determinados alimentos, alteraciones genéticas (campo estudiado por la nutrigenética y nutrigenómica) lo que nos lleva otra vez al punto anterior (23-26).

En definitiva, el DIV es muy sensible a los esfuerzos mecánicos, y su respuesta depende de su composición celular y de la naturaleza de la señal mecánica, la cual influirá a su vez en cómo el DIV soporta la carga. Las células del núcleo son las más sensibles a los cambios de presión. Mientras que valores bajos de presión aumentan el número de PG, los valores altos aumentan la producción de metaloproteinasas que catabolizan las diferentes moléculas pudiendo degradar el DIV (236) e inhiben la formación de PG, mientras que las células del anillo están menos influenciadas por las fuerzas de compresión. En condiciones normales estas proteasas son neutralizadas, pero si se estimulan, desarrollan un gran poder tóxico y son muy destructivas en procesos de inflamación. Hay 4 grupos de proteasas: a) colagenasas intesticiales, b) estreptomelisininas, c) gelatinasas y d) metaloproteinasas de la matriz (MMP). La acción de todas ellas, está regulada por

inhibidores endógenos de las MMPs (TIMPs) y α 2-macroglobulina. Si hay desbalance entre producción, activación e inhibición, puede ocurrir una excesiva proteólisis de los tejidos o la inhibición. Cuando la proteólisis es mayor que la inhibición, aparece la alteración de la matriz extracelular y la apoptosis, y en el caso contrario, la fibrosis tisular o cicatriz (292,293). Cuando existe una lesión discal, como la hernia o protusión, la actividad de las MMP es más intensa que en otras alteraciones del disco, teniendo un papel fundamental en la evolución de su degeneración. Se inicia entonces un proceso inflamatorio en dicha zona, caracterizado por el movimiento de células y fluidos desde la sangre hacia los tejidos extravasculares en el lugar en el que se ha iniciado el estímulo nocivo, bajo la influencia de factores quimiotácticos producidos localmente. La resultante es que los condrocitos entran en apoptosis, por lo que no segregan la matriz extracelular (MEC) adecuada y los procesos de reparación no pueden realizarse. La presencia de citoquinas, estimula el gran poder tóxico de las metaloproteinasas, que afectan preferentemente la estructura vascular atacando la membrana basal que rodea los vasos y en el caso del cartílago a los condrocitos (216,294). Estas sustancias, pueden inhibirse por TIMPs, (295), pero en estas situaciones el balance entre las MMPs y el tejido enzimático inhibidor está alterado, lo que sugiere que el estímulo de los TIMPs, podría ser una opción terapéutica en la patología discal minimizando la degradación de la matriz extracelular.

El cambio que se observa en la composición de los discos degenerados es la pérdida de PG, esto se traduce en una pérdida de glicosaminoglicanos, que provoca una caída de la presión osmótica y, por tanto, de agua y con ello, de altura del disco que parece implicar una función mecánica comprometida (296). Por el contrario, la proporción de otros componentes, como la fibronectina, aumenta con la degeneración, lo que a su vez hace aumentar la cascada degenerativa. El aumento subsiguiente de rigidez, provocará un aumento de la protrusión del disco bajo la carga, generando una discopatía. Estos cambios pueden, a su vez, modificar la transmisión de la carga sobre las estructuras adyacentes de la columna, como músculos, ligamentos, cápsulas de las articulaciones facetarias y estructuras óseas, todos ellos con una profusa

inervación. En esta situación, que normalmente aparece en edades avanzadas, el conducto vertebral se estrecha por una mayor osificación de los cuerpos vertebrales que rodean el conducto. Se reducen las fuerzas de tensión en el ligamento amarillo, lo que puede causar su engrosamiento o calcificación, con la consiguiente pérdida de elasticidad que hace que sobresalga en el canal espinal, provocando también una estenosis (225). Además morfológicamente, el disco presenta grietas y fisuras, debido a esta pérdida de PG y agua, con una disposición más irregular del colágeno y de las láminas del anillo.

Existe una clasificación (Fig. 17) de lesiones discales que se utiliza para la topografía computerizada, la primera versión se utilizó hasta 1990. Después fue modificada por Bogduk y cols. en 1992, y posteriormente por Schellhas y cols. En 1996. En esta clasificación, se indican cinco diferentes niveles de lesión (225).

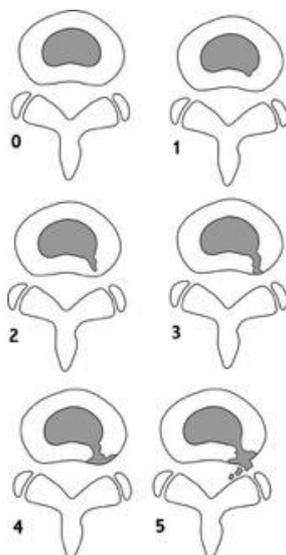


Fig. 17 Clasificación de lesiones discales de grado 0 a grado 5, basada en la clasificación de Dallas modificada (225).

El grado 0 es un disco normal. El grado 1, indica existe un leve desgarramiento pero sólo ocupa un tercio del anillo. En el grado 2 ya llega a ocupar dos tercios del anillo. Mientras en el grado 3, el desgarramiento llega a ocupar la totalidad del anillo fibroso y ya puede aparecer dolor por la irritación de las pequeñas ramas nerviosas de la zona externa del disco. El grado 4, es similar al tres pero además de que el

desgarro ocupa la totalidad del anillo, lo deforma exteriormente. El grado 5, es la forma más severa de lesión discal que incluye el desgarro completo del anillo además de una ruptura de las capas externas del disco, con una fuga de material discal al exterior.

Como vemos existen diferentes lesiones discales, pero nos vamos a centrar en la protrusión (grado 3-4) y en la hernia lumbar (grado 5), los estadios más graves de lesión discal. La protrusión (Fig. 18) se define como:

"la deformación sin rotura de la envoltura fibrosa del disco intervertebral" (297), o también,

"la deformación de la envoltura fibrosa del disco intervertebral por el material gelatinoso del núcleo pulposo contra ella" (298).



Fig. 18 Protrusión discal.

(Imagen tomada de www.ciadosono.com.)

Mientras que la definición de hernia (Fig. 19-20) sería:

"desplazamiento localizado de material discal más allá de los límites del espacio intervertebral" (299) o,

"la salida del núcleo pulposo al canal raquídeo, que en la mayoría de las ocasiones va a producir compresión en las raíces nerviosas".

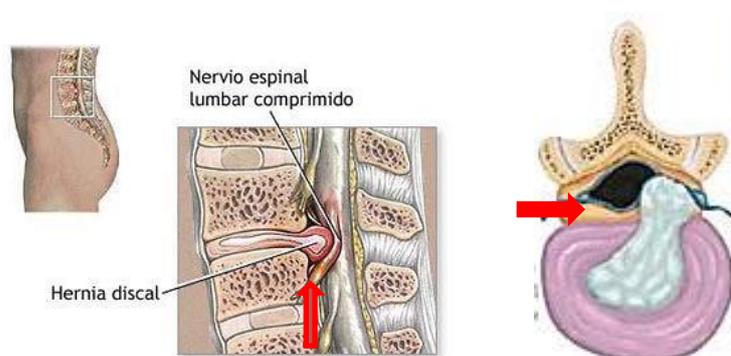


Fig. 19 y fig. 20 Visión lateral y superior de hernia discal atrapando la raíz espinal.

(Imágenes tomadas de <http://www.dolorespalda.es/herniadiscal.html>).

Dependiendo de la localización, las hernias pueden dividirse en ventrales, si se encuentran en la parte anterior del disco, o dorsales, si aparecen en la parte posterior. Además, las dorsales o posteriores se clasifican en: posteromedial, si están centradas con respecto al eje corporal, o posterolaterales, y también encontramos las foraminales, muy sintomáticas por la afectación neurológica que suelen conllevar debido a que el material herniado se sitúa en la zona del agujero de conjunción, y las extraforaminales si se sitúa por fuera de éste.

En las figuras 21 y 22, se muestra una de las clasificaciones de lesiones discales, la del Michigan State University College of Osteopathic Medicine (14), donde dividen las protrusiones o hernias por cuadrantes. Según se desplazan hacia posterior encontramos una división en un eje sagital que irá de grado 1 a 3 según exista menor o mayor desplazamiento posterior, y otra división según un eje vertical que irá de zona A (central) hasta zona C (la más lateral). Un ejemplo de esta clasificación la observamos en la figura 23 (14).



Fig. 21 y fig. 22 Clasificación de la MSU (14) de las lesiones discales (divisiones según localización).

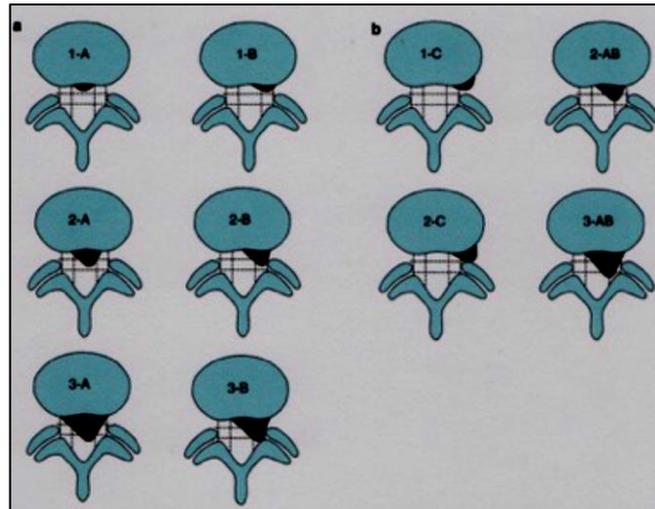


Fig. 23 Hernias discales y su denominación según la situación (14).

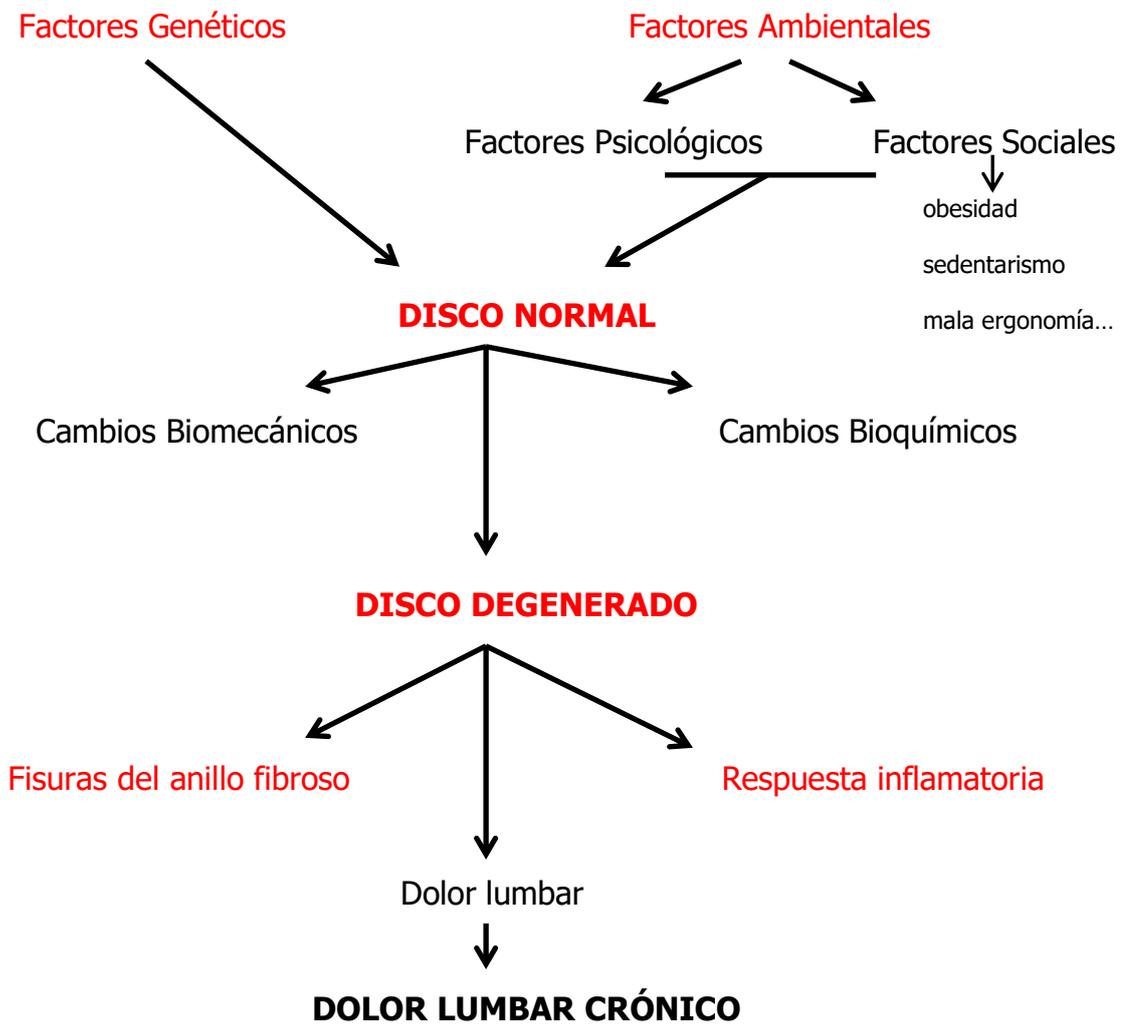
(Imágenes con el permiso y por cortesía del autor Lawrence Mysliwiec).

El mecanismo de dolor discogénico puede explicarse de la siguiente manera: la hernia o protrusión lumbar, provoca una compresión de diferentes estructuras como son las raíces nerviosas, que descienden por el canal vertebral y que salen por cada agujero intervertebral, ramas de la arteria medular, venas que drenan el plexo epidural y vasos linfáticos asociados (162,300-303). Ya sea por una compresión mecánica o por una congestión de líquido, las raíces nerviosas lumbosacras lesionadas sufrirán un edema e isquemia que provocan cambios inflamatorios y fibrosos en el tejido nervioso con pérdida concomitante de la función motora, parestesia e hipoestesia (302,303).

También existe otro medio no mecánico de irritación del tejido nervioso en la región foraminal, el químico: se produce cuando el núcleo pulposo migra hacia el canal espinal por una ruptura completa del anillo, y libera una serie de fluidos, como sustancias proinflamatorias, PG y factor de necrosis tumoral, que agravan el dolor de la raíz (304-307).

Además, la inervación del tejido conjuntivo de esta región se realiza mediante fibras aferentes primarias de pequeño calibre. Estas neuronas sensitivas envían estímulos nociceptivos a la médula espinal, por lo que son capaces de segregar neuropéptidos proinflamatorios (308,309). La irritación de estas fibras

nociceptoras aferentes primarias y la liberación consiguiente de péptidos, puede provocar la degranulación de los mastocitos y la liberación de histamina, la cual, favorece la vasodilatación, atracción y proliferación de leucocitos, que puede irritar aún más las fibras iniciando la liberación de más sustancia P (310). Ésta a su vez, estimula los macrófagos y monocitos para aumentar la fagocitosis, liberando sustancias proinflamatorias como tromboxano y peróxido de hidrógeno, y aumentando la producción de citosinas (311,312). Todo este proceso inicia un círculo vicioso cuya consecuencia final es la inflamación y el edema del tejido, lo que se conoce como **proceso inflamatorio neurógeno**, que produce un estado de sensibilización periférica en los nociceptores eferentes primarios (75,313,314). La sensibilización provoca una hiperalgesia alrededor del tejido inflamado. Estas células inflamatorias aparecerán en los pliegues sinoviales de las articulaciones facetarias lumbares, pero también en el núcleo pulposo del disco (93,305,306,315), lo que hace que todo este sistema osteomuscular lumbosacro por su complejidad, facilite los procesos inflamatorios crónicos, que provocan una degeneración tisular y originan síndromes dolorosos crónicos (316). Existen estudios con tejido normal desaferenciado que indican que la pérdida de inervación sensitiva desestabiliza el tejido y aumenta la probabilidad de sufrir trastornos como los procesos degenerativos (317). El equilibrio entre los cambios biomecánicos y los cambios bioquímicos es importante para mantener la textura del tejido sano y el tránsito normal de células por la matriz extracelular del tejido (318,319). Una actividad anormal en cualquiera de estos sistemas, que aumenta la producción de neuropéptidos y catecolaminas, se asocia a una mayor susceptibilidad a los trastornos degenerativos del tejido conjuntivo (74,309,319,320). Un resumen esquemático de los procesos que influyen en el disco y los cambios que todo ello conlleva, sería el siguiente:



A pesar del conocimiento actual, las vías de transmisión del dolor discogénico siguen sin estar claras. Se pensaba anteriormente que las señales de dolor se originaban en las raíces de los nervios adyacentes al disco lesionado. Sin embargo, según las investigaciones (225), la información nociceptiva de discos de L4 y L5 es desviada por nervios simpáticos hacia niveles vertebrales superiores, por lo que el dolor puede llegar incluso hasta el dermatoma de L1 o L2 (ingle y cara anterior de muslo).

Puede resultar complicado, pero el diagnóstico precoz es crucial en este tipo de patologías, de lo contrario puede mantenerse el dolor y aumentar el gasto en consultas reiteradas y fármacos (321,322). Tras la revisión de la historia clínica del paciente, una buena exploración y la lectura de una radiografía, ya se puede sospechar la presencia de una discopatía (258). Ahora bien, si desde un primer

momento la gravedad de la sintomatología lo requiere, la realización de una resonancia magnética (RM) está aconsejada por ser de gran ayuda (las cuales se pueden realizar en 3D gracias a las últimas tecnologías), ya que facilitan la observación de cambios en la composición y estructura del disco (322-326). Pero para no derivar a los pacientes innecesariamente y de manera indiscriminada al servicio de radiología, antes de nada se debe prestar atención a las "banderas rojas" (67,68). En estos casos, la realización de manera urgente de una RM es necesaria y obligatoria, se sabe que si un paciente presenta un síndrome de cauda equina y se mantiene durante más de 72 horas, el riesgo de padecer déficits neurológicos aumenta considerablemente.

Tras un diagnóstico preciso del tipo de lesión y su gravedad, se propondrá el mejor tratamiento posible. En la actualidad, el tratamiento de la protrusión y/o hernia discal está en constante evolución, existe mucha controversia sobre cuándo utilizar una técnica u otra, y se sabe poco sobre su eficacia, por lo que queda mucho por investigar (327-330).

2.2.2 Tratamiento quirúrgico discal

En este apartado se puede hacer una clasificación de los procedimientos utilizados por los médicos, en función de si son mínimamente invasivos o si se trata de intervenciones que precisan cirugía. Se presenta un resumen de las intervenciones que se verán a continuación.

Tratamientos mínimamente invasivos:

- Inyección epidural de esteroides (bloqueo articular)
- Inyección intradiscal de corticosteroides
- Quimionucleólisis
- Ozonoterapia
- Anuloplastia intradiscal electrotérmica (IDET)
- Anuloplastia por radiofrecuencia (RFA)
- Nucleoplastia
- Biacuplastia

Intervenciones quirúrgicas:

- Nucleotomía percutánea
- Laminotomía
- Artrodesis
- Artroplastia vertebral (prótesis discal)
- Discectomía

1.4.2.1. Tratamientos mínimamente invasivos:

Inyección epidural de esteroides (bloqueo articular): actualmente muy utilizada en hernias discales posterolaterales y también en aquellos pacientes que presenten una radiculopatía (Fig. 24). Su aplicación en el espacio epidural anterior, se realiza por estar íntimamente relacionada con el dolor discal. El objetivo de ésta técnica más que un efecto sobre la hernia o protrusión, pretende reducir el dolor, así como la inflamación rápidamente (329,331). Sin embargo, recientes revisiones

(332,333) indican que no hay evidencia que apoye el uso de esta intervención para la lumbalgia con o sin radiculopatía.

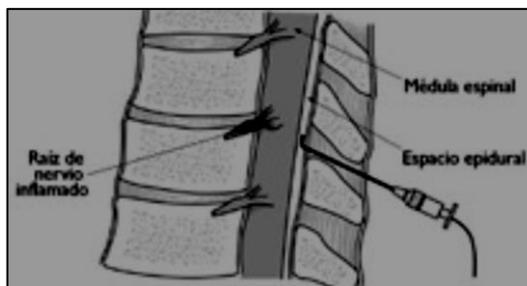


Fig. 24 Técnica de bloqueo articular.

(Imagen tomada de <http://orthoinfo.aaos.org/topic>).

Inyección intradiscal de corticosteroides: el objetivo de las inyecciones de corticosteroides intradiscal es la supresión de la inflamación que se considera responsable del dolor discogénico. La eficacia y efectividad de estas infiltraciones es desconocida, ya se han descrito numerosas complicaciones (incluso paraplejia) tras la inyección (328,329,334,335).

Quimionucleólisis: es una técnica en desuso desde principios del 2000, con mucha controversia con respecto a su aplicación. Se define como la disolución del núcleo pulposo de un disco intervertebral por inyección de un agente quimiolítico, normalmente quimiopapaína. El uso de la papaína se basa fundamentalmente en una importante actividad enzimática sobre los PG quebrando el núcleo proteico con la consecuente reducción del contenido de agua del núcleo pulposo, y por tanto la reducción del volumen y presiones intradiscales (328,329).

Ozonoterapia: es la inyección de una mezcla de gases (oxígeno y ozono) a nivel intradiscal y alrededor de las raíces nerviosas. La técnica se basa en la oxidación de los PG con la ruptura de las bandas de sulfidrilo y la reducción de la capacidad hidrofílica. Se deben realizar más estudios con criterios de selección muy estrictos para poder aconsejar el uso de esta técnica (328,329).

Anuloplastia intradiscal electrotérmica (IDET): desarrollado y publicado por Saal y Saal en el año 2000 como una alternativa a la fusión vertebral para los pacientes

con dolor lumbar crónico. Esta técnica consiste en colocar unos electrodos en el disco y calentarlos para destruir las fibras nerviosas nociceptivas y actuar sobre el colágeno, con el fin de disminuir la capacidad del disco para revascularizarse (Fig. 25). Es un procedimiento poco utilizado, y la evidencia que presenta es justa (336) ya que las investigaciones no muestran suficiente eficacia. Además, aparecen complicaciones como: rotura del catéter, lesión del nervio (cauda equina), discitis, infección local o absceso epidural (328-330).

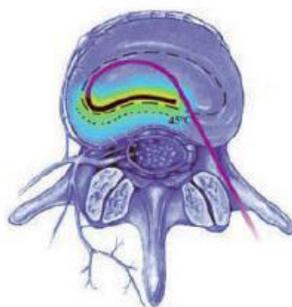


Fig. 25 Terapia electrotérmica intradiscal. El electrodo se coloca en la frontera entre el núcleo y el anillo fibroso.

(Imagen tomada de: <http://medicinadeldolor.es/tratamientos/tratamientos-de-la-hernia-discal-y-del-dolor-de-la-columna/radiofrecuencia-del-disco/>).

Anuloplastia por radiofrecuencia (RFA): parecida a la anterior pero en este caso la energía térmica utilizada es la radiofrecuencia. Para ello se utiliza un catéter denominado discTRODE™ (Valleylab, Boulder, CO, U.S.A.), que utiliza el calor para coagular y descomprimir el disco dañado. Se sabe que el dolor discogénico es causado por los nociceptores que se encuentran en la capa más externa del anillo, aunque el calentamiento del núcleo no conducirá necesariamente a la destrucción de éstos. La evidencia científica de la efectividad de esta técnica según una reciente revisión (336) es pobre, por lo que está muy cuestionada (328,329,337).

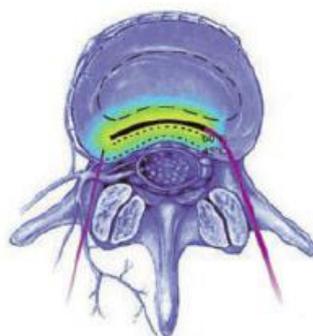


Fig. 26 Radiofrecuencia mediante Distrode. El electrodo se coloca en la frontera en el anillo fibroso posterior.

(Imagen tomada de: <http://medicinadeldolor.es/tratamientos/tratamientos-de-la-hernia-discal-y-del-dolor-de-la-columna/radiofrecuencia-del-disco/>).

Nucleoplastia: otro procedimiento mínimamente invasivo que se basa en la tecnología Coblation® (338), un proceso controlado sin calor que utiliza la energía de radiofrecuencia para excitar los electrolitos en un medio conductivo, creando un plasma enfocado con precisión. Según una revisión reciente (339), si se sigue un criterio estricto de selección de pacientes que presenten: dolor radicular discogénico, hernia discal contenida con el anillo fibroso intacto, respuesta insuficiente al tratamiento conservador y ausencia del síndrome de la cola de caballo, la nucleoplastia reduce el dolor a largo plazo y mejora la movilidad funcional de los pacientes. Aunque se deben seguir realizando más estudios que garanticen la efectividad de este procedimiento.

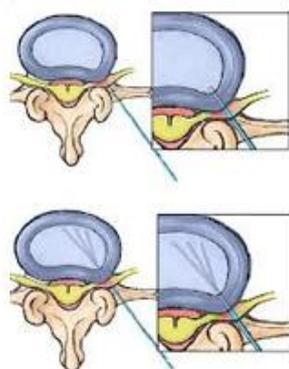


Fig. 27 Imagen de Nucleoplastia™ por Coblation®.

(Imagen tomada de <http://www.surgylene.pt/?q=node/18>).

Biacuplastia: este es un procedimiento más novedoso que los anteriores. Consiste en utilizar un sistema bipolar de radiofrecuencia (Baylis Medical Inc., Montreal, Canada), que se coloca en los lados posterolaterales del anillo fibroso intervertebral. Sin embargo, las pruebas que existen son insuficientes para recomendar esta técnica, y todavía se necesitan más estudios fiables para garantizar su eficacia (225,329).

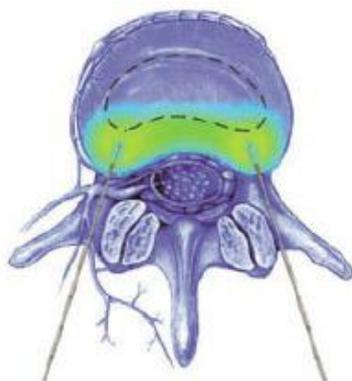


Fig. 28 Procedimiento de biacuplastia.

(Imagen tomada de: <http://medicinadeldolor.es/tratamientos/tratamientos-de-la-hernia-discal-y-del-dolor-de-la-columna/radiofrecuencia-del-disco/>).

3.4.2.2. Intervenciones quirúrgicas:

Nucleotomía percutánea: esta técnica consiste en extraer el núcleo pulposo del disco, aunque prácticamente este tipo de intervención está ahora en desuso (328-330).

Laminotomía: en dicho procedimiento se pretende liberar la compresión neurológica debida a la hernia discal, extrayendo parte de la lámina de la vértebra de arriba y de abajo del nervio pinzado. En la mayoría de los casos, también se extrae materia del disco y al ampliar el agujero de conjunción, se libera la raíz comprimida. Similar a este procedimiento encontramos la laminectomía, en este caso se procede a quitar toda la lámina de la vértebra, lo que también descomprime la raíz nerviosa, aunque puede ocasionar inestabilidad vertebral. Actualmente es más utilizada en la estenosis de canal que en la patología discal (340). A pesar de que la eficacia de esta intervención es más alta que la cirugía

abierta, se necesitan más estudios para sacar conclusiones más precisas sobre el coste-efectividad de este tipo de cirugía (341).

Artrodesis: con esta técnica se fijan dos o más vértebras entre sí. Hasta principios del 2000 ha sido la intervención más utilizada en España, y todavía en determinadas ocasiones se sigue realizando (342-344). Puede ser “no instrumentada” si se realiza mediante un injerto óseo, o “instrumentada” si se utilizan tornillos o placas metálicas. Lo que se pretende principalmente mediante esta técnica es evitar la inestabilidad vertebral. Este proceso es el que más riesgos y complicaciones conlleva para los pacientes, a pesar de estudios que analizan nuevas vías de abordaje, los costos siguen siendo elevados sin que se obtenga una diferencia clara en cuanto a la mejora de la sintomatología en comparación con otras intervenciones (345-348).



Fig. 29 Ejemplo de artrodesis lumbar.



Fig. 30 Ejemplo de instrumentación utilizada en artrodesis.

(Imágenes tomadas de <http://www.dolorespalda.es/artrodesis.html>).

Artroplastia vertebral (prótesis discal): es una alternativa terapéutica a la fusión lumbar que tiene como finalidad restaurar la altura discal, mantener una adecuada movilidad y minimizar las complicaciones, básicamente el deterioro de los segmentos vertebrales adyacentes. Se han desarrollado tres tipos diferentes de artroplastias: las totales, las endoprótesis nucleares y las facetarias, utilizándose fundamentalmente en la columna lumbar. La indicación de la artroplastia ha de seguir un estricto protocolo de selección del paciente y un programa de rehabilitación específico (349,350), ya que por su abordaje puede conllevar numerosos riesgos para los pacientes (incluso se ha observado un aumento de la

concentración en sangre de iones metálicos tras la colocación de la prótesis (347)). La evidencia actual (351) permite concluir resultados similares entre las artroplastias y las fusiones vertebrales, con algunas ventajas para las primeras en relación con el índice de reintervenciones y movilidad, aunque el avance en los modelos y técnicas quirúrgicas podría permitir en un futuro cercano una mayor utilización y una mejoría de los actuales resultados clínicos.



Fig. 31-32-33 Diferentes tipos de prótesis discal.

(Imágenes tomadas de fig.31 <http://www.spinalkinetics.com/es/patients/m6-l-artificial-lumbar-disc/>,
fig.32 http://ipm.com.ve/home.php?id_contenido=4&id_pro=53,
fig.33 http://tredisc.blogspot.com/2007_01_01_archive.html).

Discectomía: es la intervención quirúrgica más utilizada en la actualidad para el tratamiento de las hernias discales (352,353). Consiste en la extracción exclusivamente del material herniado del disco. Existe la discectomía simple, pero gracias a los avances actuales observados en estudios para realizar métodos menos invasivos, aparece la discectomía endoscópica, la microdiscectomía (realizada con microscopio) y la discectomía láser, cuyas complicaciones derivadas de la intervención son mínimas (354-356), y permite comenzar en pocos días con la rehabilitación. Conlleva además una buena recuperación del paciente, mejorando su discapacidad (357,358). También se ha observado que al año de la operación existe una menor incidencia de dolor (359). Con esta técnica se obtienen mejores resultados en hernias contenidas que en las extruídas (353).



Fig. 34 Discectomía endoscópica.



Fig. 35 Instrumental en discectomía endoscópica.

(Imágenes tomadas de http://www.neuros.net/es/tratamiento_dolor_lumbar.php).

A pesar de que todavía se necesitan más estudios comparativos, la microdiscectomía (327,360,361) (discectomía realizada mediante un microscopio quirúrgico) se ha colocado como la opción más practicada, los cirujanos parece que han elegido esta técnica como la preferida gracias a su simplicidad, baja tasa de complicaciones y al alto porcentaje de resultados satisfactorios tanto en hernias contenidas, como en las no contenidas (328-330,361).

En el caso de que el paciente presente un dolor muy intenso y además un déficit neurológico en aumento (como síndrome de cauda equina, alteración en el control de esfínteres...), la cirugía debe ser el tratamiento a seguir (361-363), y más si se trata de una hernia extruida caudalmente, ya que los resultados de esta intervención en pacientes que presenten este tipo de lesión discal, serán más satisfactorios todavía (364), en comparación con un tratamiento conservador. Aunque dichos resultados dependen de diversos factores, como son los demográficos, el sexo, el IMC, el nivel discal operado o el hecho de padecer alguna enfermedad añadida (288,289,365,366).

Debido a la anatomía de la zona lumbar, se pueden dar diferentes complicaciones derivadas de la intervención quirúrgica (365,367-373). Se han observado casos que han presentado trastornos sensitivos, vasculares (por lesión de la arteria ilíaca), viscerales, motores (o la combinación de los dos), e incluso disfunciones sexuales en casos más graves. También, el riesgo de reingreso hospitalario por infecciones o problemas con el drenaje son potenciales riesgos de este tipo de tratamiento de la hernia o protrusión discal (374).

Además, aparte de las complicaciones que se han comentado, pueden aparecer alteraciones biomecánicas tras este tipo de tratamientos, como en la nucleotomía y en las prótesis discales (375). Éstas pueden alterar drásticamente el anillo fibroso volviéndolo más vulnerable a lesiones y microfracturas, debido a que se altera la capacidad del disco para soportar la compresión y las tensiones, lo que aumenta a posteriori la degeneración. De igual manera, la operación no garantiza evitar una hernia discal o una ciática recurrente en algunos pacientes intervenidos (372,376,377). Por otra parte, las personas operadas de hernia discal pueden presentar, debido a las complicaciones, trastornos mentales y afectivos, abusar de

medicamentos, así como pudiendo ser problemática su reincorporación al trabajo (354,378). Todo esto implicará la necesidad de realizar una RM después de la cirugía y visitas ambulatorias regulares donde los facultativos deben dar instrucciones acerca de la merma de capacidades que pueden llegar a padecer estas personas (379).

2.2.3 Tratamiento conservador: lumbalgia, lesiones discales y fisioterapia.

Desde hace tiempo los profesionales de la salud conocen la importancia de la inclusión de la fisioterapia neuromusculoesquelética en uno de los problemas que más frecuentemente se padece en la sociedad, como es la lumbalgia o dolor lumbar (380-384). Realizar un buen diagnóstico diferencial para intentar localizar la causa o causas de la lesión, será imprescindible a la hora de proponer un tratamiento eficaz, que evite las posibles recidivas. Este es el motivo por el que el presente estudio se centra en uno de los pilares básicos y fundamentales de la fisioterapia neuromusculoesquelética como es la terapia manual.

En la reciente publicación de la guía de práctica clínica internacional para el manejo del dolor lumbar de la American Physical Therapy Association (23), se encuentran diferentes recomendaciones sobre diagnóstico e intervenciones a utilizar en función de la evidencia que presentan. En primer lugar, esta guía indica que todos los fisioterapeutas deberían realizar un primer screening en la anamnesis de los pacientes para descartar posibles patologías graves, las "red flags" (385) (banderas rojas) ya mencionadas anteriormente, y cuya definición sería:

"signos y síntomas que nos alertan de una posible o probable presencia de problemas médicos graves, que pueden causar incapacidad irreversible o incluso la muerte si no se abordan adecuadamente".

Las que más aparecen en la literatura son las siguientes: pérdida inexplicable de peso, historia previa de cáncer, dolor nocturno, ser mayor de 50 años de edad, trauma violento, fiebre, anestesia en silla de montar, dificultad con la micronutrición, abuso de medicación intravenosa (drogadictos), déficit neurológico generalizado y/o progresivo y estar tomando esteroides sistémicos. El hecho de encontrar un síntoma que nos haga estar alerta no dice nada, sino que es la combinación de varios de ellos lo que debe llamar la atención, en cuyo caso se debe derivar para su investigación.

En caso de no encontrar nada de lo mencionado anteriormente, ni situaciones que necesiten una valoración médica más en profundidad como la presencia de una estenosis de canal medular, espondilolistesis, inestabilidad lumbar etc...la persona es candidata a realizar tratamiento fisioterápico, siempre teniendo en cuenta como ya se cito en un apartado anterior, los aspectos psicosociales, las yellow flags (386) (banderas amarillas), barreras a la recuperación del paciente que pueden llevar a su cronificación y definidas como:

“factores que aumentan el riesgo de desarrollar o perpetuar la incapacidad a largo plazo y pérdida del trabajo asociados con el dolor lumbar”.

Esta guía de la American Physical Therapy Association (23), destaca que diferentes estudios confirman la idea de que la intervención temprana de la fisioterapia, disminuye significativamente la incidencia de padecer dolor lumbar crónico. El mismo autor de esta guía (Delitto, A.) propone además una clasificación de la lumbalgia, modificada por Fritz, JM. (387) en función de subgrupos de pacientes que pueden responder a un determinado tratamiento como es el Tratamiento Basado en la Clasificación (Treatment Based Classification). Este sistema propone utilizar información de nuestra anamnesis y exploración física para clasificar a los pacientes que pueden responder positivamente a: la manipulación, el ejercicio específico, la estabilización y la tracción. Además también se consideran aspectos cognitivo-afectivos y dolor generalizado asociado a alteraciones de la función sensorial. Este sistema podría servirnos de ayuda a la hora de abordar a las personas con dolor lumbar, aunque no puede sustituir al razonamiento del fisioterapeuta ya que está basado en un valor pronóstico en base a un conjunto de síntomas y/o características de los pacientes.

Evidencia científica de la terapia manual en el tratamiento de la lumbalgia

Con respecto a las diferentes intervenciones que se utilizan en el abordaje del dolor lumbar realizar, encontramos que una revisión sistemática publicada en el

año 2003 (388), ya indicaba que la realización de manipulaciones² vertebrales era una recomendación común entre los profesionales de la salud en el manejo de la lumbalgia por su efectividad, aunque no existían pruebas de que fueran significativamente superiores a otros tratamientos estándar para pacientes con dolor lumbar agudo o crónico. Ahora bien, en otras investigaciones más recientes (199,389), ya se demuestra que estas técnicas son efectivas y seguras para el paciente en el tratamiento de la lumbalgia; incluso en ellas se habla de una mejora de la aptitud física y la restauración de la funcionalidad, además de ser un factor protector de la lesión en la zona lumbar, si se realiza un enfoque multimodal combinando manipulaciones, fortalecimiento isométrico, reeducación neuromuscular y descompresión lumbar. También en el trabajo de Fryer y cols. (390), se estudió el amplio uso de las manipulaciones para el tratamiento tanto de la columna como de la ASI, aunque los estudios que se analizaban resultaron bastante heterogéneos debido a la diversidad de enfoques que utilizó cada profesional, por lo que no se pudieron sacar conclusiones relevantes.

Por último, la American Physical Therapy Association (23) indica que las manipulaciones articulares, denominadas con "thrust", son efectivas para reducir el dolor lumbar que puede incluso llegar a nalga y muslo por cara posterior y la discapacidad, en pacientes con déficits de movilidad y lumbalgia aguda (nivel de evidencia A, strong evidence). Además, las movilizaciones vertebrales están indicadas para mejorar la movilidad de la columna y cadera, así como para reducir el dolor (en zona lumbar y extremidades inferiores) y consecuentemente reducir la discapacidad de los pacientes subagudos y crónicos (nivel de evidencia A).

Los ejercicios de coordinación y estabilización también están recomendados, ya que se ha comprobado que fortalecen la musculatura al aumentar la resistencia a la fatiga, disminuyendo el dolor tanto en su fase aguda, como subaguda y crónica, además de disminuir la discapacidad. Este tipo de ejercicios podrían ser incluidos en el tratamiento de pacientes a los que se les ha realizado una microdiscectomía, ya que mejoran los mecanismos centrales de modulación del dolor (nivel de

² Se hablará de **manipulaciones** en caso de ser técnicas de alta velocidad y corta amplitud y de **movilizaciones** cuando son suaves y rítmicas.

evidencia A). También se debe considerar la utilización de movimientos o ejercicios repetitivos (que serían de intensidad moderada a alta para pacientes crónicos y de baja intensidad para aquellos con dolor lumbar agudo generalizado), para reducir los síntomas en pacientes con dolor agudo subagudo, o dolor lumbar crónico y con déficits de movilidad (nivel de evidencia A). Se pueden considerar ejercicios de flexión, combinado con otras intervenciones como la terapia manual, ejercicios de fortalecimiento, movilización neurodinámica, y salir a caminar de forma progresiva, para reducir el dolor y la discapacidad en pacientes de edad avanzada con dolor lumbar subagudo y crónico (nivel de evidencia C, weak evidence). Por otro lado, existen pruebas contradictorias sobre la eficacia de la tracción lumbar intermitente, por lo que no puede aconsejarse su utilización (nivel de evidencia D, conflicting evidence).

Evidencia científica de la terapia manual en el tratamiento de lesiones discales

La hernia o protusión discal son una de las causas más comunes de padecer dolor radicular y lumbar (391). Para el tratamiento de este tipo de lesiones se han utilizado y se sigue haciendo, diferentes abordajes conservadores, como la masoterapia (392), cuya eficacia en el alivio del dolor, la mejora de la función y el movimiento en pacientes con este tipo de lesiones esta evidenciada. También existen evidencias de la eficacia de las técnicas de estiramiento muscular (393), así como de la electroestimulación (394) e incluso de la diatermia (395), lo que parece indicar la importancia de este tipo de intervenciones en las lesiones discales. Iwamoto y cols. (396), realizaron un estudio comparativo en atletas que tenían hernia discal, y analizaban el retorno a la actividad física tras ser sometido un grupo de ellos a tratamiento conservador, y otro a una intervención quirúrgica. En el resultado se encontró que no existían diferencias significativas entre ambos grupos tras la vuelta a su disciplina deportiva, por lo que proponían el tratamiento conservador como primera elección de tratamiento.

En la revisión sistemática de Hahne y cols., también se analiza el manejo conservador de la hernia discal (397). En ella podemos comprobar como la Health Council of The Netherlands o la North American Spine Society (NASS), apoyan el

uso de intervenciones de tipo conservador como primer enfoque de las lesiones discales en ausencia de cauda equina. Las intervenciones analizadas en dicha revisión son las siguientes: asesoramiento y consejos preventivos, tracción, manipulaciones, ejercicios de estabilización, terapia manual (masaje, movilizaciones articulares...), láser, ultrasonidos e incluso uso de corsés. Los resultados de la aplicación de todas ellas se compararon principalmente con la cirugía, inyecciones y manipulaciones simuladas. Los hallazgos sugieren que la realización de ejercicios y las manipulaciones tienen efectos positivos en estos pacientes (aunque la evidencia es moderada), mientras que se debe tener cuidado con la tracción vertebral, como se ha comentado para los pacientes con lumbalgia, por los efectos adversos que se observaron tras su aplicación. En el resto de intervenciones, la evidencia de la eficacia es similar, ya que no se encuentran diferencias significativas entre ellas.

En el año 2010, Bronfort y cols. (398) publican un informe sobre la eficacia de la terapia manual en Inglaterra, basándose en 49 estudios de revisión sistemática, 16 estudios de guías clínicas basadas en la evidencia y 46 ensayos clínicos aleatorios. En este informe se recoge expresamente que existen evidencias de la eficacia de la terapia manipulativa en el dolor lumbar con afectación aguda, subaguda y crónica.

También Li y cols (399), publicaron una revisión sistemática donde se analizó bajo criterios muy estrictos 832 artículos científicos que investigaron sobre las manipulaciones vertebrales en el tratamiento de la hernia discal lumbar, de los cuales únicamente 8 cumplían los citados criterios. Estos 8 estudios aportaron una muestra total de 911 pacientes comparables. Las conclusiones de esta investigación demuestran que el tratamiento mediante manipulación vertebral lumbar, en los pacientes afectados de hernia discal, es seguro, eficaz, y que tanto la tasa de curación como la tasa de eficacia es mayor que otras terapias en las que no se incluye la manipulación vertebral (medicación, tracción, acupuntura, microondas y otras terapias).

En otro estudio realizado por McMorland y cols. (400), se analizó la eficacia clínica de las técnicas de manipulación vertebral lumbar frente a la microdiscectomía.

Esta investigación reveló que el 60% de los pacientes en los que otras terapias habían sido ineficaces (medicación, modificaciones del estilo de vida, masajes y acupuntura) el tratamiento con manipulaciones vertebrales obtuvo los mismos beneficios que la cirugía, por lo que los autores afirman que en los pacientes con estas características clínicas estaría recomendado la combinación de estas dos terapias (manipulación y microdiscectomía).

A pesar de que numerosos autores coinciden en señalar que estas técnicas se muestran efectivas y seguras para los pacientes, debemos interpretar con cuidado el resultado de las investigaciones, como indica la NASS, en su guía para el diagnóstico y tratamiento de la hernia discal lumbar (401), ya que la evidencia que existe es limitada, por lo que se necesita la aportación de más estudios y trabajos de calidad para el manejo de los pacientes con dolor lumbar y hernia o protusión discal.

Hasta ahora se ha visto qué es lo que funciona para el tratamiento del dolor lumbar, incluso si la persona padece una hernia o protusión. La pregunta sigue siendo el por qué las técnicas descritas son eficaces en ocasiones, cuando en otros momentos fracasan, como se observa en la práctica clínica diaria. A día de hoy se defiende todavía la idea de que el 85-90% de los casos de dolor lumbar se desconoce, considerándose como inespecífico (402). Sin embargo, como ya se ha descrito en el apartado de anatomía, la tensión y/o el espasmo muscular, las articulaciones facetarias, los ligamentos, la sacroilíaca y el disco intervertebral, se encuentran como posibles generadores específicos de dolor lumbar. Además, este dolor puede verse influenciado por factores psicológicos y sociales (386) (yellow flags), como el estrés, la depresión o sensaciones aversivas en relación al dolor, tanto en la percepción como en el modo en que lo afrontamos, así como las condiciones desfavorables en el trabajo o la situación económica y/o familiar, también pueden influir negativamente en la lumbalgia (403).

Como indica la International Association for the Study of Pain (404), una precisa evaluación diagnóstica es necesaria para indicar un tratamiento adecuado, de lo

contrario se corre el riesgo de no profundizar en la lesión de la persona y realizar un abordaje terapéutico dirigido a controlar el síntoma (sobretudo el dolor) en lugar de corregir los mecanismos generadores de la lesión (391). Se debe tener en cuenta la identificación de la disfunción física relevante como fuente del dolor (sin olvidar los aspectos sociales y psicológicos), por ser un problema candidato a ser tratado mediante fisioterapia. El tratamiento debe dirigirse específicamente a estos mecanismos, evitando el error de hacer el diagnóstico de "dolor lumbar inespecífico", lo que puede contribuir a realizar un tratamiento inadecuado en una afectación tan compleja como la que nos ocupa. Realizar un diagnóstico multidisciplinario y un tratamiento multimodal podría evitar además, la recurrencia y/o la cronificación de la lesión (405).

El objetivo de la terapia manual es el de reducir el dolor, así como mejorar el movimiento y la función. Los fisioterapeutas con formación en terapia manual usan una gama de enfoques de tratamiento que incluyen técnicas pasivas y activas, así como habilidades de comunicación, cuyos mecanismos de acción van desde los biomecánicos hasta neurofisiológicos (406). Como se ha comentado anteriormente, ante un problema multidimensional como es el dolor lumbar, el enfoque integrador mediante técnicas manuales, que incluya el abordaje de las diferentes estructuras que pueden provocar lumbalgia, podría ayudar a los fisioterapeutas a comprender mejor esta lesión y de esta manera tratar adecuadamente a los pacientes con dolor lumbar.

Sabemos, que cuando se aplica una fuerza externa sobre el tronco, el soporte y la transmisión de la carga se producen gracias a la estabilidad que viene dada por las diferentes estructuras anatómicas (198). Se conoce que el dolor provocado por malas posturas sostenidas, hace que los músculos estabilizadores locales se inhiban y dejen de trabajar, perdiéndose el control en los micromovimientos de translación entre las vértebras, lo cual irrita el DIV y las terminaciones nerviosas alrededor de las articulaciones entre ambos segmentos vertebrales (407). Una parte fundamental en el mantenimiento de esta estabilidad es la musculatura, tanto lumbar como de la faja abdominal (186,189,190,195). Una de las técnicas más utilizadas y extendidas para el abordaje de la musculatura, es la de los trigger

points o puntos gatillo miofasciales (PGM) mediante su compresión o incluso punción seca. Los PGM son nódulos palpables de fibras musculares extrafusales hipercontractadas localizadas dentro de bandas tensas de músculos esqueléticos (408), hipersensibles a la presión produciendo un dolor local y otro referido diferente, que normalmente reproduce los síntomas del dolor del paciente. Los PGM son altamente prevalentes, con tasas que oscilan entre el 21% y el 90% dependiendo de la población de pacientes examinada (409). La eficacia del tratamiento de la lumbalgia mediante PGM, así como de otras afectaciones, está sobradamente demostrada (409-411).

Otras estructuras que intervienen en la estabilidad, son las articulaciones facetarias junto con sus ligamentos, parte de lo que se ha denominado como la "unidad vertebral funcional" (221). La gran cantidad de terminaciones nerviosas libres y encapsuladas que se encuentran tanto en la membrana sinovial, como en el cartílago, en el hueso o en la cápsula fibrosa, pueden activar en determinadas situaciones aferentes nociceptivos que también son moduladas por fibras eferentes simpáticas dando lugar a dolor (391). Esto hace que la flexibilización de estas estructuras, disminuyendo su rigidez y ganando recorrido articular mediante maniobras de alta velocidad, así como de movilizaciones suaves y rítmicas, disminuya la irritación de las terminaciones nerviosas y así la nocicepción, mostrándose muy efectivas en el tratamiento del dolor lumbar como se indica en diferentes revisiones y guías de práctica clínica (23,397,401).

La ASI también está íntimamente relacionada con el dolor lumbar, tal y como se ha puesto de manifiesto en un apartado anterior. Igualmente en el estudio de Patel y cols. (412) se observó esta relación, ya que demostraron que el dolor de la ASI disminuyó satisfactoriamente mediante la neurotomía del ramo L5 dorsal primario y ramas laterales del ramo dorsal sacral de S1 a S3. Se cree que la propia tensión de la cápsula de la articulación, la hiper o hipomovilidad que altera la biomecánica de la articulación generando la "disfunción sacroilíaca" podrían causar inflamación y por lo tanto dolor en la región (391). Se debería introducir el examen físico, de esta articulación examinando su movimiento, además de realizar diferentes tests de provocación de dolor en pacientes con lumbalgia, para

determinar si también estaría implicada en la lesión (413). Para el tratamiento de la ASI, la terapia manual realizando manipulaciones con movilización directa, ha resultado efectiva ya que restablecer su "disfunción" supone reducir la inflamación y gracias a esto el dolor por la irritación de esas ramas primarias, lo que reestablecerá su funcionalidad (414).

Otra disfunción física tratable desde la fisioterapia que puede ser causante de dolor lumbar es la hernia o protusión discal. Este dolor puede ser generado por el mismo disco, el denominado dolor discogénico o bien por la irritación de la raíz nerviosa, produciendo dolor radicular (dolor irradiado a lo largo de la raíz nerviosa sin deterioro neurológico) y/o radiculopatía (dolor a lo largo de la raíz nerviosa acompañado de lesión neurológica) (391). En este punto, es importante subrayar que a pesar de lo que se piensa, no es posible hacer una distinción entre los patrones de dolor radicular de L4, L5 y S1 a no ser que exista radiculopatía, donde la distribución del dolor por el dermatoma, indicará el segmento de origen de la lesión (415).

Existe numerosa bibliografía que informa de casos de desaparición o regresión espontánea de hernias discales sin que se realice un tratamiento quirúrgico (416-424), aunque el mecanismo por el cual se produce es lo que sigue aún en discusión. Las teorías que se barajan van desde la retracción mecánica, la deshidratación gradual y contracción discal, hasta la degradación enzimática del material extruído. Anteriormente se pensaba que coincidiendo con los procesos degenerativos discales, existía una angiogénesis y una proliferación de vasos linfáticos en la periferia del anillo fibroso discal y en la placa terminal (425). Ahora se sabe que más que la propia degeneración, lo que parece que influye realmente en esta aparición de nuevos vasos es la presencia de lesiones discales (227,240), sobre todo en aquellas donde existen cicatrices, fisuras o incluso grandes extrusiones de material discal. Además, cuanto más joven es la persona que padece la lesión, estos vasos entran más profundamente al interior del disco, quedando hacia la periferia en personas de edad avanzada. Se ha probado en experimentos con animales (426), que tras perturbaciones de la mecánica normal del disco intervertebral, se observa su remodelación (cicatrización) como

respuesta a estos defectos del anillo fibroso. Estos resultados deberían ser tenidos en cuenta debido a la similitud entre los discos de los animales incluidos en los ensayos y el disco humano (427). Todo esto parece suceder gracias al aumento en la producción de quimiocinas, en particular CXCL10, y factores de crecimiento (233,234,428,429), que podrían estar implicados en el mantenimiento de la homeostasis del anillo fibroso, y en el intento de reparación de lesiones anulares, por el reclutamiento de células discales y la reacción de éstas con el tejido neural de la zona lesionada. Este suceso podría tener importantes implicaciones biológicas, ya que presupone la existencia de un proceso de cicatrización espontáneo en el DIV. Por todo lo comentado, parece justificada la elección de un tratamiento no quirúrgico para la mayoría de los pacientes que sufran una hernia o protrusión discal, como ya indican diferentes autores (350,376,416).

Existen técnicas que se practican para la corrección directa discal, estas son principalmente maniobras que derivan de la osteopatía, pero se necesita la aportación de estudios y trabajos de calidad para recomendarlas por la falta de evidencia. Algunas de estas manipulaciones están detalladamente explicadas en el libro de F.Ricard "*Tratamiento Osteopático de las Lumbalgias y Lumbociáticas por Hernias Discales*" (430). En primer lugar encontramos la denominada técnica indirecta en **lumbar-roll** (Fig. 36): para la ejecución de esta técnica el paciente se coloca en decúbito lateral sobre el lado sano y con la pierna de ese lado en flexión, por ejemplo en una hernia derecha, estaría tumbado sobre el lado izquierdo. Después se utilizan lo que llaman brazos de palanca para fijar a la persona según el nivel a manipular, realizando una ligera flexión y una rotación homolateral o contralateral en función de si la hernia es externa o interna, esto es lo que guiará la dirección de la manipulación en rotación o en lateroflexión según la carilla articular. En último lugar se realiza el *thrust*, aumentando la tensión en el sentido de la barrera. Según el autor, esta técnica puede realizarse tanto en decúbito como en sedestación.



Fig. 36 Técnica de manipulación de alta velocidad de lumbar-roll.

La siguiente técnica es la de **flexión-distracción** (Fig. 37): se debe al osteópata M. Manis, aunque posteriormente otros autores como A. Stoddard o J. Cox la utilizan realizando pequeñas variantes. El uso de una camilla especial que dispone de diferentes secciones con un sistema de tracción y movimiento en flexión y extensión, es el principal requisito para la realización de esta maniobra. Se coloca al paciente en decúbito prono, para posteriormente realizar una tracción sobre el segmento lumbar que se quiera trabajar. Tras esto, se realiza una flexión de las extremidades inferiores (que normalmente se fijan con una cincha) hasta notar tirantez muscular, pudiendo también añadir o no lateroflexión. Después, el terapeuta con el talón de su mano induce un bombeo manual hacia el suelo y la cabeza del paciente, mientras la camilla realiza el bombeo en flexo-extensión.



Fig. 37 Técnica de flexión-distracción.

Sin embargo, ambas técnicas presentan varios problemas. En primer lugar inciden sobre facetas articulares, ligamentos y músculos como el multífido, lo que supone provocará efectos en el disco, aunque no se encuentra evidencia de este hecho. Después, se conoce sobradamente los problemas que genera sobre el disco la rotación vertebral. Ya en 1970 Farfan y cols. publicaron un artículo al respecto (431), y estudios recientes corroboran la idea de que la excesiva rotación del

tronco en la colocación del paciente para la ejecución de estas maniobras, aumentan la presión discal pudiendo empeorar la lesión (432,433). También durante las posiciones de flexión y lateroflexión, hay un aumento de esta presión intradiscal, Schultz indica que durante estas dos posiciones las presiones que soporta el disco son máximas (267 kg/cm² en flexión y 268 kg/cm² en lateroflexión), por lo que deberían evitarse si existiera una lesión discal (434). Otro problema que aparece es el de la tracción vertebral que se realiza en la técnica de flexión-distracción, que como se ha comentado anteriormente, según la American Physical Therapy Association (23), las pruebas que existen sobre la eficacia de dicha técnica son contradictorias, por lo que no puede aconsejarse su utilización (nivel de evidencia D, conflicting evidence).

Estos problemas relacionados con las técnicas anteriores son corregidos por una técnica de manipulación de alta velocidad denominada **maniobra de "absorción"**, que se está utilizando para la corrección discal, cuando aparece una hernia o protrusión lateralizada. En primer lugar por la posición en la que se realiza dicha maniobra, al ser en extensión tanto de la pelvis como de la columna lumbar del paciente, consigue que la hernia o protrusión encuentre una limitación en su desplazamiento hacia la zona posterior, de lo contrario se puede agravar la lesión (187,209,435). Esto a su vez, hace que la tenseguridad del segmento lumbar presente una rigidez absoluta debido a los elementos óseos, lo que facilita que al realizar la maniobra, sólo se actúe sobre los elementos flexibles (263,275,435-442), o sea, sobre el disco directamente. Esto permite que no haya una carga aplicada sobre el anillo fibroso pudiendo generar futuras secuelas, haciéndola más segura para aquellas personas que puedan beneficiarse de este tratamiento. La teoría de los supuestos efectos positivos de esta técnica sobre los pacientes, se basa en que la realización de la maniobra provocará una regularización de la presión intradiscal, eliminando la tensión existente en la zona lesionada. Cuando en esta estructura, conocida como "unidad espinal funcional de la espalda" (223), normalmente en equilibrio, se añade la masa de la hernia o protrusión discal, existe un aumento de presión que a su vez se ve incrementada por la reacción de los tejidos a ésta (443). En dicha situación, la "compliance" (444) (que se define como la aptitud de una cavidad u órgano de cambiar de volumen bajo la influencia

de una variación de presión, para posteriormente recuperar su forma inicial) del disco se ve superada, por lo que se necesita una acción externa a este nivel con el fin de conseguir un desplazamiento del segmento herniado hacia su posición habitual. Esta maniobra supuestamente restablecerá la "compliance", además de facilitar el correcto "movimiento acoplado de la columna" (112), lo que sumado al estímulo sobre el sistema nervioso autónomo (SNA) podría estimular los procesos de regeneración (313).

Según determinados autores el estímulo primario de las células en el tejido es la elongación (445,446). Algunos estudios sobre la presión hidrostática cíclica y de compresión sobre el disco (295) indican que se requieren niveles relativamente altos de presión o deformación (siempre dentro de los límites fisiológicos) para inducir una respuesta estimuladora de los TIMs, por lo que debido a sus parámetros en la dirección y compresión de su ejecución, la maniobra de "absorción" podría tener un efecto positivo en la activación de los mecanismos de cicatrización discales.

Por todo lo comentado anteriormente, la maniobra de absorción podría estar indicada en la regularización de la alteración discal (protrusión o hernia, que produce una apertura del lado lesionado del disco y cierre del lado contralateral, alterando la estabilidad de la columna). Con ella, corregiríamos la inclinación que se añade en otro plano a la lordosis fisiológica que se produce como consecuencia de la asimetría del ángulo de la faceta articular (lo que puede provocar una rectificación de la columna), y que se relaciona con un mayor desequilibrio muscular (262). La corrección ayudaría a que se podría soportar mejor y durante más tiempo la carga física (447), evitando así el dolor por sobrecarga en las facetas o las diferentes estructuras ligamentosas, pudiéndose retardar la aparición de la degeneración (217), así como reducir el posible efecto compresivo de la protrusión o de la hernia discal sobre la raíz. La ventaja de esta maniobra frente a las otras existentes es en primer lugar, que la posición de ejecución por ser en extensión, evitaría aumentar la presión intradiscal, lo que la hace más segura, y además al actuar directamente sobre el disco y no sobre la faceta, el efecto sobre

él podría ser mayor, pudiendo retrasar la degeneración y por consiguiente, la cronificación de la lesión.

El dolor lumbar siempre debe tratarse como una enfermedad compleja, donde es obligatorio un diagnóstico preciso de los posibles generadores del dolor antes de iniciar cualquier tratamiento. Actualmente todos los profesionales destacan la importancia de un enfoque multimodal y multidisciplinario para así determinar una estrategia e intentar resolver el problema. No solo se debe dar importancia al dolor, interviniendo en las estructuras capaces de generar lumbalgia o que puedan estar implicadas en la misma, sino también al movimiento. Se debe aconsejar e incentivar que las personas realicen actividad física proponiendo programas de ejercicio específico para esta lesión, adaptándolo a las necesidades de cada paciente y que pierdan el miedo tanto al dolor como al movimiento.

En el caso de padecer una hernia o protusión discal, se debería realizar un análisis de los datos sobre los pacientes que son intervenidos quirúrgicamente, frente a los que realizan un tratamiento conservador, y el tipo de discopatía que presentan (14,225,448), lo que sería de gran utilidad para definir los abordajes más apropiados para estas lesiones. Esto facilitaría una elección correcta a la hora de diferenciar aquellos pacientes que, bien por el tipo de lesión que padecen o por la gravedad de los síntomas que presentan, se beneficiarán de un tratamiento quirúrgico o bien, de uno conservador.

En estudios donde comparan el tratamiento quirúrgico frente al conservador en hernias discales, se encuentran evidencias de que la cirugía presenta resultados estadísticamente similares al tratamiento conservador después de transcurridos uno o dos años (362,363,449). Incluso, se ha realizado un seguimiento durante diez años de pacientes intervenidos frente a otros, a los que se les realizó un tratamiento conservador, y las diferencias en los resultados no son estadísticamente significativas cuando se comparan estos dos grupos (316,364). Todo lo anterior nos indica que la alternativa del tratamiento conservador en personas que padecen una hernia o protusión lumbar debe ser tomada muy en cuenta, incluso si ha existido una lesión neurológica derivada de la compresión

radicular producida por el disco lesionado, ya es en la zona lumbar donde más favorablemente parecen evolucionar dichas complicaciones (450).

Algo similar a esto que se comenta anteriormente es lo que se recoge en el cuestionario Spine Tango, el primer y único registro internacional en funcionamiento sobre la columna hasta la fecha. En él se incluyen todas las intervenciones quirúrgicas de la columna vertebral, realizando a la vez un análisis sobre el tipo de paciente, lesión que padecen, evolución, y otras variables relevantes, para así poder realizar una elección correcta de la intervención que se podría indicar en función de cada paciente. No existía ningún instrumento de documentación para realizar una comparación con procedimientos de tratamiento conservador, pero ahora, con el nuevo cuestionario conservador Spine Tango (451), se documentan las patologías, tratamientos conservadores y los resultados de los pacientes con problemas tanto de columna lumbar como cervical. Con este cuestionario, se ha dado un primer paso para desarrollar e implementar un sistema complementario para la documentación y evaluación de las intervenciones y los resultados de tratamientos no quirúrgicos en el marco del registro internacional en la columna vertebral, que será de gran ayuda tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud.

3. JUSTIFICACIÓN

La lumbalgia es un problema de salud de alta prevalencia, situándose como uno de los dolores crónicos más frecuentes referidos por la población. El lastre que llega a suponer para las personas que sufren esta afección, tanto desde el punto de vista sanitario por continuas visitas al médico, como económico, por bajas laborales, hace que se le deba prestar un interés especial.

Se conoce la complejidad de las estructuras que conforman y que se relacionan directa o indirectamente con la zona lumbar. Esto hace que para tratar la lumbalgia dispongamos de muchos tratamientos, que van desde el quirúrgico hasta el conservador, aunque la evidencia sobre la eficacia y coste de dichos tratamientos utilizados es muy escasa. Dada la tendencia a la cronicidad y recurrencia de la lumbalgia, sobretodo en personas que padezcan una hernia o protusión lumbar, hace que a pesar de los avances que se realizan en el campo de la cirugía, el alto coste del tratamiento quirúrgico y farmacológico, además de las complicaciones resultantes de estas intervenciones (como posibles irritaciones de estructuras vasculares o neurológicas por el instrumental utilizado, infecciones o alteraciones de la biomecánica, que a su vez causarán más degeneración), motive a desarrollar un abordaje conservador cuando no está claramente indicada la cirugía.

Dentro de la fisioterapia, uno de los pilares básicos es la terapia manual. Las técnicas que utiliza van, desde el masaje hasta la manipulación de alta velocidad, dependiendo de la zona lesionada. Por ejemplo, para el abordaje del músculo se puede utilizar el masaje, la realización de ejercicios, estiramientos e incluso el trabajo de los trigger points o puntos gatillo miofasciales. Para el abordaje de los ligamentos y articulaciones, pueden realizarse manipulaciones suaves y rítmicas que sigan sus movimientos anatómicos, o utilizarse técnicas de alta velocidad y corta amplitud, las denominadas con thrust (380,381,452). También existen maniobras que actúan sobre las estructuras neurológicas como la movilización neurodinámica, como sugieren M.Shacklock o D. Butler (453). Ahora bien, la intención del presente trabajo fue la de centrarse en pacientes que presentaban hernia o protusión discal, una de las causas más comunes de padecer dolor radicular y lumbar (391), y debido a su incidencia en la población (8,17) se

debería profundizar en el estudio del tratamiento conservador en este tipo concreto de lesiones. Para ello se ha propuesto realizar la presente tesis y así analizar una técnica manipulativa, la maniobra denominada de "**absorción**", indicada para pacientes que presentan hernia o protusión discal lateral, junto con un protocolo de tratamiento conservador. Esta maniobra realizada correctamente y con el entrenamiento adecuado, podría reducir al mínimo las complicaciones para los pacientes, a la vez que mejorarían los síntomas derivados de la lesión discal.

Otro aspecto relevante, es el bajo coste del tratamiento manual. Hay referencias (346) que indican que la media de los costes médicos acumulados (incluyendo la cirugía) por cada paciente después de cinco años tras la intervención quirúrgica, se sitúa en torno a los 20.000\$; una cifra elevada a la que no llegan los tratamientos de fisioterapia, a pesar de que se realicen sesiones de control durante un período de tiempo.

Resumiendo, desde el punto de vista terapéutico, realizando una correcta selección de los pacientes que puedan beneficiarse de este tratamiento, así como desde el económico, este ensayo clínico podría tener relevancia y estar justificado, para producir conocimiento sobre la eficacia del tratamiento de la protrusión o hernia discal lumbar.

4. HIPÓTESIS

Incluir la aplicación de la técnica de "absorción" sobre el disco intervertebral lesionado, debido a una protrusión y/o a una hernia discal lumbar dorsolateral dentro de un tratamiento de terapia manual, reduce la sintomatología de los pacientes.

5. OBJETIVO

Objetivo principal:

Observar si la aplicación de la técnica de "absorción" produce una serie de cambios en los pacientes con lumbalgia aguda o subaguda y con hernia o protrusión discal dorsolateral en niveles L4-L5 o L5-S1, evaluando tres aspectos principalmente: el dolor, la movilidad y la discapacidad.

Objetivo secundario:

Contrastar, mediante Resonancia Magnética, si la aplicación de la técnica de "absorción" produce cambios en el disco vertebral sobre el que se realiza, tanto en los signos de la protrusión o hernia discal (disminución de tamaño), así como en la compresión radicular si existiera.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Diseño

Ensayo clínico aleatorio a doble ciego, donde se hace una comparación entre dos grupos de pacientes:

- un grupo control, a los que se les realizará un tratamiento manual para su lesión discal,
- y un grupo de intervención, a los cuales se les realiza el mismo tratamiento que al grupo control y además se añade la maniobra de "absorción".

El doble ciego se consigue gracias a que los participantes del estudio desconocen a quién se le realiza la maniobra y a quién no, y además la persona que realiza las mediciones de resultados no tiene conocimiento del grupo en el que está incluido cada paciente.

6.2. Descripción de la población

El ensayo se realizó sobre personas entre 30 y 55 años de edad que presentaban dolor lumbar y hernia o protusión discal.

6.3. Criterios de inclusión/exclusión

Criterios de inclusión:

- Presentar dolor lumbar en fase aguda o subaguda.
- Presentar hernia o protusión discal lumbar.
- Tener confirmada protrusión o hernia discal, en niveles L4-L5 o L5-S1 dorsolateral, mediante RM.
- Haber sido visto en una consulta de traumatología.
- Presentar episodios de radiculopatía.

Criterios de exclusión:

- Padecer tumores o cáncer.
- Estar en fase aguda con déficit motor en aumento por hernia extruida y/o migrada.
- Presentar aplastamiento o fractura vertebral.
- Tener hernia posterior no lateralizada, ventral o anterior.
- Padecer enfermedades reumáticas, autoinmunes o infecciosas.
- Estar intervenido mediante artrodesis en la columna lumbar.
- Presentar alteraciones congénitas anatómicas de las vértebras lumbares (fusión vertebral, hemivértebras...).
- Sufrir osteoporosis.
- Estar embarazada.
- Presentar patología neurológica grave (tetraplejia, paraplejia...).

6.4. Selección de la muestra

La muestra fue reclutada entre pacientes de Tolosaldea y Donostialdea, seleccionándolos de forma consecutiva conforme van acudiendo al centro (Fisioterapia Ernio) derivados del Hospital Gipuzkoa y de la Clínica Asunción de Tolosa, de las consultas del equipo de traumatología.

Previamente, se facilitó al paciente la "hoja de información al participante" (anexo 13.5.), donde se explicaba detalladamente la naturaleza del estudio, los procedimientos, así como los posibles beneficios y riesgos, además de garantizar la confidencialidad para los pacientes. Además, para participar en el estudio, se requiere la aceptación mediante la firma del consentimiento informado (anexo 13.3.).

6.5. Tamaño muestral

El cálculo del tamaño muestral se realizó al servicio de la hipótesis estadística. Se consideró como variable principal de respuesta el dolor por considerarla como la más relevante, además de ser la más homogénea, ya que tanto la movilidad como

la discapacidad presentan valores muy diferentes entre las personas. Los estudios científicos indican que la media del dolor medido en la EVA en pacientes con esta patología es de 8 puntos, con una desviación estándar de 1,4 (454,455). Teniendo en cuenta que realizar una comparativa entre dos grupos cuyo tratamiento es igual a diferencia de una maniobra cuya eficacia se desconoce, se determinó que la diferencia mínima clínicamente relevante entre los dos grupos de comparación fuera de 1 punto, que es la hipótesis estadística de esta tesis.

Usando la fórmula para el cálculo de tamaño de muestra de comparación de medias, un nivel de significación del 5% y una potencia estadística del 80% y asumiendo igualdad de varianzas, se estimó que eran necesarios 31 pacientes en cada uno de los grupos. El cálculo se realizó con el programa Epidat versión 4.1.

6.6. Grupos

Los sujetos incluidos en la muestra se asignaron a uno de estos dos grupos: grupo intervención y grupo control.

La asignación de pacientes a cada grupo se hizo de forma aleatoria. Para realizar la aleatorización se hizo una tabla con números del 1-62, cada número corresponde a un paciente según su orden de llegada. Este número se multiplicó por el número aleatorio generado por Excel. Este producto da como resultado un número que en función de que sea par o impar, hace que el paciente sea asignado al grupo A (control), o al grupo B (intervención) (tabla en el anexo 13.9.). Este proceso de asignación aleatoria lo realizó una persona ajena al centro en el que iba a realizar la intervención.

6.7. Variables

Se recogieron las siguientes variables: sexo, edad, talla, peso, profesión, baja laboral o no, hábito tabáquico, práctica de actividad física y tipo de lesión discal. Para considerar que los integrantes del estudio realizaban o no actividad física, se siguieron las indicaciones de la OMS (456). Según sus recomendaciones, las

personas adultas de entre 18 y 64 años deberían acumular un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada, o bien 75 minutos semanales de actividad física aeróbica vigorosa (o la combinación equivalente de ambas). Asimismo, sería conveniente un mínimo de dos o tres veces semanales de práctica de actividades que fortalezcan el aparato locomotor. Para recoger estos datos se utilizó el cuestionario gpaq validado al castellano (457), si los participantes igualaban o superaban las recomendaciones de la OMS, se consideró que sí realizan actividad física y en caso contrario, que no la realizaban.

Además se utilizaron instrumentos de medición como la EVA (458) (anexo 13.6.) para medir el dolor, así como las escalas de Roland Morris (459,460) (anexo 13.7.) y el índice de Oswestry (461,462) (anexo 13.8.) para medir la discapacidad. Estas son herramientas útiles para identificar el estado basal de un paciente en relación al dolor, la función y la discapacidad y comprobar el posible cambio en el estado del paciente durante el curso o al final del tratamiento (23). Estos cuestionarios están validados a su versión al castellano, así como se ha demostrado que son instrumentos fiables con un coeficiente de correlación intraclase de 0.874 en el caso del Roland Morris (459), y de 0.920 en la última versión del Oswestry (462). Dichos cuestionarios fueron administrados mediante entrevista al paciente por un entrevistador ajeno a los investigadores, para conservar el cegamiento.

Se realizó, además, un examen físico para evaluar la movilidad, que consistió en medir la flexión vertebral lumbar, para lo cual se utilizó el test dedos suelo "*Fingertip-to-floor test*" (FFT), test validado por Perret y Poiraudau en 2001 (463) y cuyo coeficiente de correlación de Spearman para la flexión del tronco evaluado por la prueba y la medida radiológica fue excelente ($r_s = -0,96$), así como la fiabilidad intra e interobservador (ICC = 0,99) (463). Debido a que la prueba tiene una validez, fiabilidad y capacidad de respuesta excelentes, puede utilizarse en la práctica clínica y en ensayos terapéuticos, realizando la medición mediante una cintra métrica (fig.38). El paciente debe colocarse de pie cómodamente con los pies ligeramente separados y se le pide que se doble hacia adelante. La instrucción es: "Sin doblar las rodillas, intenta tocar el suelo con la punta de los dedos tan lejos como puedas". La distancia entre el tercer dedo derecho de los

pacientes y el suelo se mide en centímetros. La prueba se realiza 3 veces tomándose como medida válida la mejor de todas. Todas las mediciones se realizaron de la misma manera y por la misma persona para evitar sesgos.

También se utilizó la flexión lateral lumbar izquierda (FLI) y derecha (FLD) (Fig. 39). Esta medida está dentro de las recomendadas por el grupo The Assessment of SpondyloArthritis international Society (ASAS) (464) y el método BASMI (465), siendo la flexión lateral del tronco una de las cuatro modalidades de la movilidad espinal que utiliza. Para esta medición, el paciente se coloca de pie, con los talones y la espalda pegados a la pared, los pies paralelos y separados unos 30 centímetros y los brazos estirados y pegados al cuerpo. En esta posición neutra, el paciente debe realizar una flexión lateral máxima, y se anota en centímetros la distancia al suelo. Es importante mantener la posición correcta; se evitará que el paciente despegue la espalda de la pared o doble las rodillas mientras realiza la flexión lateral.



Fig. 38 Test de medición "Fingertip-to-floor test".



Fig. 39 Test de medición flexión lateral.

Para observar si la articulación sacroilíaca presenta disfunción o no, utilizamos el test de Gillet, el Yeoman's Test, el test de Fader, el thigh thrust test, el test de Gaenslen y el test de compresión (desarrollados en el apartado 6.8. Descripción de la intervención-tratamiento) (466-470), cuya validez diagnóstica está recogida en una revisión de la Cochrane (471). En el presente trabajo se consideró como positiva la disfunción de la ASI siempre que 4 o más tests fueron positivos.

Además se recogió información de las pruebas complementarias diagnósticas realizadas antes de la inclusión en el ensayo que aportaban los sujetos. Las RM fueron realizadas en el mismo centro y con el mismo aparato, revisada por los radiólogos de la Clínica Asunción de Tolosa, que describían de forma independiente y después de manera consensuada el tipo de lesión, especialmente si se trata de una protusión o una hernia, y de su localización. Esto se realizó tanto antes de la intervención como después, para determinar si había existido alguna variación con respecto a la lesión discal previa.

Con lo cual las variables recogidas son las siguientes:

- Grupo (control/intervención).
- Sexo (hombre/mujer).
- Edad en años.
- Talla en centímetros.
- Peso en kgr..
- Hábito tabáquico (fumador/no fumador).
- Profesión (estática/dinámica).
- Régimen laboral (autónomo/cuenta ajena).
- Baja laboral (sí/no).
- Actividad física (sí/no).
- Lumbalgia (sí/no).
- Ciatalgia (sí/no).
- Disfunción de la articulación sacroilíaca (sí/no).
- Protusión discal por RM (sí/no).
- Hernia discal por RM (sí/no).
- Localización L4-L5 (sí/no).
- Localización L5-S1 (sí/no).
- Lateralidad izquierda (sí/no).
- Lateralidad derecha (sí/no).
- Dolor en espalda (EVA: escala de 0 a 10).
- Dolor en pierna (EVA: escala de 0 a 10).
- Índice de Oswestry (escala 0-100%).

- Roland Morris (escala 0-24).
- Flexión lumbar (FFT) (en cm.).
- Inclínación lumbar derecha (en cm.).
- Inclínación lumbar izquierda (en cm.).
- Mejoría radiológica (sí/no).

6.8. Descripción de la intervención-tratamiento

La intervención constó de un protocolo de tratamiento que incluye el trabajo de todas las estructuras anatómicas que pueden estar implicadas en el dolor lumbar.

En el manejo de ambos grupos, control e intervención, se realizaron las siguientes maniobras:

- liberación de la ASI en todas las posibilidades de movimiento.

Se realizó por estar directamente relacionada con los niveles vertebrales del estudio. Se comenzó por el diagnóstico utilizando los siguientes tests: primero con el test de Gillet (Fig. 40), mediante el cual se obtuvo una información fiable de una hipomovilidad (especificidad >80%) (472). Se realiza de la siguiente manera: con el paciente en bipedestación y el fisioterapeuta/osteópata colocado por detrás con los dedos en cada EIPS, se le pide al paciente que levante una extremidad inferior con la rodilla en flexión, a la vez que se explora la ASI de ese mismo lado. Si no existe bloqueo de la ASI, el dedo se deslizará ligeramente a inferior con respecto al dedo colocado en la EIPS contraria, por el deslizamiento de un hueso sobre otro. Si por el contrario estuviera bloqueada, el dedo queda a la misma altura que el del otro lado.



Fig. 40 Test de Gillet.

También se realizó el Yeoman's Test (sensibilidad >80%)(Fig.41), donde el paciente se coloca en prono mientras el terapeuta flexiona la rodilla de la persona a 90 grados y mientras se realiza extensión de la misma cadera. La aparición de dolor se considera un signo positivo.



Fig. 41 Yeoman's test.

Después el thigh thrust test (Fig. 42). Se realiza con el paciente en decúbito supino, se hace una flexión de la extremidad contralateral a la posición del terapeuta, y con una mano colocada en el sacro. Al llegar a los 90° se aplica un empuje hacia abajo que indicará si el test es positivo o negativo en función de si provoca dolor o no.



Fig. 42 Thigh thrust test (473).

Seguidamente se realizó el test de Faber (Fig. 43). En este test el paciente se sitúa en decúbito supino con una pierna en extensión fijando la pelvis, mientras

con la extremidad inferior contraria se realiza una flexión, abducción y rotación externa por encima de la pierna que está en extensión. Si provoca dolor, el test es positivo.



Fig. 43 Test de Faber (imagen tomada de si-bone.com).

También se realizó el test de Gaenslen (Fig. 44). Se hace con el paciente en decúbito supino, y se realiza una flexión de una extremidad inferior acercándola al pecho y la contraria en extensión a la vez que se la empuja en dirección al suelo por fuera de la camilla. Si aparece dolor, el test es positivo.



Fig. 44 Test de Gaenslen (imagen tomada de si-bone.com).

Por último, se hizo el test de compresión (Fig. 45). Este test se realiza con el paciente en decúbito lateral, con piernas en semiflexión y un cojín entre ambas piernas, se realiza una compresión sobre el ilíaco, que provocará un choque de la ASI. La aparición de dolor indica un resultado positivo en el test.



Fig. 45 Test de compresión (imagen tomada de si-bone.com).

Una vez confirmado el diagnóstico, se procedió a realizar la intervención del tratamiento de la ASI. Para tratar de liberar la ASI se realizaron diferentes movilizaciones pasivas (380,414,452,467). Primero, con el paciente en decúbito prono y con una mano del terapeuta encima del sacro aplicando una ligera compresión, se realizaron movimientos del sacro en todas las direcciones, lo que se denomina movilización en “estrella” (Fig. 46).

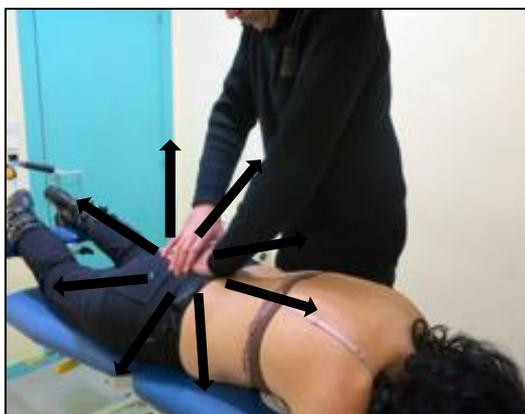


Fig. 46 Movilización en “estrella” del sacro.

La siguiente intervención que se realizó para la ASI, es también con el paciente en decúbito prono; se fijó con una mano el sacro del paciente, a la vez que se utilizó el mecanismo del que dispone la camilla para realizar movimientos laterales, circulares y de flexo-extensión (Fig. 47).



Fig. 47 Diferentes movimientos para liberar la ASI.

Se realizaron también movilizaciones de la ASI, con el paciente en decúbito lateral, la extremidad inferior en extensión y la superior en flexión. En esta posición con una mano en sacro y la otra fijando el tronco del paciente, se hicieron pequeños empujes hacia la zona anterior y posterior, además de superior e inferior, siguiendo la anatomía de la articulación (Fig. 48). En esta misma posición se hizo lo mismo, pero con el ilíaco (Fig. 49).



Fig. 48 Liberación de sacro en decúbito lateral.

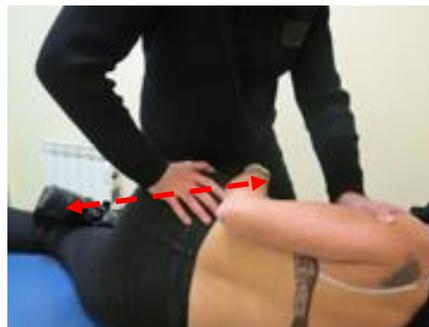


Fig. 49 Liberación de ilíaco en decúbito lateral.

- Flexibilización de la columna vertebral lumbar.

Se realizaron diferentes movilizaciones pasivas (analíticas y funcionales) de todas las articulaciones vertebrales lumbares para su flexibilización, por estar relacionadas con la lesión. De esta manera, se pretendió que todos los elementos que constituyen la "unidad vertebral funcional" (221), mejorasen su funcionalidad (381,474-476).

Estas movilizaciones se realizaron con el paciente en decúbito prono, el pulgar de una mano fijando el segmento vertebral (en la apófisis espinosa), y la otra mano en el soporte que dispone la zona para colocar los pies en la camilla. Se soltó el mecanismo de la parte inferior para poder hacer movimientos laterales a diferentes alturas (Fig. 50 y 51). Esto se hizo tanto de un lado como del otro.

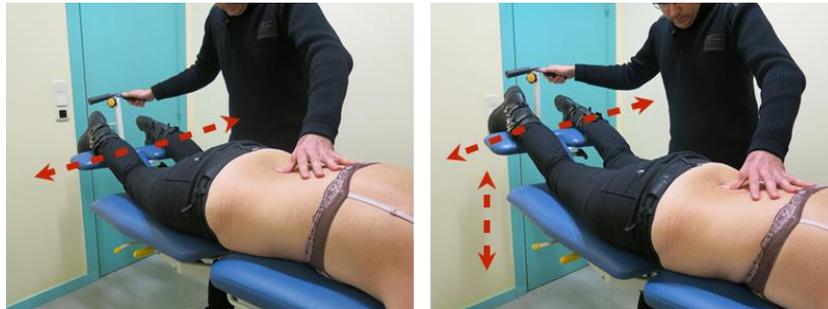


Fig. 50-Fig. 51 Movilización lumbar lateral a diferentes alturas.

También se hicieron movilizaciones en flexo-extensión y circunducciones, pero fijando la vértebra desde sus apófisis trasversas (Fig. 52-53-54-55).

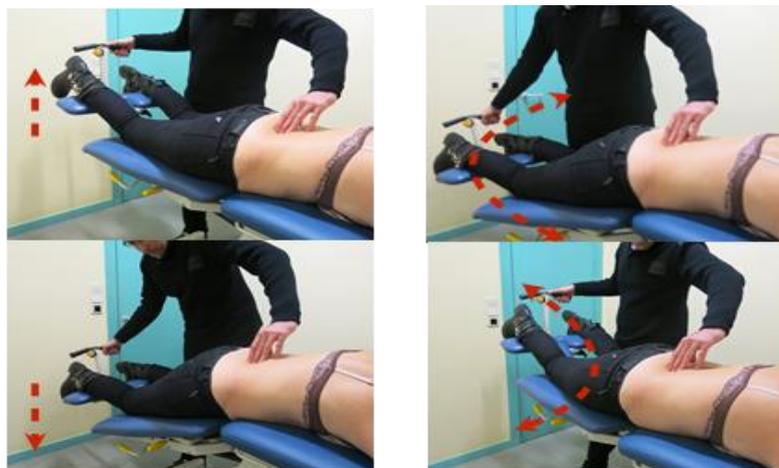


Fig. 52-Fig. 53 Movilización de flexo-extensión.

Fig. 54-Fig. 55 Circunducciones.

- Trabajo de la musculatura mediante presión de los trigger points.

Se realizó la técnica específica de los trigger points o puntos gatillo, realizando la "liberación por presión del PG" evitando la punción seca por ser una técnica invasiva (408,477), y se aplicó al cuadrado lumbar, piriforme y glúteos. Para el primero (Fig. 56-57-58), se colocó al paciente en decúbito prono, presionando los diferentes puntos dolorosos del músculo a la vez que se posicionó en ligera inclinación lateral y extensión de tronco del lado que se estaba tratando. Esto se realizó debido al dolor que habitualmente presenta el paciente y que cede considerablemente al mantener esta posición, lo que permite realizar la técnica sin molestar excesivamente al paciente.

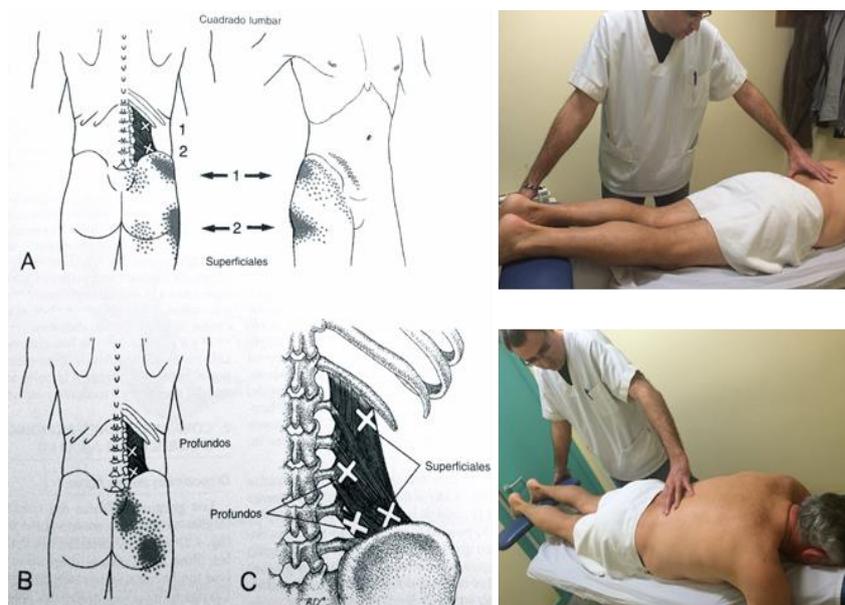


Fig. 56 Representación de los PG del cuadrado lumbar. Fig. 57-Fig. 58 Tratamiento de PG cuadrado lumbar.

Para el piriforme, con el paciente en decúbito prono, se presionó el PG mientras se hace una flexión de rodilla y una abducción de cadera con rotación externa, para aliviar el dolor (Fig. 59-60).



Fig. 59-60 PG de piriforme y su tratamiento.

El tratamiento de los glúteos se realizó con el paciente en decúbito lateral, con la pierna inferior casi en extensión y la superior más flexionada, con un cojín entre ambas. En función del músculo que se estaba trabajando (glúteo mayor Fig. 61, glúteo medio Fig. 62 o glúteo menor Fig. 63) se hizo más o menos flexión y abducción, a la vez que se hacía presión sobre el PG (Fig. 64-65).

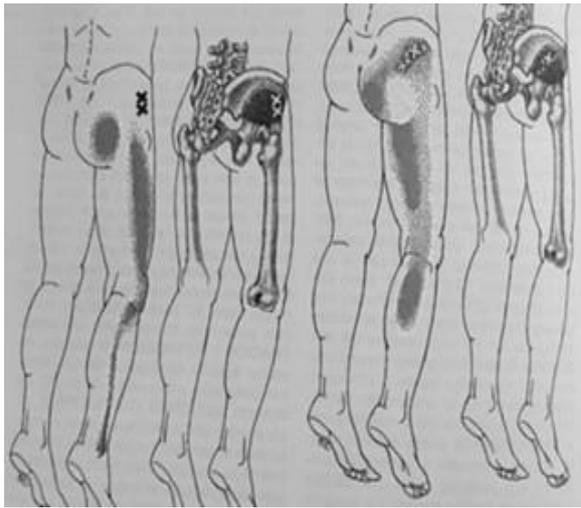


Fig. 62 PG del glúteo menor.

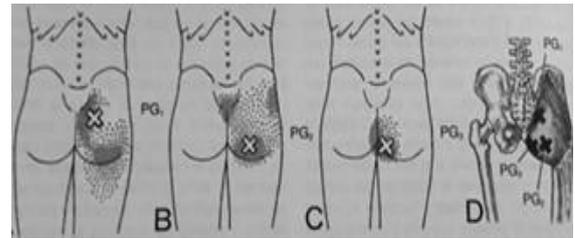


Fig. 61 PG del glúteo mayor.

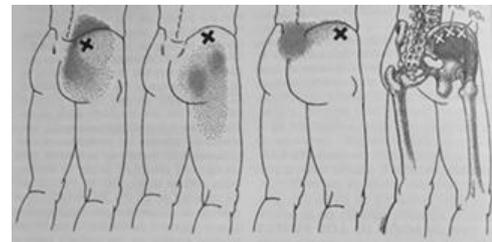


Fig. 63 PG del glúteo medio.



Fig. 64-65 Tratamiento de los PG de los glúteos.

- Manipulación de alta velocidad y baja amplitud (Thrust Technique) en el segmento dorsolumbar.

Según el concepto de tensegridad aplicado a la columna lumbar, tan necesario es manipular la parte distal (la ASI), como la parte proximal, ya que es importante el correcto funcionamiento del movimiento entre la columna lumbar y la dorsal. Por esta razón, la intervención también incluyó la manipulación de la T12. Se realizó una manipulación de alta velocidad (thrust) en el segmento dorsolumbar T12-L1 (478-480). Con el paciente en decúbito supino (Fig. 66) y las rodillas flexionadas con los pies apoyados sobre la camilla, pedimos al paciente una flexión de tronco hasta sentir el movimiento en el segmento a manipular; después le pedimos un empuje hacia el terapeuta, a la vez que éste utilizó su mano como punto fijo haciendo una fuerza contraria a la del paciente y así liberar la articulación mediante un thrust.

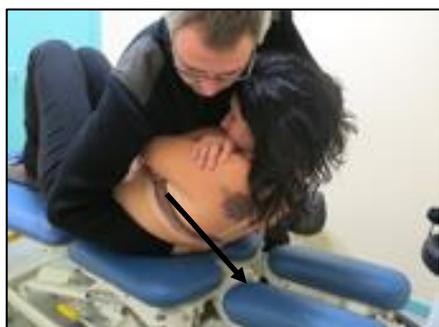


Fig. 66 Manipulación del segmento dorsolumbar.

- Tabla de ejercicios de la musculatura estabilizadora con instrucciones para realizar en el domicilio y aconsejar realizar actividad física de bajo impacto.

Como parte de la intervención, se realizó una tabla con una serie de ejercicios de estabilización de la columna (198,203,370,407,481-483). Con ellos, se pretendió mejorar la fuerza y la activación de los patrones musculares, evitando así las posibles anomalías de los movimientos de la columna vertebral y mejorar el control motor, debidos a las lesiones de los pacientes. También se aconsejó realizar actividad física de bajo impacto sin sobrecarga discal en medida de lo

posible, adecuándose esta actividad a las necesidades de cada paciente. Se adjunta la tabla que se entrega a los pacientes con todos los ejercicios en el anexo 13.11.

El manejo del grupo intervención se realizó aplicando el protocolo explicado, a lo que le añadimos la ejecución de **la maniobra de "absorción"**.

Para realizar la maniobra de absorción, el paciente se coloca en la camilla decúbito prono, y en ligera hiperextensión, dejando como ápex de la curva el nivel vertebral que vamos a tratar, ya sea L4-L5 o L5-S1, como se observa en la Fig. 67.

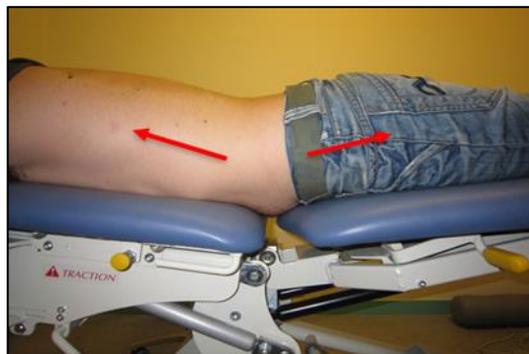


Fig. 67 Posición del paciente en la maniobra de "absorción".

El terapeuta se sitúa del lado homolateral de la hernia o protrusión a tratar (en las Fig. 68-69-70 a la derecha). Mediante el pisiforme (o el pulgar como alternativa) de la mano del terapeuta del lado contrario a la lesión, se realiza una separación intervertebral localizada, abriendo el espacio discal del lado opuesto a la lesión (el izquierdo en las imágenes), generando una hipopresión; mientras, del lado de la lesión al mismo tiempo, se realiza una hiperpresión localizada, en dirección anteromedial, es decir, en dirección opuesta a la protrusión o hernia discal (derecha en las imágenes) que intentará provocar su proceso de cicatrización estimulando el SNA (209,439,440,484-486). El gesto que se realiza es un thrust (manipulación de alta velocidad pero de corta amplitud) en la dirección indicada en el momento de espiración del paciente, para así intentar mantener la musculatura sin contracción.

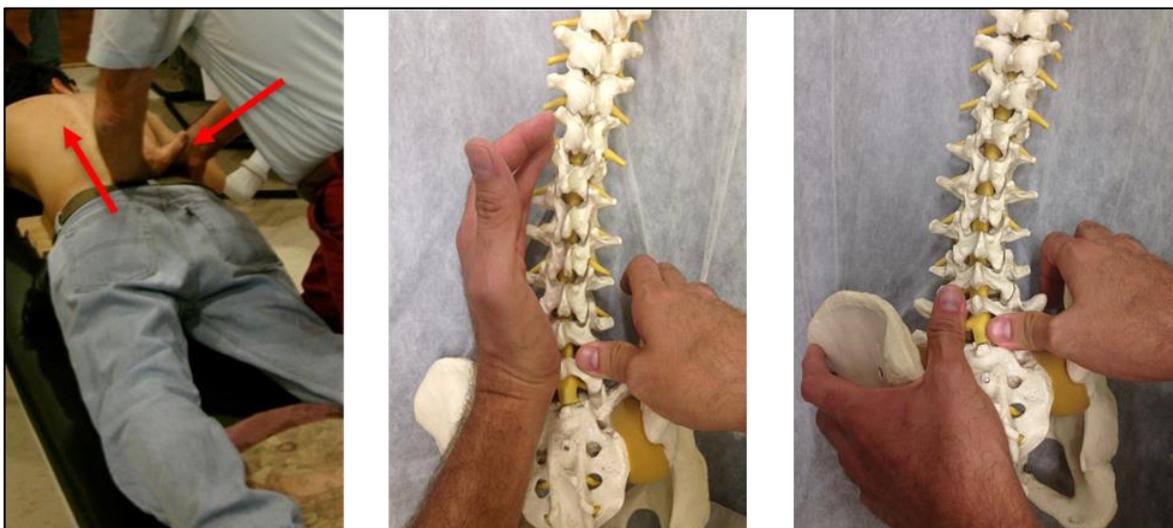


Fig. 68-69-70 Detalle de la maniobra en sujeto y en esqueleto.

En las intervenciones de todos los pacientes se utilizó una camilla especial: la Lojer Manuthera® (Fig. 71-72). Con ella, se pueden realizar diferentes movimientos, tanto de lateralidad como de flexión y extensión, así como ligeras aperturas, gracias a las secciones de las que dispone como muestran las imágenes.



Fig. 71 Movimientos de distracción y superoinferior.



Fig. 72 Movimiento lateral de la camilla.

6.9. Seguimiento de los pacientes.

Una vez que al paciente se le incluye en el estudio, se le realizó la primera visita donde se recogieron: sexo, edad, talla, peso, profesión, baja laboral o no, hábito tabáquico, práctica de actividad física, EVA (espalda y pierna), cuestionario Roland Morris, índice de Oswestry, FFT, FLI, FLD, tipo de lesión discal mediante la RM, disfunción de la ASI y se le realizó la primera intervención del tratamiento.

En cada visita sucesiva, otras cuatro restantes con un intervalo de 7-10 días entre sesiones, se procedió a recoger la EVA (espalda y pierna), el FFT, la FLI, FLD, la disfunción de la ASI y se procedió a realizar el tratamiento. Una semana después de realizar la quinta y última intervención, se recogieron nuevamente todas las variables incluyendo el Roland Morris e índice de Oswestry, además de solicitar una nueva RM (se intentó que no superase el año entre una RM y la otra) donde los radiólogos valoraron si existió una disminución en el tamaño o incluso desaparición de la hernia o protusión discal, que en caso de producirse se interpretó como "mejoría radiológica". Todos estos datos se recopilaron para su valoración y posterior análisis.

Esquema del seguimiento:

1ª VISITA

- Variables: sexo, edad, talla, peso, profesión, baja laboral o no, hábito tabáquico, práctica de actividad física, EVA, cuestionario Roland Morris, índice de Oswestry, FFT, FLI, FLD, tipo de lesión discal mediante la RM y disfunción de la ASI.
- Intervención.

2ª VISITA

- Variables: EVA, FFT, FLI, FLD y disfunción de la ASI.
- Intervención.

3ª VISITA

- Variables: EVA, FFT, FLI, FLD y disfunción de la ASI.
- Intervención.

4ª VISITA

- Variables: EVA, FFT, FLI, FLD y disfunción de la ASI.
- Intervención.

5ª VISITA

- Variables: EVA, FFT, FLI, FLD y disfunción de la ASI.
- Intervención.

6ª VISITA, medición final

- Variables: EVA, FFT, FLI, FLD, disfunción de la ASI, cuestionario Roland Morris, índice de Oswestry y solicitud de nueva RM para observar cambio a nivel discal.

6.10. Cuestiones éticas

En este estudio se siguieron las recomendaciones de Buena Práctica Clínica, la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (487) (15-Enero-2001), las recomendaciones de la OMS, el código deontológico y la normativa legal (ley 15/99) sobre la confidencialidad de los datos a la normativa legal. Por tanto, el investigador como los colaboradores involucrados, firmaron un certificado de haber leído y entendido esta declaración (anexo 13.4.).

Se entregó una hoja de información al participante antes de iniciar el ensayo (anexo 13.5.). Además fueron verbalmente informados durante el proceso de inclusión en el estudio por parte del investigador y firmaron el correspondiente Consentimiento Informado (anexo 13.3.).

En todo momento se han mantenido las normas más estrictas de conducta profesional y confidencialidad, y el cumplimiento de la "Ley Orgánica sobre protección de datos de carácter personal" (Ley 15/1999 de 13 de diciembre). El derecho del participante a la confidencialidad es primordial. La identidad del participante en los documentos del estudio fueron codificados, y únicamente las personas autorizadas (investigador, colaboradores y Autoridades Sanitarias correspondientes) tenían acceso a detalles personales identificables para el caso en que los procedimientos de verificación de datos exigieran la inspección de estos detalles.

Todos los datos recogidos fueron guardados en una ficha individual numerada, correspondiendo cada número a un paciente para garantizar la confidencialidad. Para garantizar el anonimato de los datos, la correspondencia entre el número de la ficha y el paciente se mantuvo en un archivo informático con acceso restringido a personas ajenas a la investigación.

El ensayo presente además, fue aceptado por el Comité de ética de la UIC (anexo 13.1.) y por el Comité Ético del Hospital Gipuzkoa (anexo 13.2.).

6.11. Análisis estadístico

En primer lugar se realizaron los análisis descriptivos de ambos grupos tanto al inicio, como en cada una de las mediciones, para ello se calculó la media y desviación estándar para las variables de tipo cuantitativo y las frecuencias y porcentajes para las de tipo cualitativo. Además, se comprobó la homogeneidad de los dos grupos al inicio del estudio. Se realizó las pruebas de Shapiro-Wilk para comprobar normalidad en la variables cuantitativas estudiadas y poder aplicar las pruebas paramétricas, o en caso contrario las no paramétricas correspondientes. Las pruebas utilizadas para comparar las medidas iniciales de los grupos son para las variables cuantitativas la t-Student para muestras independientes, si la distribución es normal o la prueba U de Mann-Whitney si la distribución no es normal. Para comparaciones entre variables categóricas, se utilizó el test de la Chi-cuadrado o el test exacto de Fisher. Para estudiar la existencia de diferencias significativas según el grupo a lo largo de todo el tratamiento se utilizó el modelo lineal general mixto utilizando Greenhouse-Geisser en las medidas repetidas al no poder asumir esfericidad. Se consideraron como asociaciones estadísticamente significativas aquellas en las que $p < 0,05$. Los cálculos estadísticos fueron realizados con el programa SPSS v.22.

7. RESULTADOS

Iniciaron el estudio 62 pacientes, dos de ellos (uno del grupo control y otro del intervención) abandonaron el ensayo por motivos laborales, uno en la tercera y otro en la cuarta sesión por lo que no son tenidos en cuenta en la valoración final, quedando un total de 60 personas, 30 en el grupo control y 30 en el grupo intervención.

7.1. Mediciones basales

7.1.1 Características sociodemográficas

De la muestra final, 37 pacientes eran hombres (61%) y 23 mujeres (38%). En el grupo control, 16 de los 30 (53%) pacientes eran hombres, y 14 (46,7%) mujeres. En el grupo de intervención, 21 de los 30 pacientes (70%) fueron hombres y 9 mujeres (30%). La distribución por sexo entre grupos no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p=0,288$) (Tabla 1). La media de edad de los participantes fue de 43,27 ($\pm 6,78$) años, sin existir diferencias significativas entre grupos ($p=0,679$). La talla media de los participantes fue de 172,65cm ($\pm 8,38$), sin diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p=0,113$). Tampoco se encontraron diferencias en el peso de los sujetos de estudio ($p=0,313$), siendo la media de 78,07kg ($\pm 14,47$) (tabla 2).

En cuanto a la profesión de los integrantes del estudio, se hizo una diferenciación entre aquellas de carácter sedentario o "profesión estática" (trabajos administrativos...) y aquellas que requieren actividad física o "profesión dinámica". Se observó que existía una mayoría de pacientes con profesión dinámica (61,7%), tanto en el grupo control (60%) como en el intervención (63,3%), sin diferencias significativas entre grupos ($p=1,000$). Además, la mayoría eran trabajadores por cuenta ajena (81,7%) sin diferencias entre ellos ($p=0,182$), estando el 61,7% de los participantes de baja laboral, un 63,3% de los integrantes del grupo control y un 60% de los del grupo intervención ($p = 1,000$) (Tabla 2). En el ensayo no había personas jubiladas ni tampoco en paro.

Un 53,3% de los pacientes del grupo control y un 60% del grupo intervención eran no fumadores, sin diferencias significativas entre grupos ($p=1,000$). La

proporción de pacientes que no realizaban actividad física fue del 60%, observándose dentro del grupo control un 30% de pacientes físicamente activos y un 50% en el de intervención, sin que esta diferencia fuera estadísticamente significativa ($p=0,118$) (tabla 2).

Tabla 2. Características sociodemográficas de la muestra.

		GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION	Significación
VARIABLES CONTINUAS		$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	p^*
Edad (años)		42,90±6,54	43,63±7,11	0,679
Talla (cm)		170,93±7,41	174,37±9,05	0,113
Peso (Kg)		76,17±14,33	79,97±14,59	0,313
VARIABLES CATEGÓRICAS		n (%)	n (%)	p^{**}
Sexo	Hombre	16 (53,3%)	21 (70,0%)	0,288
	Mujer	14 (46,7%)	9 (30,0%)	
Fumador	Si	13 (43,3%)	13 (43,3%)	1,000
	No	17 (56,7%)	17 (56,7%)	
Profesión	Estática	12 (40,0%)	11 (36,7%)	1,000
	Dinámica	18(60,0%)	19 (63,3%)	
Régimen laboral	Autónomo	3 (10,0%)	8 (26,7%)	0,182
	Cuenta ajena	27 (90,0%)	22 (73,3%)	
Actividad física	Si	9 (30,0%)	15 (50,0%)	0,188
	No	21 (70,0%)	15 (50,0%)	
Baja laboral	Si	19 (63,3%)	18 (60,0%)	1,000
	No	11 (36,7%)	12 (40,0%)	

* Prueba t de Student para 2 muestras independientes.

** Prueba Chi-cuadrado de Pearson tras aplicar la corrección por continuidad.

7.1.2 Características de la lesión

El 88,3% de los pacientes presentaban hernia discal, y el 16,6% tenían protrusión, sin que hubiese diferencias en ninguna de estas dos variables entre el grupo de control y de intervención (tabla 3), había además un 5% que presentaban hernia y protusión. La hernia discal aparecía en el nivel L4-L5 en el 50% de los sujetos, en el nivel L5-S1 en el 60% y un 5% presentaba lesión en los dos niveles, sin que hubiese diferencias estadísticamente significativas en la localización entre el grupo de control y el de intervención (tabla 3). El 53,3% de los pacientes presentaban la lesión en el lado derecho, y el 45% en el izquierdo, sin que se encontrasen diferencias en la lateralidad de la lesión entre ambos grupos. Presentan lumbalgia el 98,3% de los pacientes, ciatálgia un 88,3% y el 93,3% presentaban lumbalgia y

cialtalgia, sin que existieran diferencias significativas entre el grupo control y el grupo de intervención (tabla 3).

Por todos estos resultados, podemos decir que los dos grupos se comportaban de forma homogénea.

Tabla 3. Características de las lesiones.

	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION	significación
Variables	n (%)	n (%)	p*
Protrusión			
Si	6(20,0%)	4 (13,3%)	0,729
No	24 (80,0%)	26 (86,7%)	
Hernia discal			
Si	27 (90,0%)	26 (86,7%)	1,000
No	3(10,0%)	4 (13,3%)	
L4-L5			
Si	16 (53,3%)	14 (46,7%)	0,796
No	14 (46,7%)	16 (53,3%)	
L5-S1			
Si	19 (63,3%)	17 (56,7%)	0,792
No	11 (36,7%)	13 (43,3%)	
Izquierda			
Si	13 (43,3%)	19 (63,3%)	0,196
No	17 (56,7%)	11 (36,7%)	
Derecha			
Si	16 (53,3%)	11 (36,7%)	0,299
No	14 (46,7%)	19 (63,3%)	
Lumbalgia			
Si	30 (100%)	29 (96,7%)	1,000
No	0 (0%)	1 (3,3%)	
Ciaticalgía			
Si	27 (90%)	26 (84,7%)	1,000
No	3 (10%)	4(13,3%)	

* Prueba Chi-cuadrado de Pearson tras aplicar la corrección por continuidad.

7.1.3 Dolor, movilidad, y discapacidad basales

En la EVA para medir el dolor de espalda, la media fue de $6,68 \pm 2,01$, siendo de $6,43 \pm 1,81$ en el grupo control y de $6,93 \pm 2,20$ en el grupo intervención. En la EVA para medir el dolor de la pierna, la media de la muestra fue $5,67 \pm 2,91$, siendo la del grupo control de $6,10 \pm 2,71$ y la del grupo intervención de $5,23 \pm 3,08$.

En las variables para medir la movilidad, la media del FFT fue de $21,26 \pm 11,98$ cm., siendo de $21,89 \pm 12,72$ cm. para el grupo control y de $20,63 \pm 11,38$ cm. para el grupo de intervención. En cuanto a la flexión lateral derecha (FLD) la media de la muestra fue de $49,38 \pm 5,012$ cm., siendo de $49,33 \pm 5,53$ cm. para el grupo

control y de $49,43 \pm 4,53$ cm. para el grupo de intervención. La media de la flexión lateral izquierda (FLI) fue para el total de los participantes de $49,67 \pm 4,46$ cm., siendo de $49,17 \pm 4,89$ cm. para el grupo control y de $50,17 \pm 4,01$ cm. para el grupo de intervención. Al explorar la disfunción de la ASI, se observó que el 100% de la muestra dió un resultado positivo.

En las variables para medir la discapacidad, en el cuestionario Roland Morris, el valor medio de las puntuaciones fue $13,88 \pm 5,71$, siendo de $14,57 \pm 5,35$ para el grupo control y de $13,20 \pm 6,05$ para el de intervención. En el cuestionario Oswestry la media de la muestra fue de $39,78 \pm 23,36$, siendo para el grupo control de $41,93 \pm 23,73$ y de $37,63 \pm 23,19$ para el de intervención.

Tabla 4. Resumen de las mediciones iniciales para las variables de respuesta con seguimiento intermedio en el estudio según el grupo de asignación.

	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION	significación
Variables	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	p
ROLAND MORRIS	$14,57 \pm 5,35$	$13,20 \pm 6,05$	0,481 ^a
OSWESTRY	$41,93 \pm 23,73$	$37,63 \pm 23,19$	0,481 ^b
EVA espalda	$6,43 \pm 1,81$	$6,93 \pm 2,20$	0,100 ^a
EVA pierna	$6,10 \pm 2,71$	$5,23 \pm 3,08$	0,303 ^a
FFT (cm)	$21,89 \pm 12,72$	$20,63 \pm 11,38$	0,689 ^b
FLD (cm)	$49,33 \pm 5,53$	$49,43 \pm 4,53$	0,700 ^a
FLI (cm)	$49,17 \pm 4,89$	$50,17 \pm 4,01$	0,390 ^b
	n (%)	n (%)	
Disfunción ASI			
Si	30 (100%)	30 (100%)	
No	0 (0%)	0 (0%)	

^a Prueba U de Mann-Whitney.

^b Prueba t de Student para 2 muestras independientes.

7.2. Análisis de la eficacia de la intervención: Dolor, movilidad, discapacidad y disfunción sacroilíaca.

7.2.1 Dolor

En la EVA del dolor de espalda, en el grupo control hubo un descenso paulatino en las sucesivas mediciones del test desde un resultado inicial de $6,43 \pm 1,83$ hasta uno final de $1,67 \pm 1,44$. En grupo intervención también hubo un descenso en las mediciones que fueron de $6,93 \pm 2,19$, hasta una final de $1,73 \pm 1,59$. Se observó que estas diferencias entre las mediciones inicial y final a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos resultó estadísticamente significativa. Aunque las diferencias en el descenso de interacción entre grupos no resultó estadísticamente significativa (Tabla 5, gráfico 1).

Tabla 5. Mejoría del dolor de espalda, según la EVA (interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en la EVA de espalda).

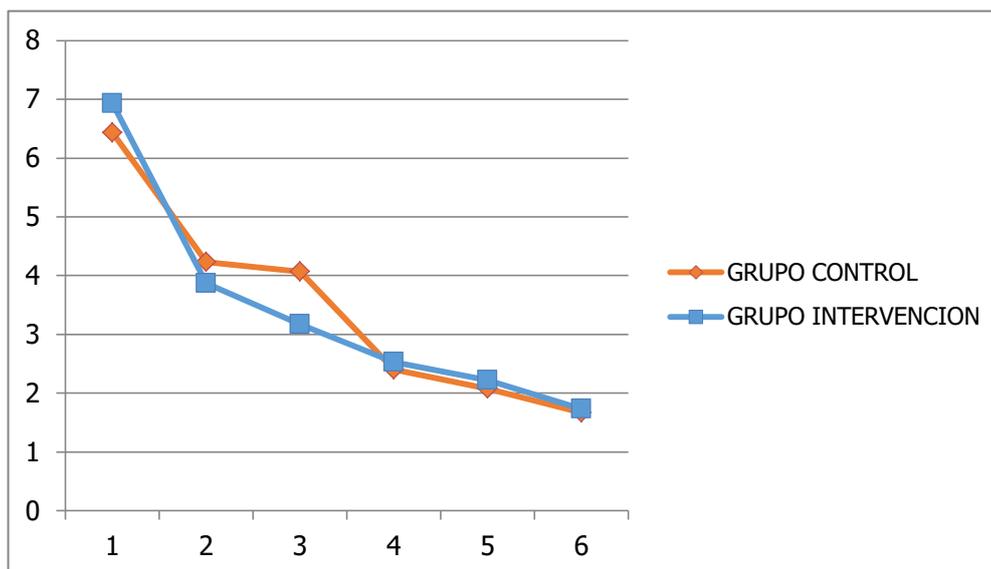
Medición	Dolor de espalda (EVA: escala 0-10)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Sesión 1	6,43±1,83	6,93±2,19
Sesión 2	4,23±1,92	3,87±2,08
Sesión 3	4,07±1,98	3,17±2,11
Sesión 4	2,40±2,04	2,53±2,03
Sesión 5	2,08±1,81	2,22±1,98
Medicion 6	1,67±1,44	1,73±1,59
MODELO LINEAL GENERAL MIXTO	p	
Prueba de esferidad de Mauchly	0,000	
Grupo	0,837 ¹	
Tiempo	0,000 ²	
Interacción	0,191 ³	

¹ Diferencias entre los grupos sin tener en cuenta la evolución en el tiempo.

² Diferencias a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos.

³ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir la interacción entre grupos.

Gráfico 1. Mejoría del dolor de espalda, según la EVA (análisis de medidas repetidas. Interacción del factor tiempo según el grupo de asignación en la EVA de espalda).



Además se analizó si el descenso del dolor de espalda fue significativo en cada grupo por separado, aplicando el modelo lineal general (MLG) para cada grupo individualmente, obteniéndose unas diferencias estadísticamente significativas, tanto en el grupo control como en el intervención (tabla 6).

Tabla 6. Resultados del MLG en la EVA de espalda según el grupo.

p	Dolor de espalda (EVA: escala 0-10)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Prueba de esfericidad de Mauchly	0,000	0,000
Tiempo	0,000 ¹	0,000 ¹

¹ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir las diferencias a lo largo del tiempo.

Se analizó también entre qué sesiones el descenso del dolor de espalda fue significativo en la interacción entre grupos, y para ello utilizamos en el MLG contrastes por diferencias para el factor intra-sujetos (tabla 7). Este resultado mostró una interacción significativa entre la sesión 2 y la 3.

Tabla 7. Diferencia en la EVA espalda entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Dolor de espalda (EVA: escala 0-10) ^a						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
Interacción	p	0,188	0,037	0,423	0,495	0,618

Además se analizó entre qué sesiones el descenso del dolor de espalda fue significativo en cada grupo, y se observó que todos los descensos en el EVA espalda entre sesiones fueron significativos (tabla 8).

Tabla 8. Diferencia en la EVA espalda según el grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Dolor de espalda (EVA: escala 0-10) ^a						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
control	p	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
intervención	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

En el dolor de la pierna, para el grupo control la EVA presentó un descenso paulatino que fue desde los $6,10 \pm 2,71$ puntos, hasta los $0,97 \pm 1,77$ en la medición final. Mientras, en el grupo intervención la medición inicial fue de $5,23 \pm 3,08$, y bajó hasta $0,87 \pm 1,79$. Las diferencias entre las mediciones inicial y final a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos resultó estadísticamente significativa. Aunque las diferencias en el descenso de interacción entre grupos no resultó estadísticamente significativa (tabla 9, gráfico 2).

Tabla 9. Mejoría del dolor de pierna, según la EVA (análisis de medidas repetidas. Interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en la EVA de pierna).

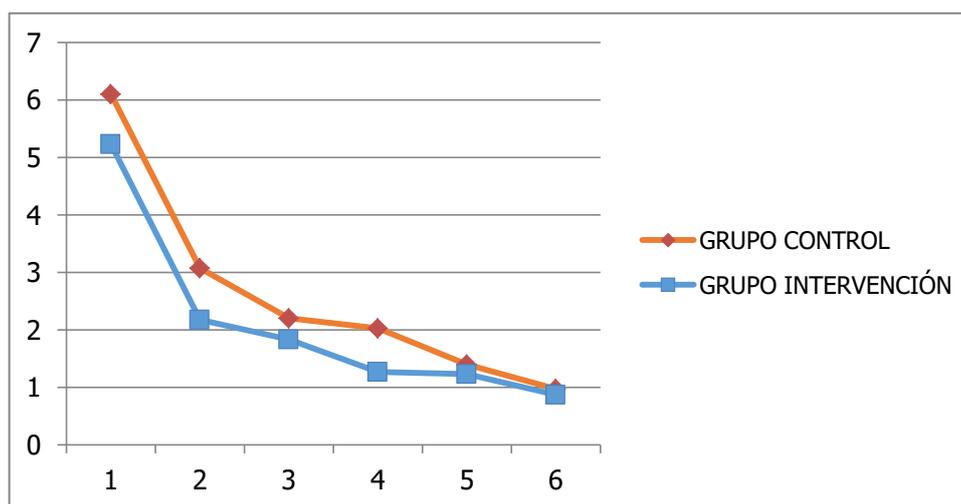
Medición	Dolor de pierna (EVA: escala 0-10)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Sesión 1	6,10±2,71	5,23±3,08
Sesión 2	3,07±2,75	2,17±2,64
Sesión 3	2,20±2,41	1,83±2,31
Sesión 4	2,03±2,71	1,27±2,30
Sesión 5	1,40±2,13	1,23±2,27
Medición 6	0,97±1,77	0,87±1,79
MODELO LINEAL GENERAL MIXTO	p	
Prueba de esfericidad de Mauchly	0,000	
Grupo	0,271 ¹	
Tiempo	0,000 ²	
Interacción	0,579 ³	

¹ Diferencias entre los grupos sin tener en cuenta la evolución en el tiempo.

² Diferencias a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos.

³ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir la interacción.

Gráfico 2. Mejoría del dolor de la pierna, según la EVA (análisis de medidas repetidas. Interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en la EVA de pierna).



También se estudió cada grupo independientemente, y se observó que hubo un descenso significativo de la EVA en la pierna para los dos grupos de estudio (tabla 10).

Tabla 10. Resultados del MLG en la EVA de pierna según el grupo.

p	Dolor de pierna (EVA: escala 0-10)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Prueba de esfericidad de Mauchly	0,000	0,000
Tiempo	0,000 ¹	0,000 ¹

¹ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir las diferencias a lo largo del tiempo.

Posteriormente se analizó entre qué sesiones el descenso de la EVA en pierna fue significativo en la interacción entre grupos (tabla 11). Este resultado no mostró ninguna interacción significativa.

Tabla 11. Diferencia en la EVA pierna entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Dolor de pierna (EVA: escala 0-10)						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
Interacción	p	0,967	0,319	0,921	0,266	0,141

En el análisis del descenso de la EVA en pierna en cada grupo entre sesiones, se observó que todos los descensos fueron significativos (tabla 12).

Tabla 12. Diferencia en la EVA pierna en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Dolor de pierna (EVA: escala 0-10)						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
control	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
intervención	p	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000

7.2.2 Movilidad

En la medida de la movilidad para la flexión anterior (FFT), hubo un descenso paulatino en las sucesivas mediciones del test para todos los pacientes del grupo control, desde un resultado inicial de $21,89 \pm 12,71$ cm hasta uno final de $8,88 \pm 11,14$ cm. En el grupo intervención, también hubo un descenso en las medidas que fueron desde $20,63 \pm 11,38$ cm hasta llegar a $7,50 \pm 10,38$ cm. Se observó que las diferencias entre las mediciones inicial y final a lo largo del tiempo

sin tener en cuenta la diferenciación por grupos, resultó estadísticamente significativa. Aún así, a pesar de ver menores valores en el grupo intervención que en el grupo control, la diferencia entre los dos grupos no fue suficiente como para llegar a ser estadísticamente significativa (tabla 13, gráfico 3).

Tabla 13. Mejoría de la movilidad, según el FFT (análisis de medidas repetidas. Interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación).

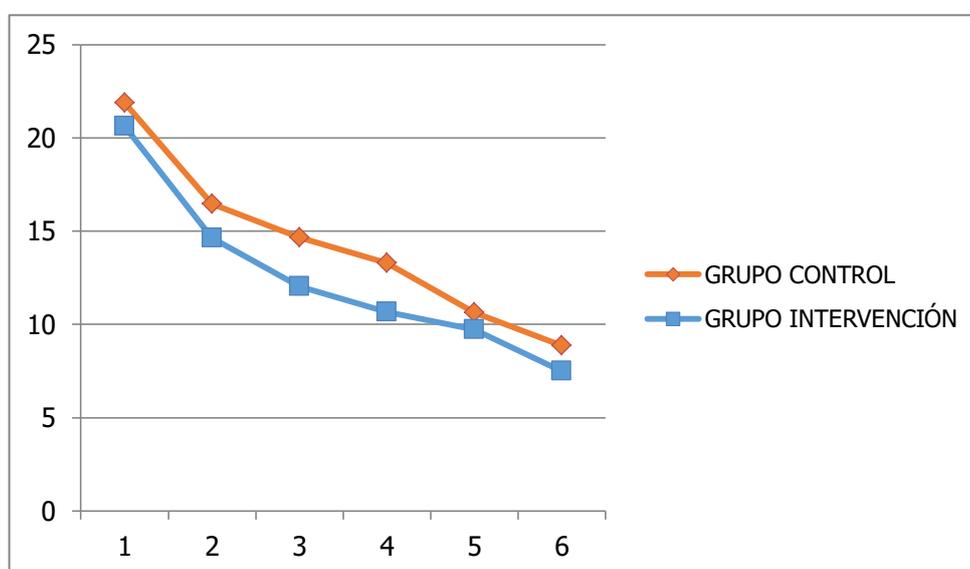
Medición	Movilidad según el test dedo-suelo (FFT) (cm)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Sesión 1	21,89±12,71	20,63±11,38
Sesión 2	16,45±10,34	14,62±11,46
Sesión 3	14,67±11,95	12,05±10,71
Sesión 4	13,28±12,11	10,67±10,48
Sesión 5	10,65±11,06	9,72±10,70
Medición 6	8,88±11,14	7,50±10,38
MODELO LINEAL GENERAL MIXTO	p	
Prueba de esfericidad de Mauchly	0,000	
Grupo	0,516 ¹	
Tiempo	0,000 ²	
Interacción	0,716 ³	

¹ Diferencias entre los grupos sin tener en cuenta la evolución en el tiempo.

² Diferencias a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos.

³ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir la interacción.

Gráfico 3. Mejoría de la movilidad, según el FFT (análisis de medidas repetidas. Interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en FFT).



En el análisis de cada grupo independientemente, se observó que hubo un descenso significativo en el FFT para los dos grupos de estudio (tabla 14).

Tabla 14. Resultados de la mejoría del FFT según el grupo.

p	Movilidad según el test dedo-suelo (FFT) (cm)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Prueba de esfericidad de Mauchly	0,000	0,000
Tiempo	0,000 ¹	0,000 ¹

¹ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir las diferencias a lo largo del tiempo.

Posteriormente se estudió entre qué sesiones el descenso de la EVA en pierna fue significativo en la interacción entre grupos. Este análisis no mostró ninguna interacción significativa (tabla 15).

Tabla 15. Diferencia en el FFT entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Movilidad según el test dedo-suelo (FFT) (cm)						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
Interacción	p	0,738	0,445	0,626	0,333	0,646

En el análisis del descenso del FFT en cada grupo entre sesiones, se observó que todos los descensos fueron significativos (tabla 16).

Tabla 16. Diferencia en el FFT en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Movilidad según el test dedo-suelo (FFT) (cm)						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
control	p	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
intervención	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

En la movilidad lateral derecha (FLD), para el grupo control se observó un descenso paulatino en las sucesivas mediciones, desde un resultado inicial de $49,33 \pm 5,53$ cm hasta uno final de $44,07 \pm 5,74$ cm. En el grupo intervención, la primera medición dió un resultado de $49,43 \pm 4,52$ cm, mientras que la última fue

de $43,57 \pm 4,23$ cm. El descenso conjunto sin diferenciar los grupos en el FFT fue significativo, aunque a pesar de la diferencia entre las dos mediciones finales de cada grupo, esta diferencia no fue suficiente como para llegar a ser estadísticamente significativa (tabla 17, gráfico 4).

Tabla 17. Mejoría de la movilidad lateral derecha, FLD (análisis de medidas repetidas. Interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en FLD).

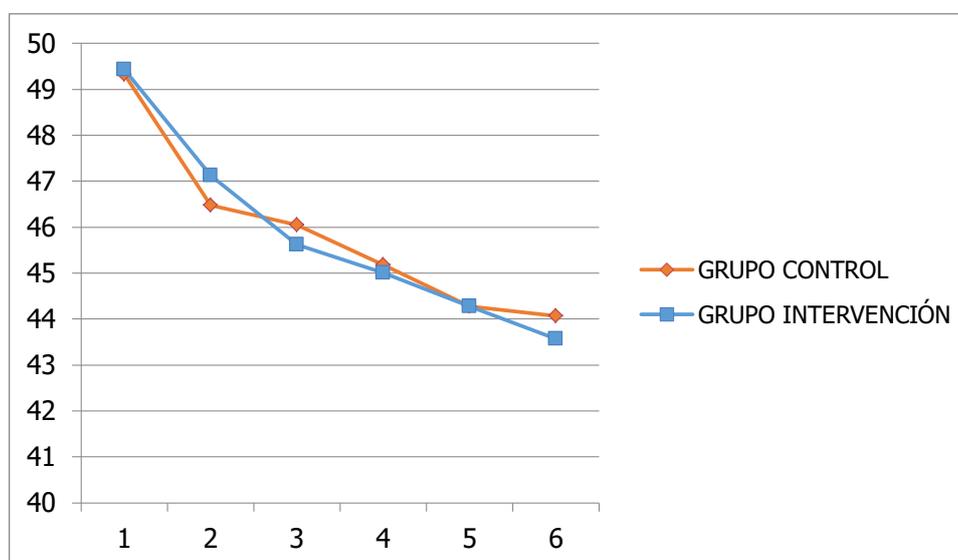
Medición	Movilidad según la FLD (cm.)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Sesión 1	49,33±5,53	49,43±4,52
Sesión 2	46,48±5,79	47,12±3,96
Sesión 3	46,05±5,89	45,62±3,80
Sesión 4	45,18±5,99	45,00±3,94
Sesión 5	44,28±5,64	44,28±4,34
Medición 6	44,07±5,74	43,57±4,23
MODELO LINEAL GENERAL MIXTO		P
Prueba de esfericidad de Mauchly		0,000
Grupo		0,958 ¹
Tiempo		0,000 ²
Interacción		0,605 ³

¹ Diferencias entre los grupos sin tener en cuenta la evolución en el tiempo.

² Diferencias a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos.

³ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir la interacción.

Gráfico 4. Mejoría de la movilidad lateral derecha, FLD (análisis de medidas repetidas. Interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en FLD).



También se analizó cada grupo independientemente, y se observó que hubo un descenso significativo en la FLD para los dos grupos del ensayo (tabla 18).

Tabla 18. Resultados de la mejoría de la FLD según el grupo.

p	Movilidad según la FLD (cm.)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Prueba de esfericidad de Mauchly	0,000	0,000
Tiempo	0,000 ¹	0,000 ¹

¹ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir las diferencias a lo largo del tiempo.

Se analizó también entre qué sesiones el descenso de la FLD fue significativo en la interacción entre grupos. Este análisis no mostró ninguna interacción significativa (tabla 19).

Tabla 19. Diferencia en la FLD entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Movilidad según la FLD (cm.)						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
Interacción	p	0,483	0,202	0,661	0,963	0,300

En el análisis del descenso de la movilidad según la FLD en cada grupo entre sesiones, se observó que todos los descensos fueron significativos (tabla 20).

Tabla 20. Diferencia en la FLD en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Movilidad según la FLD (cm.)						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
control	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
intervención	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

En la movilidad lateral izquierda (FLI), se observó un descenso paulatino en las sucesivas mediciones para los pacientes del grupo control que fue de $49,17 \pm 4,89$ cm, hasta el resultado final de $44,35 \pm 5,25$ cm. En el grupo intervención, también se produjo un descenso de las mediciones que comenzaron en $50,17 \pm 4,00$ cm,

hasta alcanzar los $44,03 \pm 4,51$ cm. La diferencia entre las mediciones inicial y final sin tener en cuenta los grupos, resultó estadísticamente significativa. Aunque cuando se analizó la diferencia de la interacción entre grupos, a pesar de que se observaron menores valores en el grupo intervención que en el control, las diferencias no se pudieron considerar estadísticamente significativas (tabla 21, gráfico 5).

Tabla 21. Mejoría de la movilidad lateral izquierda, FLI (análisis de medidas repetidas. Interacción del factor tiempo según el grupo de asignación en FLI).

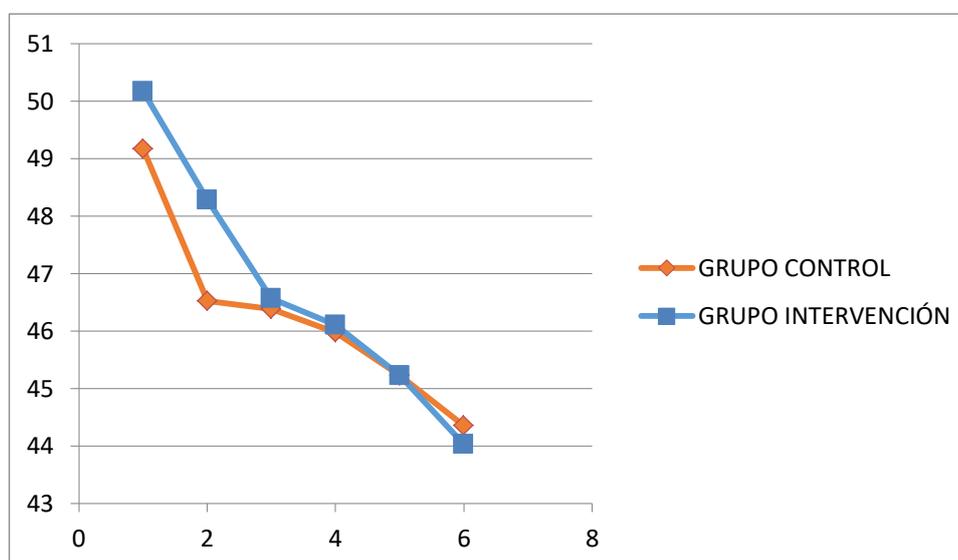
Medición	Movilidad según la FLI (cm.)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Sesión 1	49,17±4,89	50,17±4,00
Sesión 2	46,52±9,15	48,28±4,34
Sesión 3	46,38±5,41	46,57±4,11
Sesión 4	45,97±5,97	46,10±4,14
Sesión 5	45,22±5,61	45,22±4,79
Medicion 6	44,35±5,25	44,03±4,51
MODELO LINEAL GENERAL MIXTO	P	
Prueba de esferidad de Mauchly	0,000	
Grupo	0,546 ¹	
Tiempo	0,000 ²	
Interacción	0,066 ³	

¹ Diferencias entre los grupos sin tener en cuenta la evolución en el tiempo.

² Diferencias a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos.

³ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir la interacción.

Gráfico 5. Mejoría de la movilidad lateral, según la FLI (análisis de medidas repetidas. Interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en FLI).



Aparte se analizó cada grupo independientemente, en este análisis se observó que hubo un descenso significativo en la FLI para los dos grupos del ensayo (tabla 22).

Tabla 22. Resultados de la mejoría de la FLI según el grupo.

p	Movilidad según la FLI (cm.)	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Prueba de esferidad de Mauchly	0,000	0,185
Tiempo	0,009 ¹	0,000 ²

¹ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir las diferencias a lo largo del tiempo ¹.

² Diferencias de esferidad asumida.

Se analizó también entre qué sesiones el descenso de la FLI fue significativo en la interacción entre grupos. Este análisis no mostró ninguna interacción significativa (tabla 23).

Tabla 23. Diferencia en la FLI entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Movilidad según la FLI (cm.)						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
Interacción	p	0,171	0,056	0,106	0,110	0,052

Por último, en el análisis del descenso de la movilidad según la FLI en cada grupo entre sesiones, se observó que todos los descensos fueron significativos en el grupo intervención, mientras que el grupo control encontramos que solo tres de las mediciones fueron significativas (tabla 24).

Tabla 24. Diferencia en la FLI en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Movilidad según la FLI (cm.)						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
control	p	0,013	0,456	0,209	0,016	0,000
intervención	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

7.2.3 Discapacidad

Para los valores del cuestionario Roland Morris, se encontró un descenso en la muestra total de pacientes. En el grupo control, se pasó de un valor inicial de $14,57 \pm 5,35$, hasta uno final de $4,60 \pm 3,86$. Mientras en el grupo intervención, la medición inicial fue de $13,20 \pm 6,05$, y se llegó a una final fue de $3,60 \pm 4,13$. La diferencia entre las mediciones inicial y final sin tener en cuenta los grupos, y también para grupo independientemente fue estadísticamente significativa, pero donde no se encontraron diferencias significativas fue en la interacción entre los grupos (tabla 25).

Tabla 25. Mejoría de la discapacidad, según el test de Roland-Morris (interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en el cuestionario Roland Morris).

Medición	Cuestionario de Roland Morris	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
INICIAL	14,57±5,35	13,20±6,05
FINAL	4,60±3,86	3,60±4,13
MODELO LINEAL GENERAL MIXTO	P	
Prueba de esferidad de Mauchly	0,000	
Grupo	0,252 ¹	
Tiempo	0,000 ²	
Interacción	0,810 ³	

¹ Diferencias entre los grupos sin tener en cuenta la evolución en el tiempo.

² Diferencias a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos.

³ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir la interacción.

En el OSWESTRY, se encontró que para el grupo control hubo un descenso en el test para los pacientes. De un resultado inicial de $41,93 \pm 23,72$, se llegó a uno final de $14,20 \pm 8,67$. En el grupo intervención, el resultado inicial fue de $37,63 \pm 23,19$ y la valoración final bajó hasta $11,30 \pm 12,38$. Este descenso sin tener en cuenta el grupo de asignación, así como para cada grupo fue estadísticamente significativo. A pesar de observar unos valores menores en el grupo intervención, la diferencia en el descenso entre grupos no resultó significativa (tabla 26).

Tabla 26. Mejoría de la discapacidad, según el test de Oswestry (interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en el test Oswestry).

Medición	Test Oswestry	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
INICIAL	41,93±23,72	37,63±23,19
FINAL	14,20±8,67	11,30±12,38
MODELO LINEAL GENERAL MIXTO	P	
Prueba de esfericidad de Mauchly	0,000	
Grupo	0,345 ¹	
Tiempo	0,000 ²	
Interacción	0,804 ³	

¹ Diferencias entre los grupos sin tener en cuenta la evolución en el tiempo.

² Diferencias a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos.

³ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir la interacción.

7.2.4 Disfunción sacroilíaca.

Con respecto a la disfunción de la ASI, ésta mostró un descenso paulatino en la proporción de pacientes que presentaban disfunción en la muestra total. En la medida inicial, el 100% de los pacientes del estudio presentaban disfunción y se llegó a un 31,7%, siendo esta disminución estadísticamente significativa. La proporción de sujetos con disfunción de la ASI disminuyó en ambos grupos, aunque la diferencia de proporciones entre grupos no fue estadísticamente significativa (tabla 27, gráfico 6).

Tabla 27. Mejoría en función de la disfunción de la ASI. (Interacción del factor tiempo, según el grupo de asignación, en la disfunción de la ASI).

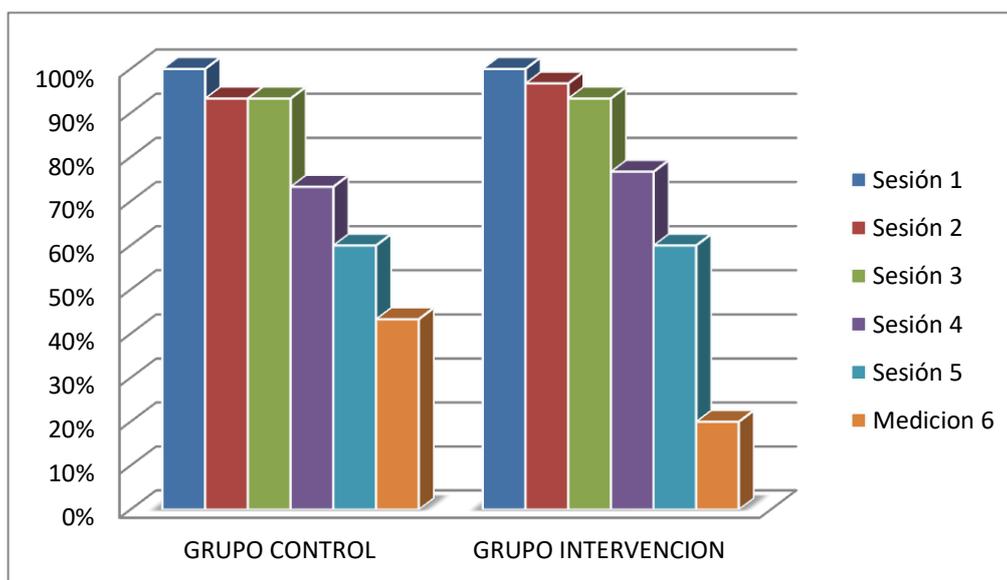
Medición	Proporción de sujetos con disfunción de la ASI	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Sesión 1	100%	100%
Sesión 2	93,3%	96,7%
Sesión 3	93,3%	93,3%
Sesión 4	73,3%	76,7%
Sesión 5	60%	60%
Medición 6	43,3%	20%
MODELO LINEAL GENERAL MIXTO	P	
Prueba de esfericidad de Mauchly	0,000	
Grupo	0,571 ¹	
Tiempo	0,000 ²	
Interacción	0,235 ³	

¹ Diferencias entre los grupos sin tener en cuenta la evolución en el tiempo.

² Diferencias a lo largo del tiempo sin tener en cuenta la diferenciación por grupos.

³ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir la interacción.

Gráfico 6. Proporción de pacientes con disfunción de la articulación sacroilíaca en función del tiempo y del grupo de tratamiento (control/intervención).



Se analizó también si el descenso en las mediciones de la disfunción sacroilíaca fue significativo en cada grupo, y se obtuvieron unas diferencias estadísticamente significativas tanto en el grupo control como en el intervención (tabla 28).

Tabla 28. Resultados de la mejoría en la disfunción de la ASI según el grupo.

p	Disfunción de la ASI	
	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION
Prueba de esferidad de Mauchly	0,000	0,000
Tiempo	0,000 ¹	0,000 ¹

¹ Prueba de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas para medir las diferencias a lo largo del tiempo.

Se analizó además entre qué sesiones el descenso de la mejora en la disfunción sacroilíaca fue significativo en la interacción entre grupos. Este análisis mostró una diferencia significativa en la interacción significativa entre las últimas dos mediciones (tabla 29).

Tabla 29. Diferencia en la disfunción sacroilíaca entre grupos para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Proporción de sujetos con disfunción de la ASI						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO	Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5	
Interacción	p	0,561	0,820	0,845	0,888	0,035

Por último, en el análisis de la mejora en la disfunción sacroilíaca en cada grupo entre sesiones, se observó que a partir de la tercera sesión los descensos fueron significativos tanto en el grupo control como en el intervención (tabla 30).

Tabla 30. Diferencia en la disfunción sacroilíaca en cada grupo para cada sesión comparada con la sesión anterior.

Proporción de sujetos con disfunción de la ASI						
DIFERENCIAS EN EL TIEMPO		Sesion 2 - Sesion 1	Sesion 3 - Sesion 2	Sesion 4 - Sesion 3	Sesion 5 - Sesion 4	Medicion 6 - Sesion 5
Control	p	0,161	0,536	0,014	0,002	0,000
intervención	p	0,326	0,326	0,012	0,000	0,000

7.2.5 Mejoría en la imagen por RM.

En el análisis de la imagen de RM, se observó que existió una mejoría en el tamaño de la hernia o protusión en el 77,8% de los pacientes del grupo intervención, diferencia estadísticamente significativa, y únicamente en el 4,3% de los pacientes del grupo control, no existiendo significación (tabla 31, gráfico 7).

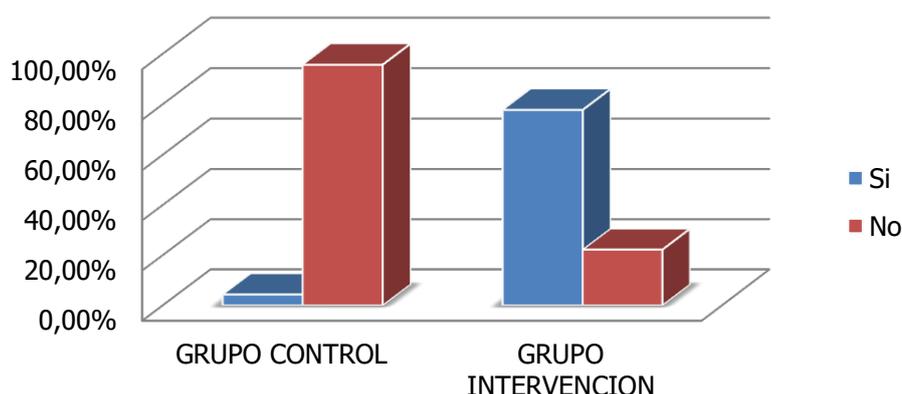
Tabla 31. Asociación de la mejoría en la imagen de RM según el grupo de tratamiento.

Mejoría RM	GRUPO CONTROL	GRUPO INTERVENCION	TOTAL	significación
	n = 23	n = 27	N = 50	p
Si	1 (4,3%)	21 (77,8%)	22 (56%)	
No	22 (95,7%)	6 (22,2%)	28 (44%)	0,000*

RM: Resonancia magnética.

* Test exacto de Fisher.

Gráfico 7. Mejoría en la imagen de RM según el grupo de tratamiento.



Para los 21 pacientes del grupo intervención con mejoría RM se estudió además, si hubo reabsorción completa a nivel radiológico, obteniendo que el 38% de ellos la consiguieron.

8. DISCUSIÓN

Como se apreció en los resultados, con respecto a las características sociodemográficas de ambos grupos, no existieron diferencias estadísticamente significativas, lo que demuestra la homogeneidad de la muestra. Con respecto a las características de la lesión, tampoco se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y el de intervención. Estos datos nos muestran que el diseño del estudio, con la asignación aleatoria de la muestra a los grupos, nos garantizó la comparabilidad de los mismos a nivel basal.

Durante la intervención, se observó una disminución paulatina en el EVA referido al dolor en la espalda que llegó a los 5 puntos tras la medición final, un resultado estadísticamente significativo y clínicamente muy relevante, que mostró la eficacia de la intervención propuesta con respecto a esta variable. Aún así, la diferencia de esta disminución entre los grupos, que se había propuesto fuera de un punto en el EVA, no se consiguió ya que dicha puntuación baja hasta 4,76 en el grupo control y 5,2 en el intervención, lo que no llega a ser estadísticamente significativo. En el EVA referido al dolor en la pierna, también se encontró una disminución total a lo largo del período de tratamiento de casi 5 puntos, diferencia que alcanzó la significación estadística. Tampoco en esta zona anatómica la diferencia entre grupos fue suficiente para llegar a la significación estadística. Estos datos en la mejora del dolor respaldan las aportaciones de otras investigaciones como recoge la guía de práctica clínica internacional para el manejo del dolor lumbar de la American Physical Therapy Association (23). En ella se recoge que, tanto las manipulaciones vertebrales (con o sin thrust), como la realización de ejercicios, por disminuir la fatiga y por mejorar los mecanismos centrales de modulación del dolor, provocan una disminución del dolor en pacientes con lumbalgia. También en el estudio de Zang W. y cols. (488), así como en el de Feng Y. y cols. (489), donde se analizan los efectos de la manipulación vertebral en pacientes con hernia discal lumbar, se observó una diferencia estadísticamente significativa en el EVA, mostrando una clara mejoría del dolor percibido por los pacientes, como en el presente estudio.

Con respecto a la movilidad, en la medida del movimiento de flexión anterior (FFT), se observó un descenso gradual de 21,26 cm. hasta 8,19 cm., diferencia

que resultó estadísticamente significativa. En este apartado también apareció una mayor diferencia en el grupo intervención (13,13 cm.) frente al control (13,01), aunque no como para que resultase significativa. En cuanto a la flexión lateral derecha (FLD), la diferencia entre el antes y el después de la intervención también fue significativa, bajando de 49,38 cm. hasta 43,82 (más de 5 cm.). En la diferencia entre grupos se observa una disminución más acentuada en el grupo intervención con respecto al control (5,86 cm. frente a 5,26 cm.), pero como en los casos anteriores esta diferencia no llegó a ser estadísticamente significativa. Mientras, en la flexión lateral izquierda (FLI), se observó una disminución de casi 5 cm. en la mejora de la movilidad, bajando gradualmente de 49,67 cm. hasta 44,19 cm., dato que resulta estadísticamente significativo. En este movimiento, la diferencia entre el grupo control y el intervención llegó a ser de 1,32 cm. (4,82 en el control y 6,14 en el intervención) pero no suficiente como para ser un dato significativo. Estos datos pueden estar relacionados con las propias características de la lumbalgia y su afectación en la columna, ya que la flexión anterior es donde se observa mayor limitación, por lo que será también donde más diferencias se encuentren. Esta mejora en la movilidad también se observa en otras investigaciones, como en la ya mencionada guía de la American Physical Therapy Association (23), en la revisión de Hahne y cols. (397), o en el estudio de Vieira-Pellenz F. (490) y cols., donde indican que las movilizaciones vertebrales mejoran la movilidad de la columna e incluso de la cadera, y la utilización de movimientos o ejercicios repetitivos reduce los déficits de movilidad como ha ocurrido en la presente investigación.

En la comparación de la interacción de las mediciones tanto en el dolor como en la movilidad entre sesiones, se observó que únicamente en la comparación del EVA en la espalda entre la sesión dos y la tres, apareció una diferencia significativa. Aunque si nos fijamos bien sobretodo en los gráficos 1-2-3-4 y 5, la mejora en las mediciones en el grupo intervención siempre se produce de manera más uniforme y regular.

Los resultados del cambio en la discapacidad, también mostraron datos muy interesantes y relevantes desde el punto de vista clínico. En el cuestionario Roland

Morris, con el que se valoró la limitación de los participantes en la realización de las actividades cotidianas, se observó un descenso de casi 10 puntos, lo que implica una disminución de la limitación de los pacientes para las actividades de la vida diaria clínicamente relevante. Mientras que en el índice de Oswestry, los integrantes del ensayo pasaron de padecer una limitación entre moderada e intensa (casi el 40% de discapacidad), hasta llegar a una limitación mínima (12% de discapacidad) tras finalizar el tratamiento. Estos datos son estadísticamente significativos, aunque la diferencia entre ambos grupos con respecto a esta variable no demostró ser significativa. Esta variable aunque menos estudiada, también se observa en la literatura existente (23), donde se informa de una disminución de la discapacidad tras realizar un tratamiento conservador de la lumbalgia en pacientes subagudos y crónicos, como ocurre con los resultados del presente trabajo, donde además se incluyen personas en estado agudo, lo que parece indicar que un tratamiento conservador también podría ser beneficioso para este grupo de pacientes.

Con respecto a la ASI, este es un aspecto interesante que llama la atención desde un primer momento en el ensayo, ya que el 100% de los participantes, tanto los del grupo control como los del grupo intervención, presentaban un resultado positivo en los test para observar la disfunción de dicha articulación. La información que nos proporcionan estos datos es muy relevante, ya que la población escogida padecía dolor lumbar que podría estar asociado a la presencia de hernia o protusión discal, sin que se tuviera en cuenta la ASI. En este punto, se debe destacar y comentar la excepción del paciente (con profesión sanitaria) que aparece en el estudio e indicaba no presentar lumbalgia porque explicaba que su dolor era más inferior, alrededor de la ASI y hacia glúteo. Según el consenso de la International Association for the Study of Pain, el dolor de origen sacroilíaco tiene unas características definidas: dolor en región de la ASI, que se extiende unos 10cm caudalmente y unos 3cm lateralmente desde la espina ilíaca posterosuperior (EIPS), que suele aparecer al sentarse o acostarse y que se intensifica al subir cuestas o escaleras. Esto hace que el límite entre lumbalgia y dolor de la ASI no esté claro, como en el caso del mencionado paciente. Como ya se explicó en la introducción, debido tanto a su anatomía como a su biomecánica, otras

estructuras pueden verse afectadas y generar dolor en la región lumbar como es el caso de la ASI, demostrando la relación entre esta articulación y la patología lumbar, por lo que existe el diagnóstico de lumbalgia de origen sacroilíaco. Según diferentes investigaciones, la prevalencia del dolor lumbar de origen sacroilíaco puede ir desde el 13% hasta incluso llegar al 30% (109,110). Incluso hay autores que indican que la ASI podría ser el origen de hasta el 62% de las lumbalgias (111), además según un reciente artículo (491), existe una estrecha relación entre la disfunción mantenida de esta articulación (concretamente con la presencia de un desplazamiento en rotación del ilíaco) con la aparición de hernia y degeneración discal lumbar en los niveles L4-L5 y L5-S1. Quizá los recientes descubrimientos sobre el sistema nervioso autónomo podrían también tener relación con este hecho (492), ya que parece que las neuronas sacras preganglionares consideradas hasta ahora parasimpáticas son contrariamente de componente simpático y el déficit de este sistema (en este caso por la lesión de la ASI) se relaciona con la inflamación y el dolor por la activación de nociceptores asociados a fibras C (493). En todo caso, la existencia de disfunción de la ASI parece abocar en el futuro a padecer una lesión discal y esto podría explicar el hecho de que en todos los participantes del ensayo se encontrase disfunción de la ASI, lo que pone de manifiesto la necesidad de explorar y tratar esta articulación en personas que padezcan dolor lumbar, como se ha realizado en la investigación de la presente tesis.

Después de la intervención, los integrantes del estudio acabaron con una media en la disfunción positiva con respecto a la ASI de 31,7%, lo que supone un descenso del 68,3% con respecto al comienzo del ensayo, un dato estadísticamente significativo. Es interesante observar en este apartado como se produce un descenso gradual en la disfunción de la ASI en ambos grupos, pero en la última medición del grupo intervención existe un salto importante, ya que de un 60% de participantes con disfunción en ambos grupos, se pasó al 43,3% en el grupo control, mientras que en el intervención se bajó hasta un 20%. Es entre estas dos mediciones donde en el análisis para la interacción entre grupos aparece una diferencia significativa. Este es un dato que puede ser relevante desde el punto de vista clínico, ya que observamos como en el grupo intervención que es

donde se realizó una maniobra para el disco intervertebral, la disfunción sacroilíaca mejora de manera más importante según avanzan las sesiones, lo que parece afirmar la idea que se expuso en la parte de introducción y en el párrafo anterior, de que una disfunción de la articulación sacroilíaca podría estar relacionada con la aparición posterior de una lesión discal, pero también se podría observar el fenómeno contrario, y es que según el estado de la lesión discal va mejorando también se podría observar una mejora en la disfunción de la ASI como se observó en el estudio.

Después de la solicitud de la segunda RM, se estudia la posible mejora en el tamaño de la hernia o protusión lumbar, esta valoración fue realizada por diferentes médicos radiólogos de manera independiente, que emitieron su diagnóstico y después hicieron una puesta en común. Es aquí donde observamos unos datos clínicamente muy relevantes y diferentes de lo encontrado en la bibliografía. De los 60 participantes del ensayo, nos remitieron la segunda RM, 23 pacientes del grupo control, donde se observa un único caso (4,3%) de "mejoría radiológica". Mientras del grupo intervención se remitieron 27 RM, donde se observó "mejoría radiológica" en 21 casos (77,8%), dato que si muestra una diferencia estadísticamente significativa en la comparación entre grupos. Además, hay que resaltar que en los casos del grupo intervención donde se observó mejoría en el tamaño de la lesión, en el 38% hubo una reabsorción completa de la protusión o hernia ya que no se apreciaba en la RM realizada posteriormente al estudio.

En los estudios de Zang W. y cols. (488), así como en el de Feng Y. y cols. (489), ya citados anteriormente, además de comparar los efectos en la sintomatología de la manipulación vertebral entre dos grupos de pacientes con hernia discal, también se analizan los posibles cambios que esta manipulación podría realizar en el tamaño de la hernia. Tras el análisis de los resultados, en ambas investigaciones se observó una mejoría estadísticamente significativa en los síntomas de los pacientes con hernia discal, y no hubo diferencias en los otros grupos de estudio. Pero donde no hubo ninguna diferencia fue en el tamaño de la lesión discal, y a pesar de este hecho, como en el caso del grupo control del

presente trabajo donde no se realiza expresamente una manipulación para el disco, existe una mejoría clara de los síntomas de los pacientes, lo que parece respaldar la idea de que no tiene por qué existir una correlación entre los hallazgos radiológicos y los síntomas de los pacientes, por lo que se debe dar más importancia a la mejora funcional para la gestión de las personas con esta lesión, ya que en el presente estudio, a diferencia de la bibliografía encontrada, si que se aprecia una disminución significativa del tamaño de la lesión discal en el grupo intervención.

Según Feng Y. y cols. (489), esto puede ser debido a que la intervención facilita una reducción de la compresión sobre la raíz nerviosa (que está generada por el acúmulo de sustancias proinflamatorias debido a la irritación), interrumpiendo o disminuyendo el denominado "proceso inflamatorio neurógeno" (75,313,314), lo que conlleva la desensibilización periférica de los nociceptores de los eferentes primarios y la disminución progresiva de la sintomatología. Otro estudio reciente (494), indica que el dolor neuropático generado por una compresión nerviosa, como podría ser el caso de la hernia o protusión discal, provoca una hiperactividad del sistema noradrenérgico, aumentando la producción de noradrenalina aunque insuficiente para bloquear o disminuir el dolor. Posiblemente la intervención realizada podría tener un efecto en el SNA aumentando esta producción de noradrenalina y conseguir la disminución de la sintomatología observada en los integrantes del estudio. Además, como indica esta misma investigación (494), se evitaría tanto la cronificación de la lesión, así como la aparición de ansiedad derivada del sufrimiento del dolor por parte de las personas afectadas por la dolencia. Quizá, en función de la evolución que presentaban los dos grupos, realizar un mayor número de sesiones podría provocar un cambio significativo entre los dos grupos, o el hecho de introducir la "maniobra de absorción" podría tener repercusiones a medio y/o largo plazo evitando las recidivas de lumbalgias. Para esto se debería realizar un análisis a los meses o al año de la finalización del estudio, y así analizar las diferencias entre los grupos en cuanto a la sintomatología presentada, lo que deja la puerta abierta a futuras investigaciones.

Las intervenciones utilizadas en el ensayo, y que se aplicaron a ambos grupos, presentan de manera independiente una buena evidencia en la mejora de determinados síntomas derivados de la lumbalgia. Sabemos que la manipulación de la columna vertebral (con o sin thrust) está recomendado en diferentes guías de práctica clínica para el manejo de la lumbalgia por la eficacia que demuestra. También la liberación de la ASI, mejora la clínica de los pacientes con lumbalgia, así como la realización de ejercicios o el trabajo de los PG para la musculatura de la zona se utiliza con éxito para el dolor lumbar y se recomienda en estos pacientes. Incluso los ejercicios que se realizan en la intervención y que se les da como necesarios para hacer en el domicilio entregándoles una tabla de los mismos, se conoce su efectividad para pacientes con este tipo de dolencias. Lo que tiene de novedoso el presente trabajo es precisamente la aplicación conjunta de todas estas intervenciones, tras lo que se observó una mejora estadísticamente significativa y clínicamente muy relevante, en varios aspectos agudos o subagudos como son el dolor, la movilidad y la discapacidad de los pacientes que presentan hernia o protusión discal en niveles L4-L5 y L5-S1. Esto posiblemente hizo que la tasa de mejora de la sintomatología y la de recuperación a lo largo del tratamiento de todos los integrantes del ensayo fuese alta. Además, también explicaría el hecho de que no encontramos diferencias significativas en la comparación entre grupos, ya que la intervención aplicada fue la misma para todos, aunque si nos fijamos bien, siempre las mejoras del grupo intervención fueron ligeramente superiores. Donde si se observaron diferencias significativas, fue en uno de los aspectos donde se enfocó el ensayo, en el discal. En el grupo intervención, se realizó una técnica específica para el tratamiento discal, la maniobra de "absorción", gracias a la cual se pudieron observar diferencias significativas en la RM tras el tratamiento, en lo que respecta al tamaño (reducción o desaparición) de la hernia o protusión discal. Este era el objetivo secundario del presente trabajo, observar si la inclusión de esta maniobra provocaba algún cambio en la lesión del disco, por lo que en este aspecto el presente estudio cumple lo propuesto.

Lo expuesto en el párrafo anterior es importante, ya que muchas de las investigaciones sobre las que se basan las guías de práctica clínica como la de la

Agency for Health Care Policy and Research (AHCPR), la del Royal Collage of General Practitioners o la American Physical Therapy Association, no incluían o no especificaban si los integrantes de los estudios presentaban lesión discal.

Los resultados del presente ensayo también confirman lo aparecido en anteriores investigaciones que justifican el uso del tratamiento conservador como primer abordaje en pacientes con hernia o protusión lumbar. En los trabajos de Weinstein JN. y cols. (316), Jacobs W. y cols. (362) y Wilco CP. y cols. (363) se compara el tratamiento quirúrgico frente al conservador en la hernia discal. Todos ellos coinciden en que aunque con la cirugía se obtenga un alivio sintomático más rápido a corto plazo, después de un año de evolución los pacientes tanto intervenidos como los que han realizado un tratamiento conservador, mejoran de manera similar e incluso pasados dos años no hay diferencias entre estos grupos. También Iwamoto y cols. (396) compararon la microdiscectomía frente al tratamiento conservador en deportistas con hernia discal, y observaron que los pacientes de ambos grupos presentaban una recuperación similar para la vuelta a su práctica física habitual. Solo aparece una excepción en donde los pacientes intervenidos presentaban un mejor resultado significativo y es en el caso de que las hernias sean extruidas, como explican Dewing CB. y cols. (364) en su estudio. En definitiva, parece que se pueden aconsejar las movilizaciones y las manipulaciones para el tratamiento de la hernia discal como indican Bronfort G. y cols. (395) en su investigación, pero se necesitan más ensayos que examinen grupos bien definidos de pacientes para establecer un número óptimo de visitas de tratamiento, además de considerar el coste-efectividad de las intervenciones. Estos datos demuestran que salvo en hernias extruidas como se ha comentado, se debe indicar como primera opción a los pacientes con hernia o protusión el tratamiento conservador por presentar resultados de mejora sintomática similares, y ser menos invasivo frente a la cirugía.

Pero todavía en la actualidad, todo lo referente a las diferentes técnicas utilizadas en fisioterapia, resulta bastante heterogéneo. Por ejemplo, la práctica de la osteopatía y la terapia manual se encuentra incluida según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (495), dentro de la medicina tradicional y

complementaria (MTC). Los mecanismos gracias a los cuales estas técnicas son efectivas o eficaces para el tratamiento de una lesión o disfunción, se basan en muchos casos en suposiciones teóricas o basadas en la práctica. Cada vez aparecen más estudios que aportan evidencia científica a los tratamientos manuales, aunque todavía esta evidencia es limitada. Por lo tanto es necesario que se realicen más estudios que aporten un soporte científico, a la vez que validez y fiabilidad a las diferentes intervenciones para poder incluirlas en guías de práctica clínica y/o en los protocolos de actuación de los profesionales de la salud. Como dice la Dra. Margaret Chan, Directora General de la OMS, entre la medicina convencional y la MTC no tiene por qué existir un conflicto, "En el marco de la atención primaria, ambas pueden combinarse de forma armoniosa y beneficiosa, en un sistema que aproveche lo mejor de cada una y compense también las deficiencias de cada una." (496). La OMS, ha publicado una nueva estrategia al respecto que regula la MTC hasta el 2023 (495), donde se propone facilitar la integración de la MTC en los sistemas de salud, elaborando directrices relativas a la investigación de prácticas y profesionales, para fomentar su uso basado en pruebas científicas. También se pretende aumentar la importancia de la utilización de estas terapias para mejorar la salud, así como incidir en la prevención, con la finalidad de reducir costes sanitarios. Según los datos de la OMS, más de 100 millones de europeos utilizan la MTC, de los cuales una quinta parte hace un uso regular de la MTC y piden que esté incluida dentro de los sistemas de salud nacionales. Sin ir más lejos, la lesión de la hernia discal que nos ocupa en este trabajo aparece como uno de los motivos de consulta más habituales en la práctica de la MTC (495).

Cabe mencionar que en ningún caso el tratamiento conservador pretende ser el único y exclusivo abordaje en este tipo de patologías. Como indica la OMS, se debe facilitar la integración de la terapia manual en los sistemas de salud, elaborando directrices y protocolos, para así fomentar su uso basado en pruebas científicas. Con su utilización se pretende mejorar la salud, así como la prevención, a la vez que se podrían reducir los costes sanitarios. Es importante establecer criterios de selección, para determinar los pacientes que se beneficiarán de este tratamiento, lo que mejoraría la tasa de éxito. Podemos pensar incluso en realizar

una combinación entre esta intervención junto con otras aplicaciones más novedosas, como pueden ser las células madre, que parecen estimular la regeneración discal restaurando el tejido enfermo (por el aumento en la producción de glucosaminoglicanos) (330). También combinarla con un bloqueo articular podría ser una opción, buscando siempre una vía alternativa menos agresiva para las personas que padezcan estas lesiones.

Por todo lo comentado anteriormente, el presente ensayo clínico puede aportar claridad desde el punto de vista terapéutico. En primer lugar, el conjunto de intervenciones propuesto parece que resulta eficaz para el tratamiento de la lumbalgia aguda y subaguda. Esto nos puede dar una idea de la dirección que podrían seguir los estudios actuales en fisioterapia. Otro punto importante del estudio, es que la inclusión en el tratamiento de una manipulación discal mediante una técnica manual, la maniobra de "absorción", parece provocar cambios positivos en el tamaño de la hernia o protusión. A pesar de esto, los dos grupos del estudio mejoran de igual manera en una fase inicial, por lo que se debe dar menos importancia a las imágenes en RM y más a la mejora funcional. Hay que educar a los pacientes en este aspecto, explicando que debemos ser cautos con la interpretación de las pruebas radiológicas y no preocuparse en exceso por los resultados, como muchos compañeros indican "dolor no es igual a daño". Además, el estudio establece unos criterios de selección determinados para la inclusión de participantes, y una intervención muy específica, lo que mejora la eficacia del tratamiento, como se demuestra en los resultados.

9. LIMITACIONES

Realizar de manera correcta todo el protocolo de intervención puede interpretarse como una limitación a la hora de poder reproducir el estudio en la clínica habitual por la dificultad de alguna de las técnicas. En el presente estudio, esta limitación no era tal, ya que el terapeuta estaba cualificado y presentaba una amplia experiencia en la aplicación de todas y cada una de las técnicas.

Otra limitación que se podía contemplar, es la interpretación de la mejoría radiológica en cuanto al tamaño de la hernia o protusión discal en las RM. Para solventar este problema, la posible mejora o no la valoraban el grupo de médicos radiólogos del hospital de derivación de los pacientes, en un primer momento de manera independiente y después realizando una puesta en común. Además estuvieron totalmente ajenos al estudio y cegados a la asignación de los pacientes a los grupos de estudio. Sin embargo, se mantiene como una cierta limitación, ya que no se trata de una medida objetiva, sino que eran los facultativos los que informaban de si existía mejora o no, y también de la desaparición o no de la protusión o hernia discal.

Por último, aplicar un protocolo de tratamiento (con intervenciones basadas en la evidencia) y no valorar la "maniobra de absorción" de manera independiente, hizo que ambos grupos mejorasen, lo que dificulta el hecho de saber si por si sola la técnica habría dado resultados. Sin embargo, éticamente no se podía hacer de otra forma y también se podría considerar como una mayor fortaleza del estudio ya que las intervenciones en fisioterapia siempre vienen dadas por un conjunto de técnicas, lo que da mayor valor a las diferencias encontradas entre los grupos, especialmente en lo que respecta a la imagen radiológica de la lesión discal.

10. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

El ensayo realizado abre una vía para realizar otro estudio similar pero con seguimiento a lo largo del tiempo (6 meses-1 año), analizando los resultados para comprobar si la introducción de la maniobra de "absorción" tendría repercusión a medio y largo plazo tanto en la sintomatología, como en los signos de la lesión, además de en las posibles recidivas.

Además, abre la puerta a la realización de estudios que incluyan otras sumas de intervenciones para el tratamiento de la patología lumbar. Incluso la combinación de diferentes tratamientos como pueden ser fisioterapia y medicina, para comprobar la efectividad conjunta, son ideas a tener presentes para posibles futuras investigaciones.

Después de analizar los resultados y conclusiones, este ensayo clínico puede tener relevancia clínica. Tras una buena selección de pacientes, el protocolo propuesto en este ensayo podría estar presente en los diferentes sistemas de salud públicos, ya que la efectividad está comprobada. Tanto la exploración como el tratamiento no llevan más de 30 minutos de trabajo y el coste es mínimo, las intervenciones se realizan manualmente, este es otro motivo para poder incluirlo en las consultas de médicos y/o fisioterapeutas. Para esto, se debería entrenar al personal sanitario correspondiente, y así garantizar la realización de manera correcta de las intervenciones propuestas para obtener el resultado esperado, lo que tampoco es complicado. Esto nos lleva a la idea de la posibilidad de realizar un estudio coste-efectividad de este mismo ensayo clínico o de otros similares.

También utilizando como diagnóstico diferencial el análisis de la ASI mediante los test utilizados, se puede realizar una investigación para observar si existe disfunción en esta articulación y poder así clasificar a un tipo de lumbalgia como de "origen sacroilíaco", y después, incluir su tratamiento para como se ha visto, mejorar la sintomatología de los pacientes que sufren esta patología.

11. CONCLUSIONES

- Todos los participantes en el estudio experimentaron una mejora significativa de la sintomatología asociada al dolor lumbar agudo o subagudo, con presencia de hernia y/o protusión en niveles L4-L5 o L5-S1, al finalizar el tratamiento conservador propuesto en este estudio, en el que se combinan distintas intervenciones.
- Todos los participantes en el estudio experimentaron una disminución significativa del dolor, valorado con la escala EVA, en la finalización del tratamiento para el dolor lumbar, con presencia de hernia y/o protusión en niveles L4-L5 o L5-S1. La mejora observada no se produjo de forma distinta en el grupo experimental, que recibió tratamiento conservador más la maniobra de "absorción", con respecto al grupo control, que sólo recibió tratamiento conservador.
- Todos los participantes en el estudio experimentaron un aumento del rango de movimiento en flexión anterior, lateral derecha y lateral izquierda, en la finalización del tratamiento para el dolor lumbar, con presencia de hernia y/o protusión en niveles L4-L5 o L5-S1. La mejora observada no se produjo de forma distinta en el grupo experimental, que recibió tratamiento conservador más la maniobra de "absorción", con respecto al grupo control, que sólo recibió tratamiento conservador.
- Todos los participantes en el estudio experimentaron una disminución significativa de la discapacidad, valorada con el Roland Morris y el Oswestry, en la finalización del tratamiento para el dolor lumbar, con presencia de hernia y/o protusión en niveles L4-L5 o L5-S1. La mejora observada no se produjo de forma distinta en el grupo experimental, que recibió tratamiento conservador más la maniobra de "absorción", con respecto al grupo control, que sólo recibió tratamiento conservador.
- La lesión discal en pacientes con dolor lumbar, con presencia de hernia y/o protusión en niveles L4-L5 o L5-S1, reduce su tamaño o desaparece con una frecuencia significativamente distinta cuando se añade la maniobra de "absorción" al tratamiento conservador.

12. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Trastornos musculoesqueléticos: Lumbalgia aguda o crónica. Ministerio de Trabajo e Inmigración Gobierno de España.
- (2) México: Secretaría de Salud. Diagnóstico, Tratamiento y Prevención de Lumbalgia Aguda y Crónica en el primer nivel de atención. 2009.
- (3) Webster BS, Cifuentes M. Relationship of early magnetic resonance imaging for work-related acute low back pain with disability and medical utilization outcomes. *J Occup Environ Med* 2010;52(9):900-7.
- (4) Grupo Español de Trabajo del Programa Europeo COST B13. Guía de Práctica Clínica para la Lumbalgia Inespecífica. Available at: www.REIDE.org. Accessed 15 de Diciembre, 2005.
- (5) Perez Guisado J. Contribución al estudio de la lumbalgia inespecífica. *Rev Cubana Ortop Traumatol* 2006;20(2).
- (6) Rodríguez JJ, Bueno JM, Umbría A. Abordaje diagnóstico y terapéutico de la lumbalgia en atención primaria. *FMC* 2001;8:152-63.
- (7) Granata KP, Marras WS. The influence of trunk muscle coactivity on dynamic spinal loads. *Spine* 1995;20(8):913-9.
- (8) S. Pérez Tierno, Martínez de la Eranueva, R., A. Ruiz Téllez, F. Aizpuru Barandiarán, M^a J. Iturgaiz Gorena. Impacto sanitario, económico y social del dolor lumbar en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Vitoria-Gasteiz: Investigación Comisionada. Departamento de Sanidad, Gobierno Vasco. 2003.
- (9) Rodgers WB, Gerber EJ, Patterson J. Intraoperative and Early Postoperative Complications in Extreme Lateral Interbody Fusion: An Analysis of 600 Cases. *Spine* 2011; 36(1):26-32.

- (10) Peul WC, van Houwelingen HC, van den Hout WB, Brand R, Eekhof JAH, Tans JTJ, et al. Surgery versus Prolonged Conservative Treatment for Sciatica. *N Engl J Med* 2007;356:2245-56.
- (11) Juniper M, Le T, Mladi D. The epidemiology, economic burden, and pharmacological treatment of chronic low back pain in France, Germany, Italy, Spain and the UK: a literature-based review. *Expert Opin Pharmacother* 2009;10(16):2581-92.
- (12) Bachmann S, Wieser S, Oesch P, Schmidhauser S, Knüsel O, Kool J. Three-year cost analysis of function-centred versus pain-centred inpatient rehabilitation in patients with chronic non-specific low back pain. *J Rehabil Med* 2009;41(11):919-23.
- (13) Gore MPD, Sadosky APD, Stacey BRM, Tai KM, Leslie DPD). The Burden of Chronic Low Back Pain: Clinical Comorbidities, Treatment Patterns, and Healthcare Costs in Usual Care Settings. *Spine* 2012;37(11):668-77.
- (14) Mysliwiec L, Cholewicki J, Winkelpleck M, Eis G. MSU Classification for herniated lumbar discs on MRI: toward developing objective criteria for surgical selection. *European Spine Journal* 2010;19(7):1087-1093.
- (15) Tian W, QI H. Association between intervertebral disc degeneration and disturbances of blood supply to the vertebrae. *Chinese Medical Journal* 2010;123(2):239-243.
- (16) Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The epidemiology of low back pain. *Best practice and research clinical rheumatology* 2010;24(6):769-781.
- (17) Carmona L, Ballina J, Gabriel R, Laffon A. The burden of musculoskeletal diseases in the general population of Spain: results from a national survey. *Ann Rheum Dis* 2001;60(11):1040–1045.
- (18) Biering FA. Prospective study of low back pain in a general population. *Scand J Rehabil Med* 1983;15(2):71-79.

- (19) Casey TS, Garret J, Jackman A. The outcomes and cost of care for acute low back pain among patients seen by primary care practitioners, chiropractors and orthopedic surgeons. The North Carolina back pain project. *NE J Med* 1995;333(14):916-17.
- (20) Van Tulder MW, Koes B, Bouter JM. A cost-of-illness study of back pain in the Netherlands. *Pain* 1995;62(2):233-40.
- (21) Dagenais S, Roffey DM, Wai EK, Haldeman S, Caro J. Can cost utility evaluations inform decision making about interventions for low back pain? *Spine J* 2009;9(11):944-57.
- (22) Depont F, Hunsche E, Abouelfath A, Diatta T, Addra I, Grelaud A, et al. Medical and non-medical direct costs of chronic low back pain in patients consulting primary care physicians in France. *Fundam Clin Pharmacol* 2009;12(8):625-33.
- (23) Delitto A, George SZ, Van Dillen L, Whitman JM, Sowa G, Shekelle P, et al. Low back pain. Clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability, and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42(4):A1-A57.
- (24) Heuch I, Hagen K, Zwart JA. Body mass index as a risk factor for developing chronic low back pain: a follow-up in the Nord-Trøndelag Health Study. *Spine* 2013;38(2):133-9.
- (25) Heuch I, Hagen K, Heuch IP, Nygaard ØM, Zwart JM. The impact of body mass index on the prevalence of low back pain. *Spine* 2010;35(7):764-768.
- (26) Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, Solovieva S, Varonen H, Kalso E, et al. Cardiovascular and lifestyle risk factors in lumbar radicular pain or clinically defined sciatica: a systematic review. *Eur Spine J* 2007;16(12):2043-54.
- (27) Lidar Z, Behrbalk E, Regev G, Salame K, Keynan O, Schweiger C, et al. Intervertebral disc height changes after weight reduction in morbidly obese

patients and its effect on quality of life and radicular and low back pain. *Spine* 2012; 37(23):1947-52.

(28) Buckwalter JA. Aging and degeneration of the human intervertebral disc. *Spine* 1995;20(11):1307-14.

(29) Nerlich AG, Schleicher ED, Boos N. Immunohistologic markers for age-related changes of human lumbar intervertebral discs. *Spine* 1997;22(24):2781-95.

(30) Carrette S, Marcoux S, Truchon R, Grondin C, Gagnon J, Allard Y, Latulippe M. A controlled trial of corticosteroid injections into facet joints for chronic low back pain. *N Engl J Med* 1991;325(14):1002-7.

(31) Dupuis P. The anatomy of the lumbosacral spine. In: Kirkaldy-Willis WH BC, editor. *Managing Low Back Pain* New York: Churchill Livingstone; 1992. p:7-25.

(32) Parke WW, Wanatabe R. Adhesions of the ventral lumbar dura. An adjunct source of discogenic pain? *Spine* 1990;15(4):300-3.

(33) Hogan QH. Lumbar epidural anatomy. A new look by cryomicrotome section. *Anesthesiology* 1991;75(5):767-75.

(34) Blecher R, Geftler A, Anekstein Y, Mirovsky Y. Isolated unilateral facet dislocation of the lumbosacral junction. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2010;92(10):1456-59.

(35) Li JY, Wang S, He Li H, Wu SS, Yang L, Yu SF, et al. Risk Factors of low back pain among the chinese occupational population: a case-control study. *Biomed Environ Sci* 2012;25(4):421-429.

(36) Anderson GB. Epidemiologic aspects on low-back pain in industry. *Spine* 1981;6:53-60.

(37) Biering-Sörensen F, Thomsen C. Medical, social and occupational history as risk indicators for low-back trouble in a general population. *Spine* 1986;11:720-5.

- (38) Magnusson ML, Pope MH, Wilder DG, Areskouk B. Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders? *Spine* 1996;21:710-7.
- (39) Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A, Fine LJ. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 1993;36: 749-76.
- (40) Kelsey JL, Golden AL, Mundt DJ. Low back pain/ Prolapsed lumbar intervertebral disc. *Rheum Dis Clin North Am* 1990;16:699-716.
- (41) Nyman TP, Mulder MM, Iliadou AP, Svartengren MP, Wiktorin CP. High Heritability for Concurrent Low Back and Neck-Shoulder Pain: A Study of Twins. *Spine* 2011;36(22):1469–1476.
- (42) Oxland TR, Panjabi MM, Southern EP, Duranceau JS. An anatomic basis for spinal instability: a porcine trauma model. *J Orthop Res* 1991;9(3):452-62.
- (43) Bogduk N. The innervation of the lumbar spine. *Spine* 1983;8(3):286-93.
- (44) Groen GJ, Baljet B, Drukker J. Nerves and nerve plexuses of the human vertebral column. *Am J Anat* 1990;188(3):282-96.
- (45) Jinkins JR, Whittemore AR, Bradley WG. The anatomic basis of vertebrogenic pain and the autonomic syndrome associated with lumbar disk extrusion. *AJR Am J Roentgenol* 1989;152(6):1277-89.
- (46) Pedersen HE, Blunck CF, Gardner E. The anatomy of lumbosacral posterior rami and meningeal branches of spinal nerves (sinu-vertebral nerves) with an experimental study of their functions. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 1956;38(2):377-391.
- (47) Pool-Goudzwaard AL, Kleinrensink GJ, Snijders CJ, Entius C, Stoeckart R. The sacroiliac part of the iliolumbar ligament. *J Anat* 2001;199(4):457–463.
- (48) Standing S. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Edinburg: Churchill Livingstone; 2005.

- (49) Charlot J, Rozemberg S, Bourgeois P. Facteurs de risque professionnels psychosociaux et lombalgie. *Rev Rhum* 1998;65(3):11-14.
- (50) Williams RM, Myers AM. Functional abilities confidence scale: a clinical measure for injured workers with acute low back pain. *Phys Ther* 1998;78:624-34.
- (51) Williams RM, Myers AM. A new approach to measuring recovery in injured workers with acute low back pain: resumption of activities of daily living scale. *Phys Ther* 1998;78:613-22.
- (52) Spitzer W. Low back pain in the work place: attainable benefits not attained. *Brithish Journal of Industrial Medicine* 1993;50:285-388.
- (53) Laban MM, Wilkins JC, Wesolowski DP, Bergeon B, Szappanyos BJ. Paravertebral venous plexus distention (Batson's): an inciting etiologic agent in lumbar radiculopathy as observed by venous angiography. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 2001;80(2):129-133.
- (54) Yabuki S, Kikuchi S, Midorikawa H, Hoshino S. Vascular backache and consideration of its pathomecanisms: report of two cases. *J Spinal Disord* 1999;12(2):162-7.
- (55) Takeyachi Y, Yabuki S, Arai I, Midorikawa H, Hoshino S, Chiba K, et al. Changes of low back pain after vascular reconstruction for abdominal aortic aneurysm and high aortic occlusion: a retrospective study. *Surg Neurol* 2006 Aug;66(2):172-6; discussion 177.
- (56) Ritchie J. Pain from distension of the pelvic colon by inflating a balloon in the irritable colon syndrome. *Gut* 1973;14(2):125-32.
- (57) Weiss DJ, Conliffe T, Tata N. Low back pain caused by a duodenal ulcer. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79(9):1137-9.

- (58) Bourret L. Anatomie du système nerveux central. Expansi3n scientifique. 1974.
- (59) Delmas A, Rouvier3 H. Anatomie des centres nerveux. Ed. Masson 1985. p:15-69.
- (60) Gyn3cologie et ost3opathie. Cours de la Cranial Osteoathic Association; 1985.
- (61) Grasset. Lombalgies d3origine urologique. Tempo Medical 1984 (180).
- (62) Koor IM, Thomas PE, Wrigh HM. A mobile instrument for recording electrical skin resistance pattern of the human trunk. Journal of the neutral transmission 1979;17(1-2):97-106.
- (63) Pomeranz B, Wall PD, Weber WV. Cord cells responding to fine myelinated afferents from viscera, muscle and skin. J Physiol December 1968;199(3):511-532.
- (64) Gonzalez-Urzelai V, Palacio-Elua L, Lopez-de-Munain J. Routine primary care management of acute low back pain: adherence to clinical guidelines. Eur Spine J 2003;12(6):589-594.
- (65) Muntion-Alfaro M, Benitez-Camps M, Bordas-Julve J, Gispert-Uriach B, Zamora-Sanchez V, Galindo-Parres C. Back pain: do we follow the recommendations in the guidelines? Aten Primaria 2006;37(4):215-220.
- (66) Patel AT, Ogle AA. Diagnosis and management of acute low back pain. Am Fam Phys 2000;61:1779-86.
- (67) Arce D, Sass P, Abul-khoudoud H. Recognizing Spinal Cord Emergencies. Am Fam Physician 2001;64(4):631-639.
- (68) Troyanovich SJ, Harrison DD, Harrison DE. Low back pain and the lumbar intervertebral disk: clinical considerations for the doctor of chiropractic. J Manipulative Physiol Ther 1999;22(2):96-104.

(69) A new light on low back pain: the selflocking mechanism of the sacroiliac joints and its implication for sitting, standing and walking. Second Interdisciplinary World Congress on Low Back Pain San Diego, C.A. 1995.

(70) Olson PR, Lurie JD, Frymoyer J, Walsh T, Zhao W, Abdu WA, et al. Lumbar disk herniation in the spine patient outcomes research trial (SPORT): does educational attainment impact outcome?. Spine 2011;36(26):2324–2332.

(71) Veres SP, Robertson PA, Broom ND. ISSLS Prize Winner: How loading rate influences disc failure mechanics: a microstructural assessment of internal disruption. Spine 2010;35(21):1897-908.

(72) Roelofs PD, Bierma-Zeinstra SM, van Poppel MN, van Mechelen W, Koes BW, van Tulder MW. Cost-effectiveness of lumbar supports for home care workers with recurrent low back pain: an economic evaluation alongside a randomized-controlled trial. Spine 2010;35(26):1619-26.

(73) Tsao H, Danneels LA, Hodges PW. Smudging the motor brain in young adults with recurrent low back pain. Spine 2011;36(21):1721-1727.

(74) Garret NE, Mapp PI, Cruwys SC, et al. Role of the substance P in inflammatory arthritis. Annals of the rheumatic diseases 1992;51:947-956.

(75) Schaible HG, Del Rosso A, Matucci-Cerinic M. Neurogenic aspects of inflammation. Rheumatological diseases clinics of North America 2005;31:77-101.

(76) Weinstein JN. The role of neurogenic and non-neurogenic mediators as they relate to pain and the development of osteoarthritis. Spine 1992;105:356-361.

(77) Ji RR, Kohno T, Moore KA, Woolf CJ. Central sensitization and LTP: do pain and memory share similar mechanisms? Trends in Neuroscience 2003;26:696-705.

(78)Coderre TJ, Katz J, Vaccarina AL, Melzack R. Contribution of central neuroplasticity to pathological pain: review of clinical and experiential evidence. Pain 1993;52:259-285.

- (79) Gellhorn A, Chan L, Martin B, Friedly J. Management patterns in acute low back pain: the role of physical therapy. *Spine* 2012;37(9):775-82.
- (80) Lewin T, Moffett B, Viidik A. The morphology of the lumbar synovial intervertebral joints. *Acta Morphologica Neerl Scandinavia* 1962;4:299-319.
- (81) Engel R, Bogduk N. The menisci of the lumbar zygoapophysial joints. *Journal of Anatomy* 1982;135:795-809.
- (82) Yamashita T, Minaki Y, Ozaktay AC, et al. A morphological study of the fibrous capsule of the human lumbar facet joint. *Spine* 1996;21:538-543.
- (83) Putti V. New conceptions in the pathogenesis of sciatic pain. *Lancet* 1927;2:53-60.
- (84) ko HY, Park BK. Facet tropisms in lumbar motion segments and its significance in disc herniation. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 1997;78(11): 1211-1214.
- (85) Skaf GS, Ayoub CM, Domloj NT, Turbay MJ, EL-Zein C, Hourani MH. Effect of age and lordotic angle on the level of lumbar disc herniation. *Advances in Orthopedics*;Volume 2011, Article ID 950576, 6 pages.
- (86) Boden SD, Riew KD, Yamaguchi K, Branch TP, Schellinger D, Wiesel SW. Orientation of the lumbar facet joints: association with degenerative disc disease. *Journal of Bone and Joint Surgery (Am)* 1996;78:403-411.
- (87) Fujiwara A, Tamani K, Ann HS, et al. Orientation and osteoarthritis of the lumbar facet joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2001;385:88-94.
- (88) Gries NC, Berlemann U, Moore RJ, Vernon-Roberts B. Early histologic changes in lower lumbar discs and facet joints and their correlation. *European Spine* 2000;9:23-29.
- (89) Farfan H, Sullivan J. The relation of facet orientation to intervertebral disc failure. *Can J Surg* 1967;10(2):179-85.

- (90) Tobias D, Ziv I, Maroudas A. Human facet cartilage: swelling and some physico-chemical characteristics as a función of age. Part 1:Swelling of human facet joint cartilage. Spine 1992;17:694-700.
- (91) Ziv I, Maroudas C, Robin G, Maroudas A. Human facet cartilage: swelling and some physico-chemical characteristics as a función of age. Part 2: Age changes in some biophysical parameters of human facet joint cartilage. Spine 1993;18:136-146.
- (92) Vernon-Roberts B. Age-related and degenerative pathology of intervertebral discs and apophyseal joints. In: Jayson MIV, editor. The lumbar spine and back pain: Churchill Livingstone, Edinburgh; 1992. p:17-41.
- (93) Igarashi A, Kikuchi S, Konno S, Oldmarker K. Inflammatory cytokines released from the facet joint tissue in degenerative lumbar espinal disorders. Spine 2004;29(19):2091-5.
- (94) Dreyfuss P, Schwarzer AC, Lau P, Bogduk N. Sepecificity of lumbar medial branch and L5 dorsal ramus blocs. A computed tomografhy study. Spine 1997;22(8):895-902.
- (95) Kaplan M, Dreyfuss P, Halbrook B, Bogduk N. The ability of lumbar medial branch blocks to anesthetize the zygapophysial joint. A physiologic challenge. Spine 1998;23(17):1847-52.
- (96) Manchikanti L, Boswell MV, Singh V, Pampati V, Damron KS, Beyer CD. Prevalence of facet joint pain in chronic spinal pain of cervical, thoracic, and lumbar regions. BMC Musculoskelet Disord 2004;5:15.
- (97) Schwarzer AC, Aprill CN, Derby R, Fortin J, Kine G, Bogduk N. Clinical features of patients with pain stemming from the lumbar zygapophysial joints. Is the lumbar facet syndrome a clinical entity? Spine 1994;19(10):1132-7.

- (98) Bogduk N, Long DM. The anatomy of the so-called "articular nerves" and their relationship to facet denervation in the treatment of low-back pain. *J Neurosurg* 1979;51(2):172-7.
- (99) Kirkaldy-Willis WH. The relationship of structural pathology to the nerve root. *Spine* 1984;9(1):49-52.
- (100) Bian QP, Liang QP, Wan CP, Hou WP, Li CP, Zhao Y, et al. Prolonged upright posture induces calcified hypertrophy in the cartilage end plate in rat lumbar spine. *Spine* 2011;36(24):2011-20.
- (101) Barbir A, Godburn KE, Michalek AJ, Lai A, Monsey RD, Iatridis JC. Effects of torsion on intervertebral disc gene expression and biomechanics, using a rat tail model. *Spine* 2011;36(8):607–614.
- (102) Valachi B. Move to improve your health: The research behind static postures. *Dentistry Today* 2011;30(5):144-7.
- (103) Mooney V, Robertson J. The facet syndrome. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1976;(115):149-56.
- (104) Bernard TN Jr, Kirkaldy-Willis WH. Recognizing specific characteristics of nonspecific low back pain. *Clin Orthop Relat Res* 1987;217:266-80.
- (105) Bernard PN, Cassidy JD. SIJ syndrome: Pathophysiology, diagnosis and management. *The adult spine: principles and practice*. Raven Press, New York. Frymoyer JW; 1991. p:2107-2131.
- (106) Don Tigny RL. Function and pathomechanics of the SIJ. A review. *Phys Ther* 1985;65:35-44.
- (107) Dreyfus P, Michalsen M, Pauza Kea, McLarty J, Bogduk N. The value of medical history and physical examination in diagnosing SIJ pain. *Spine* 1996;21(22):2594-602.

- (108) Calvillo O, Skaribas I, Turnipseed J. Anatomy and pathophysiology of the SIJ. *Curr Rev Pain* 2000;4(5):356-361.
- (109) Hansen H, Manchikanti L, Simopoulos T, Christo P, Gupta S, Smith H, et al. A systematic evaluation of the therapeutic effectiveness of sacroiliac joint interventions. *Pain Physician* 2012;15(3):247-78.
- (110) Miller LE, Block JE. Minimally invasive arthrodesis for chronic sacroiliac joint dysfunction using the SImmetry SI Joint Fusion system. *Med Devices (Auckl)* 2014;7:125-30.
- (111) Simopoulos T, Manchikanti L, Singh V, Gupta S, Hameed H, Diwan S, et al. A systematic evaluation of prevalence and diagnostic accuracy of sacroiliac joint interventions. *Pain Physician* 2012;15(3):E305-44.
- (112) Gracovetsky S. *The spinal engine*. Springer-Verlag, New York 1988.
- (113) Snijders CJ, Vleeming A, Stoeckart Rea. *Biomechanics of the interface between spine and pelvis in different postures. Movement, stability and low back pain*. Edinburg: Churchill Livingstone; 1997. p:103-114.
- (114) Erhard R, Bowling R. The recognition of the pelvic component of the low back and sciatic pain. *American Physical Therapy Association* 1977;2(3):4-15.
- (115) Don Tigny RL. Function of the lumbosacroiliac complex as a self-compensating force couple with variable force-dependent trasverse axis of rotation: a theoretical analysis. *Journal of Manual & Manipulative Therapy* 1994;2:87-93.
- (116) Motro R, Raducanu V. Tensegrity Systems. *International Journal of Space Structures* 2003;18:77.
- (117) Ingber DE. The origin of cellular life. *Bioessays* 2000;22(12):1160-1170.
- (118) Levin SM. The tensegrity-truss as a model for spine mechanics. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology* 2002;2(3&4):375-388.

- (119) Skaf GS, Ayoub CM, Domloj NT, Turbay MJ, El-Zein C, Hourani MH. Effect of age and lordotic angle on the level of lumbar disc herniation. *Advances in Orthopedics* 2011;Article ID 950576, 6 pages.
- (120) Pool-Goudzwaard AL, Hoek van Dijke G, Vleeming Aea. The iliolumbar ligament influence on the coupling of the sacroiliac joint and the L5-S1 segment. *The Third Interdisciplinary World Congress on Low Back and Pelvic Pain Austria* 1998;p:313-315.
- (121) Olszewski AD, Yaszemski MJ, White AA 3rd. The anatomy of the human lumbar ligamentum flavum. New observations and their surgical importance. *Spine* 1996;21(20):2307-12.
- (122) Behrsin JF, Briggs CA. Ligaments of the lumbar spine: a review. *Surg Radiol Anat* 1988;10(3):211-9.
- (123) Bogduk N, Twomey LT editor. *Clinical anatomy of the lumbar spine*. Second Edition ed. Melbourne: Churchill-Livingstone; 1991.
- (124) Okuda T, Fujimoto Y, Tanaka N, Ishida O, Baba I, Ochi M. Morphological changes of the ligamentum flavum as a cause of nerve root compression. *Eur Spine J* 2005;14(3):277-86.
- (125) Nachemson AL, Evans JH. Some mechanical properties of the third human lumbar interlaminar ligament (ligamentum flavum). *J Biomech* 1968;1(3):211-20.
- (126) Kashiwagi K. Histological changes of the lumbar ligamentum flavum with age. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi* 1993;67(4):221-9.
- (127) Yoshida M, Shima K, Taniguchi Y, Tamaki T, Tanaka T. Hypertrophied ligamentum flavum in lumbar spinal canal stenosis. Pathogenesis and morphologic and immunohistochemical observation. *Spine* 1992;17(11):1353-60.

- (128) Baba H, Maezawa Y, Furusawa N, Imura S, Tomita K. The role of calcium deposition in the ligamentum flavum causing a cauda equina syndrome and lumbar radiculopathy. *Paraplegia* 1995;33(4):219-23.
- (129) Ryan LM. Calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition and other crystal deposition diseases. *Current Opinion in Rheumatology* 1993;5:517-521.
- (130) Hadley-Miller N, Mims B, Milewicz DM. The potential role of the elastic fiber system in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76(8):1193-206.
- (131) Yahia LH, Garzon S, Strykowski H, Rivard CH. Ultrastructure of the human interspinous ligament and ligamentum flavum. A preliminary study. *Spine* 1990;15(4):262-8.
- (132) Hukins DW, Kirby MC, Sikoryn TA, Aspden RM, Cox AJ. Comparison of structure, mechanical properties, and functions of lumbar spinal ligaments. *Spine* 1990;15(8):787-95.
- (133) Yahia H, Drouin G, Newman N. Structure-function relationship of human spinal ligaments. *Z Mikrosk Anat Forsch* 1990;104(1):33-45.
- (134) Mine T, Kawai S. Ultrastructural observations on the ossification of the supraspinous ligament. *Spine* 1995;20(3):297-302.
- (135) Jiang H, Russell G, Raso VJ, Moreau MJ, Hill DL, Bagnall KM. The nature and distribution of the innervation of human supraspinal and interspinal ligaments. *Spine* 1995;20(8):869-76.
- (136) Rhalmi S, Yahia LH, Newman N, Isler M. Immunohistochemical study of nerves in lumbar spine ligaments. *Spine* 1993;18(2):264-7.
- (137) Stubbs M, Harris M, Solomonow M, Zhou B, Lu Y, Baratta RV. Ligamento-muscular protective reflex in the lumbar spine of the feline. *J Electromyogr Kinesiol* 1998;8(4):197-204.

- (138) Yamashita T, Cavanaugh JM, el-Bohy AA, Getchell TV, King AI. Mechanosensitive afferent units in the lumbar facet joint. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72(6):865-70.
- (139) Bogduk N. Lumbar dorsal ramus syndrome. *Med J Aust* 1980;2(10):537-41.
- (140) González-Darder JM. Thoracic dorsal ramus entrapment. Case report. *J Neurosurg* 1989;70(1):124-5.
- (141) Shao Z, Chen Z, Zhou L, Jin A, Li Q. Spinal dorsal ramus syndrome. *Chin Med J* 1996;109(4):317-21.
- (142) White AA, Panjabi MM. Physical properties and functional biomechanics of the spine. In: White AA, Panjabi MM, editor. *Clinical Biomechanics of the Spine* Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 1990.p:1-84.
- (143) Neumann P, Ekström LA, Keller TS, Perry L, Hansson TH. Aging, vertebral density, and disc degeneration alter the tensile stress-strain characteristics of the human anterior longitudinal ligament. *J Orthop Res* 1994;12(1):103-12.
- (144) McCafferty RR, Harrison MJ, Tamas LB, Larkins MV. Ossification of the anterior longitudinal ligament and Forestier's disease: an analysis of seven cases. *J Neurosurg* 1995;83(1):13-7.
- (145) Hanson P, Sørensen H. The lumbosacral ligament. An autopsy study of young black and white people. *Cells Tissues Organs* 2000;166(4):373-7.
- (146) Kapandji IA. The physiology of the joints. Volume 3: The trunk and the vertebral column. Edinburg: Churchill Livingstone; 1974.
- (147) Fujiwara A, Tamai K, Yoshida H, Kurihashi A, Saotome K, An HS, Lim TH. Anatomy of the iliolumbar ligament. *Clin Orthop Relat Res* 2000;380:167-72.
- (148) Briggs CA, Chandraraj S. Variations in the lumbosacral ligament and associated changes in the lumbosacral region resulting in compression of the fifth dorsal root ganglion and spinal nerve. *Clin Anat* 1995;8(5):339-46.

- (149) Chow DH, Luk KD, Leong JC, Woo CW. Torsional stability of the lumbosacral junction. Significance of the iliolumbar ligament. *Spine* 1989;14(6):611-5.
- (150) Leong JC, Luk KD, Chow DH, Woo CW. The biomechanical functions of the iliolumbar ligament in maintaining stability of the lumbosacral junction. *Spine* 1987;12(7):669-74.
- (151) Yamamoto I, Panjabi MM, Oxland TR, Crisco JJ. The role of the iliolumbar ligament in the lumbosacral junction. *Spine* 1990;15(11):1138-41.
- (152) Bernadr TN CJ. The sacroiliac joint syndrome: pathophysiology, diagnosis, and management. In: Frymoyer JW, editor. *The adult spine: principles and practises* New York: Raven Press; 1991. p. 2107-2130.
- (153) Jacob H, Kissling R. The mobility of the sacroiliac joints in healthy volunteers between 20 and 50 years of age. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1995;10(7):352-361.
- (154) Kissling R, Jakob H. The mobility of the sacroiliac joint in healthy subjects. *Bull Hosp Jt Dis* 1996;54(3):158-64.
- (155) Cole AJ, Dreyfuss P, Stratton SA. The Sacroiliac Joint: A Functional Approach. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine* 1996;8(1&2):125-152.
- (156) Daum WJ. The Sacroiliac Joint: An Underappreciated Pain Generator. *American Journal of Orthopedics* 1995;24:475-478.
- (157) Fortin JD, Dwyer AP, West S, Pier J. Sacroiliac joint: pain referral maps upon applying a new injection/arthrography technique. Part I: Asymptomatic volunteers. *Spine* 1994;19(13):1475-82.
- (158) Fortin JD, Aprill CN, Ponthieux B, Pier J. Sacroiliac joint: pain referral maps upon applying a new injection/arthrography technique. Part II: Clinical evaluation. *Spine* 1994;19(13):1483-9.

- (159) Schwarzer AC, Aprill CN, Bogduk N. The sacroiliac joint in chronic low back pain. *Spine* 1995;20(1):31-7.
- (160) Fortin JD, Washington WJ, Falco FJ. Three Pathways between the Sacroiliac Joint and Neural Structures. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999;20:1429–1434.
- (161) van Wingerden JP, Vleeming A, Snijders CJ, Stoeckart R. A functional-anatomical approach to the spine-pelvis mechanism: interaction between the biceps femoris muscle and the sacrotuberous ligament. *Eur Spine J* 1993;2(3):140-4.
- (162) Akita K, Sakamoto H, Sato T. Innervation of an aberrant digastric muscle in the posterior thigh: stratified relationships between branches of the inferior gluteal nerve. *J Anat* 1992;181(3):503-6.
- (163) Borrelli J Jr, Koval KJ, Helfet DL. Operative stabilization of fracture dislocations of the sacroiliac joint. *Clin Orthop Relat Res* 1996;329:141-6.
- (164) Le Blanche AF, Mabi C, Bigot JM, Rousseau J, Trèves R, Outrequin G, Dupuy JP, Caix M. The sacroiliac joint: anatomical study in the coronal plane and MR correlation. *Surg Radiol Anat* 1996;18(3):215-20.
- (165) Dujardin FH, Roussignol X, Hossenbaccus M, Thomine JM. Experimental study of the sacroiliac joint micromotion in pelvic disruption. *J Orthop Trauma* 2002;16(2):99-103.
- (166) Vrahas M, Hern TC, Diangelo D, Kellam J, Tile M. Ligamentous contributions to pelvic stability. *Orthopedics* 1995;18(3):271-4.
- (167) Abitbol M. Evolution of the ischial spine and of the pelvic floor in the Hominoidea. *Am J Phys Anthropol* 1988;75(1):53-67.
- (168) Huijing P. Muscular force transmission: a unified, dual or multiple systems? A review and some explorative experimental results, *Archives of Physiology and Biochemistry* 1999;107(4):292-311.

- (169) Meijer H, Rijkeljkhuizen J, Huijing P. Effects of firing frequency on length-dependent myofascial force transmission between antagonistic and synergistic muscle groups. *Eur J Appl Physiol* 2008;104(3):501-13.
- (170) Huijing P, Baan G. Myofascial force transmission causes interaction between adjacent muscles and connective tissue: effects of blunt dissection and compartmental fasciotomy on length force characteristics of rat extensor digitorum longus muscle. *Arch Physiol Biochem* 2001;109(2):97-109.
- (171) Ikeda R. Innervation of the sacroiliac joint. Macroscopical and histological studies. *Nihon Ika Daigaku Zasshi* 1991;58(5):587-96.
- (172) Sakamoto N, Yamashita T, Takebayashi T, Sekine M, Ishii S. An electrophysiologic study of mechanoreceptors in the sacroiliac joint and adjacent tissues. *Spine* 2001;26(20):468-71.
- (173) Macintosh JE, Valencia F, Bogduk N, Munro RR. The morphology of the human lumbar multifidus. *Clinical Biomechanics* 1986;1(4):196-204.
- (174) Bogduk N, Macintosh JE, Pearcy MJ. A universal model of the lumbar back muscles in the upright position. *Spine* 1992;17(8):897-913.
- (175) Crisco JJ 3rd, Panjabi MM. The intersegmental and multisegmental muscles of the lumbar spine. A biomechanical model comparing lateral stabilizing potential. *Spine* 1991;16(7):793-9.
- (176) Snijders CJ, Hermans PF, Niesing R, Spoor CW, Stoeckart R. The influence of slouching and lumbar support on iliolumbar ligaments, intervertebral discs and sacroiliac joints. *Clin Biomech* 2004;19(4):323-9.
- (177) Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC. External perturbation of the trunk in standing humans differentially activates components of the medial back muscles. *J Physiol* 2003;547(2):581-7.

- (178) Dofferhof AS, Vink P. The stabilising function of the mm. iliocostales and the mm. multifidi during walking. *J Anat* 1985;140(2):329-36.
- (179) Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC. Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine* 2002;27(2):29-36.
- (180) Andersson EA, Grundström H, Thorstensson A. Diverging intramuscular activity patterns in back and abdominal muscles during trunk rotation. *Spine* 2002;27(6):152-60.
- (181) Macintosh JE, Percy MJ, Bogduk N. The axial torque of the lumbar back muscles: torsion strength of the back muscles. *Aust N Z J Surg* 1993;63(3):205-12.
- (182) Cholewicki J, Panjabi MM, Khachatryan A. Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine* 1997;22(19):2207-12.
- (183) Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, Stevens VK, De Cuyper HJ. A functional subdivision of hip, abdominal, and back muscles during asymmetric lifting. *Spine* 2001;26(6):114-21.
- (184) Hides JA, Stokes MJ, Saide M, Jull GA, Cooper DH. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine* 1994;19(2):165-72.
- (185) Kader DF, Wardlaw D, Smith FW. Correlation between the MRI changes in the lumbar multifidus muscles and leg pain. *Clin Radiol* 2000;55(2):145-9.
- (186) Lee JH, Hoshino Y, Nakamura K, Kariya Y, Saita K, Ito K. Trunk muscle weakness as a risk factor for low back pain. A 5-year prospective study. *Spine* 1999;24(1):54-7.

- (187) Bogduk N. Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum. Edinburg: Churchill Livingstone; 1997.
- (188) Bogduk N, Johnson G, Spalding D. The morphology and biomechanics of latissimus dorsi. Clin Biomech (Bristol, Avon) 1998;13(6):377-385.
- (189) Barker KL, Shamley DR, Jackson D. Changes in cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain. Spine 2004; 29(22):515-9
- (190) van Wingerden JP, Vleeming A, Buyruk HM, Raissadat K. Stabilization of the sacroiliac joint in vivo: verification of muscular contribution to force closure of the pelvis. Eur Spine J 2004;13(3):199-205.
- (191) Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Hammudoghlu D, Stoeckart R, Snijders CJ, Mens JM. The function of the long dorsal sacroiliac ligament: its implication for understanding low back pain. Spine 1996;21(5):556-62.
- (192) Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Stoeckart R, van Wingerden JP, Snijders CJ. The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. Spine 1995;20(7):753-8.
- (193) Clark BC, Manini TM, Mayer JM, Ploutz-Snyder LL, Graves JE. Electromyographic activity of the lumbar and hip extensors during dynamic trunk extension exercise. Arch Phys Med Rehabil 2002;83(11):1547-52.
- (194) Snijders CJ, Vleeming A, Stoeckart R. Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs: Part 1: Biomechanics of self-bracing of the sacroiliac joints and its significance for treatment and exercise. Clinical Biomechanics 1993;8(6):285-294.
- (195) Sahrman S. Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes. St Louis: Mosby; 2002.

- (196) Vleeming A, Stoeckart R, Snijders CJ. The sacrotuberous ligament: a conceptual approach to its dynamic role in stabilizing the sacroiliac joint. *Clinical Biomechanics* 1989;4(4):201-203.
- (197) Cholewicki J, Van Vliet J Jr. Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. *Clinical Biomechanics* 2002;17:99-105.
- (198) Kim S, Kim H, Chung J. Effects of Spinal Stabilization Exercise on the Cross-sectional Areas of the Lumbar Multifidus and Psoas Major Muscles, Pain Intensity, and Lumbar Muscle Strength of Patients with Degenerative Disc Disease. *Journal of Physical Therapy Science* 2014;26(4):579-582.
- (199) Lisi AJ, Holmes EJ, Ammendolia C. High-velocity low-amplitude spinal manipulation for symptomatic lumbar disk disease: a systematic review of the literature. *J Manipulative Physiol Ther* 2005;28(6):429-442.
- (200) Baek S, Cho H, Jung G, Son S, Cho Y, Ahn S. Verification of an optimized stimulation point on the abdominal wall for transcutaneous neuromuscular electrical stimulation for activation of deep lumbar stabilizing muscles. *Spine J* 2014;14(9):2178-83.
- (201) Matthijs O, Dedrick G, James C, Brismée J, Hooper T, McGalliard M, et al. Co-contractive activation of the superficial multifidus during volitional preemptive abdominal contraction. *PM R* 2014;6(1):13-21.
- (202) Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer G, Greene H. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. *Spine* 2001;26(7):724-730.
- (203) Ikeda D, McGill S. Can altering motions, postures, and loads provide immediate low back pain relief: a study of 4 cases investigating spine load, posture, and stability. *Spine* 2012;37(23):E1469-75.

- (204) Cholewicki J, Juluru K, McGill SM. Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *J Biomech* 1999;32(1):13-7.
- (205) Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology* 2000;89(3):967-976.
- (206) Rozen W, Tran T, Ashton M, Barrington M, Ivanusic J, Taylor G. Refining the Course of the Thoracolumbar Nerves: a New Understanding of the Innervation of the Anterior Abdominal Wall. *Clinical Anatomy* 2008;21:325-333.
- (207) Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 1996;21(22):2640-50.
- (208) Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, Damen L, Pas MS, Storm J. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine* 2002;27(4):399-405.
- (209) Gracovetsky S, Farfan HF, Lamy C. The mechanics of the lumbar spine. *Spine* 1981;6(3):249-62
- (210) Aspinall W. Clinical implications of iliopsoas dysfunction. *The journal of manual and manipulative therapy* 1993;1(2):41-46.
- (211) Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Clinically Oriented Anatomy*. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2009 Feb.
- (212) Allon AAP, Butcher KB, Schneider RAP, Lotz JCP. Structured Bilaminar Co-Culture Outperforms Stem Cells and Disc Cells in a Simulated Degenerate Disc Environment. *Spine* 2012;37(10):813-8
- (213) Iatridis JC, MacLean JJ, Roughley PJ, Alini M. Effects of mechanical loading on intervertebral disc metabolism in vivo. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(2):41-6.

- (214) Michalek AJ, Iatridis JC. Penetrating annulus fibrosus injuries affect dynamic compressive behaviors of the intervertebral disc via altered fluid flow: an analytical interpretation. *J Biomech Eng* 2011;133(8):084502.
- (215) Gilchrist CL, Darling EM, Chen J, Setton LA. Extracellular matrix ligand and stiffness modulate immature nucleus pulposus cell-cell interactions. *PLoS One* 2011;6(11):27170.
- (216) Hsieh AH, Twomey JD. Cellular Mechanobiology of the Intervertebral Disc: New Directions and Approaches. *J Biomech* 2010;43(1):137.
- (217) Hong CH, Park JS, Jung KJ, Kim WJ. Measurement of the Normal Lumbar Intervertebral Disc Space Using Magnetic Resonance Imaging. *Asian Spine J* 2010;4(1):1-6.
- (218) Videman T, Leppävuori J, Kaprio J, Battié MC, Gibbons LE, Peltonen L, Koskenvuo M. Intragenic polymorphisms of the vitamin D receptor gene associated with intervertebral disc degeneration. *Spine* 1998;23(23):247-85.
- (219) Jackson AR, Huang CY, Brown MD, Gu WY. 3D finite element analysis of nutrient distributions and cell viability in the intervertebral disc: effects of deformation and degeneration. *J Biomech Eng* 2011;133(9):091006.
- (220) Soukane DM, Shirazi-Adl A, Urban JP. Computation of coupled diffusion of oxygen, glucose and lactic acid in an intervertebral disc. *J Biomech* 2007;40(12):2645-54.
- (221) Brown T, Hanson R, Yorra A. Some mechanical test on the lumbo-sacral spine with particular reference to the intervertebral discs. *J Bone Joint Surg* 1957;39:1135-1154.
- (222) Nordin M. *Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético*. 3^a ed.: McGrawhill; 2009.

- (223) Mirza SK, White AA. Anatomy of intervertebral disc and pathophysiology of herniated disc disease. *J Clin Laser Med Surg.* 1995;13(3):131-42. Review.
- (224) Liu GZ, Ishihara H, Osada R, Kimura T, Tsuji H. Nitric oxide mediates the change of proteoglycan synthesis in the human lumbar intervertebral disc in response to hydrostatic pressure. *Spine* 2001;26(2):134-41.
- (225) Raj PP. Intervertebral Disc: Anatomy-Physiology-Pathophysiology-Treatment. *Pain Pract* 2008;8(1):18-44.
- (226) Roberts S, Menage J, Urban JP. Biochemical and structural properties of the cartilage end-plate and its relation to the intervertebral disc. *Spine* 1989;14(2):166-74.
- (227) Nerlich A, Schaaf R, Wälchli B, Boos N. Temporo-spatial distribution of blood vessels in human lumbar intervertebral discs. *European Spine Journal* 2007;16(4):547-555.
- (228) Liebscher T, Haefeli M, Wuertz K, Nerlich AG, Boos N. Age-related variation in cell density of human lumbar intervertebral disc. *Spine* 2011;36(2):153-9.
- (229) Inoue H, Takeda T. Three-dimensional observation of collagen framework of lumbar intervertebral discs. *Acta Orthop Scand* 1975;46(6):949-56.
- (230) Marchand F, Ahmed A. Investigation of the laminate structure of lumbar disc anulus fibrosus. *Spine* 1990;15(5):402-10.
- (231) Hayes AJ, Benjamin M, Ralphs JR. Extracellular matrix in development of the intervertebral disc. *Matrix Biol* 2001;20(2):107-21.
- (232) Melrose J, Ghosh P, Taylor TK. A comparative analysis of the differential spatial and temporal distributions of the large (aggrecan, versican) and small (decorin, biglycan, fibromodulin) proteoglycans of the intervertebral disc. *J Anat* 2001;198(1):3-15.

- (233) Johnstone B, Markopoulos M, Neame P, Caterson B. Identification and characterization of glycanated and non-glycanated forms of biglycan and decorin in the human intervertebral disc. *Biochem J* 1993;292(3):661-6.
- (234) Sztrolovics R, Alini M, Mort JS, Roughley PJ. Age-related changes in fibromodulin and lumican in human intervertebral discs. *Spine* 1999;24(17):1765-71.
- (235) Oegema TR Jr, Johnson SL, Aguiar DJ, Ogilvie JW. Fibronectin and its fragments increase with degeneration in the human intervertebral disc. *Spine* 2000;25(21):2742-7.
- (236) Sedowofia KA, Tomlinson IW, Weiss JB, Hilton RC, Jayson MI. Collagenolytic enzyme systems in human intervertebral disc: their control, mechanism, and their possible role in the initiation of biomechanical failure. *Spine* 1982;7(3):213-22.
- (237) Maroudas A, Stockwell RA, Nachemsom A, Urban J. Factors involved in the nutrition of the human lumbar intervertebral disc: cellularity and diffusion of glucose in vitro. *Journal of Anatomy* 1975;120:113-130.
- (238) Cailliet R. *Low Back Pain Syndrome*. 5th ed. Philadelphia: FA Davis; 1995.
- (239) Smith LJ, Elliot DM. Formation of lamellar cross bridges in the annulus fibrosus of the intervertebral disc is a consequence of vascular regression. *Matrix Biol* 2011;30(4):267-74.
- (240) Kliskey K, Williams K, Yu J, Jackson D, Urban J, Athanasou N. The presence and absence of lymphatic vessels in the adult human intervertebral disc: relation to disc pathology. *Skeletal Radiology* 2009;38(12):1169-1173.
- (241) David G, Ciurea AV, Iencean SM, Mohan A. Angiogenesis in the degeneration of the lumbar intervertebral disc. *J Med Life* 2010;3(2):154-61.

- (242) Kauppila LI, McAlindon T, Evans S, Wilson PW, Kiel D, Felson DT. Disc degeneration/back pain and calcification of the abdominal aorta. A 25-year follow-up study in Framingham. *Spine* 1997;22(14):1642-7.
- (243) Roberts S, Eisenstein SM, Menage J, Evans EH, Ashton IK. Mechanoreceptors in intervertebral discs. Morphology, distribution, and neuropeptides. *Spine* 1995;20(24):2645-51.
- (244) Indahl A, Kaigle AM, Reikeräs O, Holm SH. Interaction between the porcine lumbar intervertebral disc, zygapophysial joints, and paraspinal muscles. *Spine* 1997;22(24):2834-40.
- (245) Freemont AJ, Watkins A, Le Maitre C, Baird P, Jeziorska M, Knight MT, Ross ER, O'Brien JP, Hoyland JA. Nerve growth factor expression and innervation of the painful intervertebral disc. *J Pathol* 2002;197(3):286-92.
- (246) Yamauchi K, Inoue G, Koshi T, Yamashita M, Ito T, Suzuki M, Eguchi Y, Orita S, Takaso M, Nakagawa K, Aoki Y, Ochiai N, Kishida S, Endo M, Yamashita T, Takahashi K, Ohtori S. Nerve growth factor of cultured medium extracted from human degenerative nucleus pulposus promotes sensory nerve growth and induces substance p in vitro. *Spine* 2009;34(21):2263-9.
- (247) Urban JP, Maroudas A. Swelling of the intervertebral disc in vitro. *Connect Tissue Res* 1981;9(1):1-10.
- (248) Melrose J, Smith SM, Little CB, Moore RJ, Vernon-Roberts B, Fraser RD. Recent advances in annular pathobiology provide insights into rim-lesion mediated intervertebral disc degeneration and potential new approaches to annular repair strategies. *Eur Spine J* 2008;17(9):1131-48.
- (249) Li S, Patwardhan AG, Amirouche FM, Havey R, Meade KP. Limitations of the standard linear solid model of intervertebral discs subject to prolonged loading and low-frequency vibration in axial compression. *J Biomech* 1995;28(7):779-90.

- (250) Neidlinger-Wilke C, Mietsch A, Rinkler C, Wilke HJ, Ignatius A, Urban J. Interactions of environmental conditions and mechanical loads have influence on matrix turnover by nucleus pulposus cells. *J Orthop Res* 2012;30(1):112-21.
- (251) Cholewicki J RN. All abdominal muscles must be considered when evaluating the intra-abdominal pressure contribution to trunk extensor moment and spinal loading. *J Biomech* 2004;37(6):953-4.
- (252) Brinjikji W, Luetmer P, Comstock B, Bresnahan B, Chen L, Deyo R, et al. Systematic literature review of imaging features of spinal degeneration in asymptomatic populations. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015;36(4):811-6.
- (253) Raciborski F, Gasik R, Kłak A. Disorders of the spine. A major health and social problem. *Reumatologia* 2016;54(4): 196–200.
- (254) Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Changes in Lumbar Movement in People With Low Back Pain Are Related to Compromised Balance. *Spine* 2011;36(1):45-52.
- (255) Shum GLK, Crosbie J, Lee RYW. Back Pain Is Associated With Changes in Loading Pattern Throughout Forward and Backward Bending. *Spine* 2010;35(25):1472-8.
- (256) Solecki L. Low back pain among farmers exposed to whole body vibration: a literature review. *Med Pr* 2011;62(2):187-202.
- (257) Zhang Y, Guo T, Guo X, Wu S. Clinical diagnosis for discogenic low back pain. *Int J Biol Sci* 2009;5(7):647–658.
- (258) Hicks GE, Morone N, Weiner DK. Degenerative Lumbar Disc and Facet Disease in Older Adults: Prevalence and Clinical Correlates. *Spine* 2009;34(12):1301-6.

- (259) Manchikanti L, Glaser SE, Wolfer L, Derby R, Cohen SP. Systematic review of lumbar discography as a diagnostic test for chronic low back pain. *Pain Physician* 2009;12(3):541-59.
- (260) Keorochana G, Taghavi CE, Tzeng ST, Morishita Y, Yoo JH, Lee KB, et al. Magnetic resonance imaging grading of interspinous ligament degeneration of the lumbar spine and its relation to aging, spinal degeneration, and segmental motion. *J Neurosurg Spine* 2010;13(4):494-499.
- (261) Lovett AW. A contribution to the study of the mechanism of the spine. *Am J Anat* 1903;2:457-462.
- (262) Panjabi M, White A. *Clinical biomechanics of the spine*. 2nd edn Lippincott, Philadelphia, PA 1995.
- (263) Nachemson A, Morris JM. In vivo measurements of intradiscal pressure. *J Bone Joint Surgery* 1964;46:1077-92.
- (264) Sato K, Kikuchi S, Yonezawa T. In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems. *Spine* 1999;24(23):2468-74.
- (265) Jackson M, Solomonow M, Zhou B, Baratta RV, Harris M. Multifidus EMG and tension-relaxation recovery after prolonged static lumbar flexion. *Spine* 2001;26:715-723.
- (266) Solomonow M, Zhou B, Baratta RV, Zhu M, Lu Y. Neuromuscular disorders associated with static lumbar flexion: a feline model. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2002;12:81-90.
- (267) Keller TS, Nathan M. Height change caused by creep in intervertebral discs: a sagittal plane model. *J Spinal Disord* 1999;12(4):313-24.
- (268) Iatridis JC, Kumar S, Foster RJ, Weidenbaum M, Mow VC. Shear mechanical properties of human lumbar annulus fibrosus. *J Orthop Res* 1999;17(5):732-7.

- (269) Boos N, Wallin A, Gbedegbegnon T, Aebi M, Boesch C. Quantitative MR imaging of lumbar intervertebral disks and vertebral bodies: influence of diurnal water content variations. *Radiology* 1993;188(2):351-4.
- (270) Eklund JA, Corlett EN. Shrinkage as a measure of the effect of load on the spine. *Spine* 1984;9(2):189-94.
- (271) Paajanen H, Lehto I, Alanen A, Erkiintalo M, Komu M. Diurnal fluid changes of lumbar discs measured indirectly by magnetic resonance imaging. *J Orthop Res* 1994;12(4):509-14.
- (272) Thornton WE, Moore TP, Pool SL. Fluid shifts in weightlessness. *Aviat Space Environ Med* 1987;58(9 Pt 2):86-90.
- (273) Shirazi-Adl SA, Shrivastava SC, Ahmed AM. Stress analysis of the lumbar disc-body unit in compression. A three-dimensional nonlinear finite element study. *Spine* 1984;9(2):120-34.
- (274) Roberts S, Menage J, Eisenstein SM. The cartilage end-plate and intervertebral disc in scoliosis: calcification and other sequelae. *J Orthop Res* 1993;11(5):747-57.
- (275) Nachemson A, Elfstrom G. Intravital dynamic pressure measurements in lumbar disks. A study of common movements, manoeuvres and exercises. *Scand J rehab Med* 1970;1:1-40
- (276) Kauppila LI. Prevalence of stenotic changes in arteries supplying the lumbar spine. A postmortem angiographic study on 140 subjects. *Ann Rheum Dis* 1997;56(10):591-5.
- (277) Williams FM, Sambrook P. Neck and back pain and intervertebral disc degeneration: role of occupational factors. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2011;25(1):69-79.

- (278) Sambrook PN, MacGregor AJ, Spector TD. Genetic influences on cervical and lumbar disc degeneration: a magnetic resonance imaging study in twins. *Arthritis Rheum* 1999;42(2):366-72.
- (279) Livshits G, Popham M, Malkin I, Sambrook PN, Macgregor AJ, Spector T, Williams FM. Lumbar disc degeneration and genetic factors are the main risk factors for low back pain in women: the UK Twin Spine Study. *Ann Rheum Dis* 2011;70(10):1740-5.
- (280) Annunen S, Paassilta P, Lohiniva J, Perälä M, Pihlajamaa T, Karppinen J, Tervonen O, Kröger H, Lähde S, Vanharanta H, Ryhänen L, Göring HH, Ott J, Prockop DJ, Ala-Kokko L. An allele of COL9A2 associated with intervertebral disc disease. *Science* 1999;285(5426):409-12.
- (281) Kawaguchi Y, Osada R, Kanamori M, Ishihara H, Ohmori K, Matsui H, Kimura T. Association between an aggrecan gene polymorphism and lumbar disc degeneration. *Spine* 1999;24(23):2456-60.
- (282) Paassilta P, Lohiniva J, Göring HH, Perälä M, Räänä SS, Karppinen J, Hakala M, Palm T, Kröger H, Kaitila I, Vanharanta H, Ott J, Ala-Kokko L. Identification of a novel common genetic risk factor for lumbar disk disease. *JAMA* 2001;285(14):1843-9.
- (283) Mok FPS, Samartzis D, Karppinen J, Luk KDK, Fong DYT, Cheung KMC. ISSLS Prize Winner: Prevalence, Determinants, and Association of Schmorl Nodes of the Lumbar Spine With Disc Degeneration: A Population-Based Study of 2449 Individuals. *Spine* 2010;35(21):1944-52.
- (284) Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, Solovieva S, Viikari-Juntura E. The association between smoking and low back pain: a meta-analysis. *Am J Med* 2010;123(1):87.
- (285) Holm S, Nachemsom A. Nutrition of the intervertebral disc: acute effects of cigarette smoking. An experimental animal study. *Ups J Med Sci* 1988;93(1):91-9.

- (286) Holm S, Nachemson A. Variations in the nutrition of the canine intervertebral disc induced by motion. *Spine* 1983;8(8):866-74.
- (287) Hernández Triana M, Ruiz Álvarez V. Obesidad, una epidemia mundial: Implicaciones de la genética. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas* 2007;26(3).
- (288) Sems SA, Johnson M, Cole PA, Byrd CT, Templeman DC, Minnesota Orthopaedic Trauma Group. Elevated body mass index increases early complications of surgical treatment of pelvic ring injuries. *J Orthop Trauma* 2010;24(5):309-14.
- (289) Weiler C, Lopez-Ramos M, Mayer HM, Korge A, Siepe CJ, Wuertz K, Weiler V, Boos N, Nerlich AG. Histological analysis of surgical lumbar intervertebral disc tissue provides evidence for an association between disc degeneration and increased body mass index. *BMC Res Notes* 2011;4:497.
- (290) Samartzis D, Karppinen J, Mok F, Fong DY, Luk KD, Cheung KM. A population-based study of juvenile disc degeneration and its association with overweight and obesity, low back pain, and diminished functional status. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(7):662-70.
- (291) Kobayashi Y, Sekiguchi M, Konno S, Kikuchi S.. Increased intramuscular pressure in lumbar paraspinal muscles and low back pain: model development and expression of substance P in the dorsal root ganglion. *Spine* 2010;35(15):1423-8.
- (292) Canbay S, Turhan N, Bozkurt M, Arda K, Caglar S. Correlation of matrix metalloproteinase-3 expression with patient age, magnetic resonance imaging and histopathological grade in lumbar disc degeneration. *Turk Neurosurg* 2013;23(4):427-33.
- (293) Tian Y, Yuan W, Fujita N, Wang J, Wang H, Shapiro IM, et al. Inflammatory cytokines associated with degenerative disc disease control aggrecanase-1 (ADAMTS-4) expression in nucleus pulposus cells through MAPK and NF-κB. *Am J Pathol* 2013;182(6):2310-21.

- (294) Lukes A, Mun-Bryce S, Lukes Mea. Extracellular matrix degradation by metalloproteinases and central nervous system diseases. *Mol Neurobiol* 1999;19:267–284.
- (295) Kanemoto M, Hukuda S, Komiya Y, Katsuura A, Nishioka J. Immunohistochemical study of matrix metalloproteinase-3 and tissue inhibitor of metalloproteinase-1 human intervertebral discs. *Spine* 1996;21(1):1-8.
- (296) Borthakur A, Maurer PM, Fenty M, Wang C, Berger R, Yoder J, et al. T1p magnetic resonance imaging and discography pressure as novel biomarkers for disc degeneration and low back pain. *Spine* 2011;36(25):2190-6.
- (297) Protusión discal. Available at: <http://es.mimi.hu/medicina/protrusion.html>.
- (298) Hernia discal. Available at:
(<http://www.meurocirugia.com/diagnostico/hernialumbar/HERNIA%20DISAL%20LUMBAR.htm>).
- (299) Durán HF. Unión disco-vertebral: ¿qué es lo patológico? *Revista chilena de radiología* 2003;9(2):51-60.
- (300) Hasegawa T, An HS, Haughton VM, Nowicki BH. Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina. A cryomicrotome study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77(1):32-8.
- (301) Hasue M, Kikuchi S, Sakuyama Y, Ito T. Anatomic study of the interrelation between lumbosacral nerve roots and their surrounding tissues. *Spine* 1983;8(1):50-8.
- (302) Garfin SR, Rydevik B, Lind B, Massie J. Spinal nerve root compression. *Spine* 1995;20(16):1810-20.
- (303) Rydevik BL. The effects of compression on the physiology of nerve roots. *J Manipulative Physiol Ther* 1992;15(1):62-6.

- (304) Cuellar JM, Montesano PX, Carstens E. Role of TNF-alpha in sensitization of nociceptive dorsal horn neurons induced by application of nucleus pulposus to L5 dorsal root ganglion in rats. *Pain* 2004;110(3):578-87.
- (305) Olmarker K LK. Tumor necrosis factor alpha and nucleus-pulposus-induced nerve root injury. *Spine* 1998;23(23):2538-44.
- (306) Murata Y, Nannmark U, Rydevik B, Takahashi K, Olmarker K. The role of tumor necrosis factor-alpha in apoptosis of dorsal root ganglion cells induced by herniated nucleus pulposus in rats. *Spine* 2008;33(2):155-62.
- (307) He M, Wang GB, Wang JS. The clinical research of the relation between the pain and the disc herniation type. *Zhongguo Gu Shang* 2011;24(7):578-81.
- (308) Prechtl JC PT. B-Afferents: A fundamental division of the nervous system mediating homeostasis? *Behavioral and Brain Sciences* 1990;13:289-300.
- (309) Levine JD, Fields HL, Basbaum AI. Peptides and the primary afferent nociceptor. *J Neurosci* 1993;13(6):2273-86.
- (310) Julius D, Basbaum A. Molecular mechanisms of nociception. *Nature* 2001;413(6852):203-10.
- (311) Payan DG. Neuropeptides and inflammation: the role of substance P. *Annu Rev Med* 1989;40:341-52.
- (312) Sudduth-Klinger J, Schumann M, Gardner P, Payan DG. Functional and immunological responses of Jurkat lymphocytes transfected with the substance P receptor. *Cell Mol Neurobiol* 1992;12(5):379-95.
- (313) Willard FH. Nociception, the neuroendocrine immune system and osteopathic medicine. In: Ward RC, editor. *Foundations for osteopathic medicine Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins* 2003;p:137-156.
- (314) Woolf CJ. Pain: moving from symptom control toward mechanism-specific pharmacologic management. *Ann Intern Med* 2004;140(6):441-51.

- (315) Konttinen YT, Grönblad M, Korkala O, Tolvanen E, Polak JM. Immunohistochemical demonstration of subclasses of inflammatory cells and active, collagen-producing fibroblasts in the synovial plicae of lumbar facet joints. *Spine* 1990;15(5):387-90.
- (316) Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, Tosteson ANA, Hanscom B, Skinner JS, et al. Surgical vs nonoperative treatment for lumbar disk herniation: the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT): a randomized trial. *JAMA* 2006;296(20):2441.
- (317) O'Connor BL, Pamoski MJ, Brandt KD. Neurogenic acceleration of degenerative joint lesions. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67(4):562-72.
- (318) Holzer P. Local effector functions of capsaicin-sensitive sensory nerve endings: involvement of tachykinins, calcitonin gene-related peptide and other neuropeptides. *Neuroscience* 1988;24(3):739-68.
- (319) Kidd BL, Cruwys S, Mapp PI, Blake DR. Role of the sympathetic nervous system in chronic joint pain and inflammation. *Ann Rheum Dis* 1992;51(11):1188-91.
- (320) Basbaum AI, Levine JD. The contribution of the nervous system to inflammation and inflammatory disease. *Can J Physiol Pharmacol* 1991;69(5):647-51.
- (321) Houra K, Beros V, Kovac D, Sajko T, Gnjidic Z, Rotim K. Accidental finding of an anomalous spinal nerve root during lumbar-disc surgery: a case report and a review of literature. *Coll Antropol* 2010;34(3):1105-1108.
- (322) Divano L, Maviglia C. Sciatalgy: which imaging in first intention?. *Rev Med Brux* 2010;31(4):275-281.
- (323) Byun WM, Jang HW, Kim SW. Three Dimensional Magnetic Resonance Rendering Imaging of Lumbosacral Radiculography in the Diagnosis of

Symptomatic Extraforaminal Disc Herniation with or without Foraminal Extension. *Spine* 2012;37(10):840-4.

(324) Garcia de Frutos A., Esteban Navarro PL., Poggio Cano D., Garcia Ramiro S. Hernia discal lumbar. *Jano Medicina y Humanidades* 2005;69(1575):25-30.

(325) Thompson JP, Pearce RH, Schechter MT, Adams ME, Tsang IK, Bishop PB. Preliminary evaluation of a scheme for grading the gross morphology of the human intervertebral disc. *Spine* 1990;15(5):411-5.

(326) Antoniou J, Pike GB, Steffen T, Baramki H, Poole AR, Aebi M, Alini M. Quantitative magnetic resonance imaging in the assessment of degenerative disc disease. *Magn Reson Med* 1998;40(6):900-7.

(327) Watters WC 3rd, McGirt MJ. An evidence-based review of the literature on the consequences of conservative versus aggressive discectomy for the treatment of primary disc herniation with radiculopathy. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 2009;9(3):240.

(328) Miranda C, Ceratto R, Ferrario A, Cohen J, Lylyk P. Estado actual de la radiología intervencionista para el tratamiento del dolor de la columna vertebral. Cirugía mínimamente invasiva. *Revista Neurocirugía* 2011;4(4).

(329) Kallewaard JW, Terheggen MA, Groen GJ, Sluijter ME, Derby R, Kapural L, Mekhail N, van Kleef M. Discogenic low back pain. *Pain Pract* 2010;10(6):560-79.

(330) Allen RT, Garfin SR. The economics of minimally invasive spine surgery: the value perspective. *Spine* 2010;35(26):375-82.

(331) Buttermann GR. The effect of spinal steroid injections for degenerative disc disease. *Spine J* 2004;4(5):495-505.

(332) Shamliyan T, Staal J, Goldmann D, Sands-Lincoln M. Epidural steroid injections for radicular lumbosacral pain: a systematic review. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2014;25(2):471-89.

- (333) Watters W3, R, DK., Eck J, Ghogawala Z, Mummaneni P, Dailey A, et al. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 13: injection therapies, low-back pain, and lumbar fusion. *J Neurosurg Spine* 2014;21(1):79-90.
- (334) Thefenne L, Dubecq C, Zing E, Rogez D, Soula M, Escobar E, Defuentes G, Lapeyre E, Berets O. A rare case of paraplegia complicating a lumbar epidural infiltration. *Ann Phys Rehabil Med* 2010;53(9):575-83.
- (335) Postacchini F, Postacchini R. Operative management of lumbar disc herniation: the evolution of knowledge and surgical techniques in the last century. *Acta Neurochir Suppl* 2011;108:17-21.
- (336) Helm Li S, Deer T, Manchikanti L, Datta S, Chopra P, Singh V, et al. Effectiveness of thermal annular procedures in treating discogenic low back pain. *Pain Physician* 2012;15(3):E279-304.
- (337) Kvarstein G, Måwe L, Indahl A, Hol PK, Tennøe B, Digernes R, et al. A randomized double-blind controlled trial of intra-annular radiofrequency thermal disc therapy – A 12-month follow-up. *Pain* 2009;145: 279–286.
- (338) globalclinic.cl. Qué es "coblation". 2012; Available at: http://cirujano.cl/undostres/wpcontent/uploads/2012/08/Coblation_Definicion1.pdf
- (339) Eichen P, Achilles N, König V, Mosges R, Hellmich M, Himpe B, et al. Nucleoplasty, a minimally invasive procedure for disc decompression: a systematic review and meta-analysis of published clinical studies. *Pain Physician* 2014;17(2):E149-73.
- (340) Burnett MG, Stein SC, Bartels RH. Cost-effectiveness of current treatment strategies for lumbar spinal stenosis: nonsurgical care, laminectomy, and X-STOP. *J Neurosurg Spine* 2010;13(1):39-46.
- (341) Al-Khouja L, Baron E, Johnson J, Kim T, Drazin D. Cost-effectiveness analysis in minimally invasive spine surgery. *Neurosurg Focus* 2014;36(6):E4.

- (342) Bueno CS, Real EO, Alvarez VL, Anaya RR, Gonzales JMG. Estudio comparativo de la protesis total de disco lumbar versus artrodesis 360°. *Coluna/Columna* 2006;5(1):13-18.
- (343) Brisby H, Wei AQ, Molloy T, Chung SA, Murrell GA, Diwan AD. The Effect of Running Exercise on Intervertebral Disc Extracellular Matrix Production in a Rat Model. *Spine* 2010;35(15):1429–1436.
- (344) Piñera AR, Duran C, Lopez B, Saez I, Correia E, Alvarez L. Instrumented lumbar arthrodesis in elderly patients: prospective study using cannulated cemented pedicle screw instrumentation. *Eur Spine J* 2011;20(3):408-14.
- (345) Tobler WD FL. The presacral retroperitoneal approach for axial lumbar interbody fusion. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2011;93(7):955-960.
- (346) Glassman SD, Polly DW, Dimar JR, Carreon LY. The Cost Effectiveness of Single-Level Instrumented Posterolateral Lumbar Fusion at Five Years
After Surgery. *Spine* 2012;37(9):769–774.
- (347) Bisseling P, Zeilstra DJ, Hol AM, van Susante JL. Metal ion levels in patients with a lumbar metal-on-metal total disc replacement: should we be concerned? *J Bone Joint Surg Br* 2011;93(7):949-54.
- (348) Proubasta IR, Vallvé EQ, Aguilar LF, Villanueva CL, Iglesias JJ. Intraoperative antepulsion of a fusion cage in posterior lumbar interbody fusion: a case report and review of the literature. *Spine* 2002;27(17):399-402.
- (349) van den Eerenbeemt KD, Ostelo RW, van Royen BJ, Peul WC, van Tulder MW. Total disc replacement surgery for symptomatic degenerative lumbar disc disease: a systematic review of the literature. *Eur Spine J* 2010;19(8):1262–1280.
- (350) Hellum C, Johnsen LG, Storheim K, Nygaard P, Brox JI, Rossvoll I, Sandvik L, Grundnes O. Surgery with disc prosthesis versus rehabilitation in patients with low back pain and degenerative disc: two year follow-up of randomised study. *BMJ* 2011;342:2786.

- (351) Sánchez-Ramos A, Sotos-Borrás M, Llorensi-Torrent G, Fernández-García C, Pérez-Martínez E. Vertebral arthroplasty. *Rehabilitación* 2007.;41(6):273-279.
- (352) Arestov SO, Gushcha AO, Kashcheev AA. Specific features of technique and long-term results of portal endoscopic procedures in lumbosacral disk herniations. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko* 2011;75(1):27-33.
- (353) Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, Peul W, van Royen B, van Tulder M. Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: a systematic review of the literature. *Eur Spine J* 2010;19:181-204.
- (354) McGregor AH, Dore CJ, Morris TP, Morris S, Jamrozik K. Function after spinal treatment, exercise and rehabilitation (FASTER): improving the functional outcome of spinal surgery. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2010;11(1):17.
- (355) Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Recurrent Lumbar Disc Herniation After Conventional Discectomy: A Prospective, Randomized Study Comparing Full-endoscopic Interlaminar and Transforaminal Versus Microsurgical Revision. *Journal of Spinal Disorders & Techniques* 2009;22(2):122.
- (356) Wu RH, Fraser JF, Härtl R. Minimal Access Versus Open Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: Meta-Analysis of Fusion Rates. *Spine* 2010;35(26):2273-81.
- (357) Kim YS, Park J, Hsu J, Cho KK, Kim YH, Shim JK. Effects of training frequency on lumbar extension strength in patients recovering from lumbar dyscectomy. *J Rehabil Med* 2010;42(9):839-845.
- (358) Imamovic MZ, Hodzic M, Durakovic SK, Basic NK, Cickusic A, Imamovic G. Functional status of patients after lumbar disc herniation surgery. *Reumatizam* 2010;57(1):21-25.
- (359) Arts M, Brand R, van der Kallen B, Lycklama à Nijeholt G, Peul W. Does minimally invasive lumbar disc surgery result in less muscle injury than

conventional surgery? A randomized controlled trial. *European Spine Journal* 2011;20(1):51-57.

(360) Mayer HM, Brock M. Percutaneous endoscopic discectomy: surgical technique and preliminary results compared to microsurgical discectomy. *J Neurosurg* 1993;78(2):216-25.

(361) Osterman H, Seitsalo S, Karppinen J, Malmivaara A. Effectiveness of microdiscectomy for lumbar disc herniation: a randomized controlled trial with 2 years of follow-up. *Spine* 2006;31(21):2490-14.

(362) Jacobs W, van Tulder M, Arts M, Rubinstein S, van Middelkoop M, Ostelo R, et al. Surgery versus conservative management of sciatica due to a lumbar herniated disc: a systematic review. *European Spine Journal* 2011;20(4):513-22.

(363) Peul WC, van den Hout WB, Brand R, Thomeer RT, Koes BW. The Hague Spine Intervention Prognostic Study Group. Prolonged conservative care versus early surgery in patients with sciatica caused by lumbar disc herniation: two year results of a randomised controlled trial. *BMJ* 2008;336(7657):1355–1358.

(364) Dewing CB, Provencher MT, Riffenburgh RH, Kerr S, Manos RE. The outcomes of lumbar microdiscectomy in a young, active population: correlation by herniation type and level. *Spine* 2008;33(1):33.

(365) Shamim MS, Parekh MA, Bari ME, Enam SA, Khursheed F. Microdiscectomy for lumbosacral disc herniation and frequency of failed disc surgery. *World Neurosurg* 2010;74(6):611-6.

(366) Memtsoudis SG, Kirksey M, Ma Y, Chiu YL, Mazumdar M, Pumberger M, et al. Metabolic Syndrome and Lumbar Spine Fusion Surgery: Epidemiology and Perioperative Outcomes. *Spine* 2012;37(11):989-95.

(367) Kebaish KM. Sacropelvic Fixation: Techniques and Complications. *Spine* 2010;35(25):2245-51.

- (368) De Jongh WA, Martínez E, Yao E, Hernández O. Resultados del tratamiento microquirúrgico de la discopatía lumbar. II Congreso Virtual Neurocirugía 2002.
- (369) Akbaş N, Dalbayrak S, Külcü D, Yılmaz M, Yılmaz T, Naderi S. Assessment of sexual dysfunction before and after surgery for lumbar disc herniation. *J Neurosurg Spine* 2010;13(5):581-6.
- (370) Madhusudan Reddy KR, Vimala S, Umamaheswara Rao GS. Undetected iliac artery injury presenting as acute intraoperative hypotension during lumbar disc surgery. *Neurol India* 2011;59:307-8.
- (371) de Quintana-Schmidt C, Clavel-Laria P, Bartumeus-Jené F. Lesión del uréter tras una cirugía lumbar posterior. Caso clínico. *Neurocirugía* 2011;22:162-166.
- (372) Akhaddar A, Oukabli M, Elmostarchid B, Albouzidi A, Boucetta M. Recurrent lumbosciatica because of cotton granuloma after surgery for lumbar disc herniation. *Spine J* 2011;11(4):363-4.
- (373) Sonntag VK. Treatment of the Herniated Lumbar Disc: Persistent Problem. *World Neurosurg* 2010;74(6):574-5.
- (374) McCormack R, Hunter T, Ramos N, Michels R, Hutzler L, Bosco J. An Analysis of Causes of Readmission after Spine Surgery. *Spine* 2011;37(14):1260-6.
- (375) Rundell SA, Day JS, Isaza J, Guillory S, Kurtz SM. Lumbar Total Disc Replacement Impingement Sensitivity to Disc Height Distraction, Spinal Sagittal Orientation, Implant Position, and Implant Lordosis. *Spine* 2011;37(10):590-8.
- (376) Ambrossi GLG, McGirt MJ, Sciubba DM, Witham TF, Wolinsky J, Gokaslan ZL, et al. Recurrent Lumbar Disc Herniation After Single-Level Lumbar Discectomy: Incidence and Health Care Cost Analysis. *Neurosurgery* 2009;65(3):574-8.
- (377) Martínez Quiñones JV, Aso J, Consolini F, Arregui R. Resultados a largo plazo de la microdiscectomía lumbar en una población laboralmente activa. *Neurocirugía* 2011;22:235-244.

- (378) Zieger M, Luppá M, Matschinger H, Meisel H, Günther L, Meixensberger J, et al. Affective, anxiety, and substance-related disorders in patients undergoing herniated disc surgery. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology* 2011;46(11):1181-90.
- (379) Bartels RH, Beems T, Verbeek AL. Prediction of the need for an MRI after surgical treatment of symptomatic lumbar herniated disc at discharge: evaluation of the necessity for regular visits at the outpatient clinic. *World Neurosurg* 2010;73(6):742-746.
- (380) Aemmer C. Manuel des techniques mécanistes du système locomoteur périphérique. Etiosciences SA., Genève 1983.
- (381) Greenman PE. Principios y práctica de la medicina manual. 2nd ed.: Panamericana 1996.
- (382) Mathews JA, Yates DAH. Reduction of lumbar disc prolapse by manipulation. *BMJ* 1969;3:696.
- (383) Maigne JY. Una clasificación de las lesiones discales lumbares. *Revue de Médecine Orthopédique* 1992;30:5-8.
- (384) Tixa S, Ebenegger B. Atlas de técnicas articulares osteopáticas. Elsevier; 2006.
- (385) Leerar P, Boissonnault W, Domholdt E, et al. Documentation of red flags by Physical therapists for patients with low back pain. *The Journal of Manual and Manipulative Therapy* 2007;15(1):42-49.
- (386) Airaksinen O, Brox J, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klüber-Moffett J, Kovacs F, et al. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J* 2006;15(2):192-300.

- (387) Fritz J, Cleland J. Subgrouping patients with low back pain: evolution of a classification approach to physical therapy. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37:290-302.
- (388) Assendelft WJJ, Morton SC, Yu EI et al. Spinal manipulative therapy for low back pain. A meta analysis of effectiveness relative to other therapies. *Ann Intern Med* 2003;138:871.
- (389) Kamanli A, Karaca-Acet G, Kaya A, Koc M, Yildirim H. Conventional physical therapy with lumbar traction; clinical evaluation and magnetic resonance imaging for lumbar disc herniation. *Bratisl Lek Listy* 2010;111(10):541-4.
- (390) Fryer G, Morse C, Johnson J. Spinal and sacroiliac assessment and treatment techniques used by osteopathic physicians in the United States. *Osteopathic Medicine and Primary Care* 2009;3(1):4.
- (391) Allegri M, Montella S, Salici F, Valente A, Marchesini M, Compagnone C, et al. Mechanisms of low back pain: a guide for diagnosis and therapy. *F1000Res* 2016;5:F1000 Faculty Rev-1530.
- (392) Lu L, Ke X, Mao X, Chen X, Wu F, Tong H. Clinical observation of post-extension pulling massage in treating lumbar disc herniation. *Zhongguo Gu Shang* 2010;23(10):790-791.
- (393) Hakkinen A, Ylinen J, Kautiainen H, Tarvainen U, Kiviranta I. Effects of home strength training and stretching versus stretching alone after lumbar disk surgery: a randomized study with a 1-year follow-up. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(5):865-870.
- (394) Pop T, Austrup H, Preuss R, Niedzialek M, Zaniewska A, Sobolewski M, et al. Effect of TENS on pain relief in patients with degenerative disc disease in lumbosacral spine. *Ortop Traumatol Rehabil* 2010;12(4):289-300.

- (395) Bronfort G, Haas M, Evans R, Bouter L. Efficacy of spinal manipulation and mobilization for low back pain and neck pain: a systematic review and best evidence synthesis. *Spine J* 2004;4(3):335-356.
- (396) Iwamoto J, Sato Y, Takeda T, Matsumoto H. The return to sports activity after conservative or surgical treatment in athletes with lumbar disc herniation. *Am J Phys Med Rehabil* 2010;89(12):1030-5.
- (397) Hahne AJ, Ford JJ, McMeeken JM. Conservative management of lumbar disc herniation with associated radiculopathy: a systematic review. *Spine* 2010;35(11):488-504.
- (398) Bronfort G, Haas M, Evans R, Leininger B, Triano J. Effectiveness of manual therapies: the UK evidence report. *Chiropr Osteopat* 2010;18:3-1340-18-3.
- (399) Li L, Zhan HS, Zhang MC, Chen B, Yuan WA, Shi YY. Systematic review of clinical randomized controlled trials on manipulative treatment of lumbar disc herniation]. *Zhongguo Gu Shang* 2010 Sep;23(9):696-700.
- (400) McMorland G, Suter E, Casha S, du Plessis S, Hurlbert R. Manipulation or microdiscectomy for sciatica? A prospective randomized clinical study. *J Manipulative Physiol Ther* 2010;33(8):576-584.
- (401) North American Spine Society. Evidence-Based Clinical Guidelines for Multidisciplinary Spine Care. Diagnosis and Treatment of Lumbar Disc Herniation with Radiculopathy. NASS 2012.
- (402) Braun J, Baraliakos X, Regel Aea. Assessment of spinal pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2014;28(6):875-87.
- (403) Amirdelfan K, McRoberts P, Deer T. The differential diagnosis of low back pain: a primer on the evolving paradigm. *Neuromodulation* 2014;17(2):11-7.

- (404) Merskey H, Bogduk N. Merskey H, Bogduk N. Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms. IASP Press 1994;p:190-191.
- (405) Monie M, Fazey P, Singer K, et al. Low back pain misdiagnosis or missed diagnosis: Core principles. *Man Ther* 2016;22:68–71.
- (406) Hidalgo B. Evidence based orthopaedic manual therapy for patients with nonspecific low back pain: An integrative approach. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2016;29(2):231-239.
- (407) McGill S. *Low Back Disorders: Evidence-Based Prevention and Rehabilitation, Second Edition*. 2^aed. ed.: HUMAN KINETICS; 2007.
- (408) Simons D, Travell J, Simons L. Dolor y disfunción miofascial, el manual de los puntos gatillo. Volumen 1, mitad superior del cuerpo. Médica Panamericana; 2002.
- (409) Borg-Stein J, Iaccarino M. Myofascial pain syndrome treatments. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2014;25(2):357-74.
- (410) Boyles R, Fowler R, Ramsey D, Burrows E. Effectiveness of trigger point dry needling for multiple body regions: a systematic review. *J Man Manip Ther* 2015;23(5):276-93.
- (411) Takamoto K, Bito I, Urakawa S, Sakai S, Kigawa M, Ono T, et al. Effects of compression at myofascial trigger points in patients with acute low back pain: A randomized controlled trial. *Eur J Pain* 2015;19: 1186–1196.
- (412) Patel V. Sacroiliac joint injuries. *Orthopedics* 2012;35(5):398.
- (413) Lozano-Quijada C, Poveda-Pagán EJ, Munuera-Verdú C. Disfunción sacroilíaca: fiabilidad y validez de los test de diagnóstico. Revisión bibliográfica. Sacroiliac joint dysfunction: reliability and validity of diagnostic test. Review. *Rev Fisioter (Guadalupe)* 2010;9(2):15-21.

- (414) Visser LH, Woudenberg NP, de Bont J, van Eijs F, Verwer K, Jenniskens H, et al. Treatment of the sacroiliac joint in patients with leg pain: a randomized-controlled trial. *Eur Spine J* 2013;22(10):2310–2317.
- (415) Kreiner D, Hwang S, Easa Jea. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation with radiculopathy. *Spine J* 2014;14(1):180–91.
- (416) Martínez-Quiñones JV, Aso-Escario J, Consolini F, Arregui-Calvo R. Regresión espontánea de hernias discales intervertebrales: A propósito de una serie de 37 casos. *Neurocirugía* 2010;21(2):108-117.
- (417) Rapan S, Gulan G, Lovrić I, Jovanović S. Spontaneous regression of intervertebral disc herniation-case reports. *Coll Antropol* 2011;35(1):211-5-5.
- (418) Monument MJ, Salo PT. Spontaneous regression of a lumbar disk herniation. *CMAJ* 2011;183(7):823.
- (419) Chang CW, Lai PH, Yip CM, Hsu SS. Spontaneous regression of lumbar herniated disc. *J Chin Med Assoc* 2009;72(12):650-3.
- (420) Nozawa S, Nozawa A, Kojima H, Shimizu K. Spontaneous disappearance of lumbar disk herniation within 3 months. *Orthopedics* 2009;32(11):852.
- (421) Sabuncuoğlu H, Ozdoğan S, Timurkaynak E. Spontaneous regression of extruded lumbar disc herniation: report of two illustrative case and review of the literature. *Turk Neurosurg* 2008;18(4):392-6.
- (422) Borota L, Jonasson P, Agolli A. Spontaneous resorption of intradural lumbar disc fragments. *Spine* 2008;8(2):397-403.
- (423) Sakai T, Tsuji T, Asazuma T, Yato Y, Matsubara O, Nemoto K. Spontaneous resorption in recurrent intradural lumbar disc herniation: Case report. *J Neurosurg Spine* 2007;6(6):574,578.

- (424) Gezici AR, Ergün R. Spontaneous regression of a huge subligamentous extruded disc herniation: short report of an illustrative case. *Acta Neurochir (Wien)* 2009;151(10):1299-300.
- (425) Kauppila LI. Ingrowth of blood vessels in disc degeneration. Angiographic and histological studies of cadaveric spines. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77(1):26-31.
- (426) Schollum ML, Appleyard RC, Little CB, Melrose J. A Detailed Microscopic Examination of Alterations in Normal Anular Structure Induced by Mechanical Destabilization in an Ovine Model of Disc Degeneration. *Spine* 2010;35(22):1965-73.
- (427) Reida JE, Meakina JR, Robinsb SP, Skaklec JMS, Hukinsa DWL. Sheep lumbar intervertebral discs as models for human discs. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)* (4):312.
- (428) Hegewald AA, Neumann K, Kalwitz G, Freymann U, Endres M, Schmieder K, et al. The Chemokines CXCL10 and XCL1 Recruit Human Annulus Fibrosus Cells. *Spine* 2012;37(2):101-7.
- (429) Moon HJ, Kim JH, Lee HS, Chotai S, Kang JD, Suh JK, Park YK. Annulus fibrosus cells interact with neuron-like cells to modulate production of growth factors and cytokines in symptomatic disc degeneration. *Spine* 2012;37(1):2-9.
- (430) Ricard F. Tratamiento Osteopático de las Lumbalgia y Lumbociáticas por Hernias Discales. Madrid: Médica Panamericana. 2003.
- (431) Farfan H, Cossette J, Robertson G, Wells R, Kraus H. The effects of torsion on the lumbar intervertebral joints: the role of torsion in the production of disc degeneration. *J Bone Joint Surg* 1970;52:468-497.
- (432) Veres S, Robertson P, Broom N. The influence of torsion on disc herniation when combined with flexion. *European Spine Journal* 2010;19(9):1468-1478.

- (433) Ayturk UM, Garcia JJ, Puttlitz CM. The micromechanical role of the annulus fibrosus components under physiological loading of the lumbar spine. *J Biomech Eng* 2010;132(6):061007.
- (434) Schultz A, Warwick D, Berkson M, Nachemson AL. Mechanical properties of human lumbar spine segments, 1. Response in flexion, extension, lateral bending and torsion. *J Biomech Eng* 1979;101: 46-52.
- (435) Tzaczuk H. Tensiles proprieties of the lumbar longitudinal ligament. *Acta Orthop Scan* 1968 (Supl. 115).
- (436) Bukmeister-Fuller. *Synergetics-Exploration in geometry of thinking*. Macmillan Publications New York 1975-1979.
- (437) Donald I. *The architecture of the life*. Scientific American 1998.
- (438) Levin S. The importance of the soft tissues for structural support of the body. *State of the art reviews* 1995;9.
- (439) Gehin A. *Concept de tenségrité en Osteopathie*. Sauramps Medical 2010.
- (440) Anderson BJK, Ortengren RN, Nachemson AL, et al. The sitting posture an electromyographic and discometric study. *Ortho Clin North Amer* 1975;6(1):105-20.
- (441) Nachemson A. The load of lumbar disks in different position of the body. *Clin Orthop*; 1996;45:107-22.
- (442) Nachemson A. *The lumbar Spine and Backache*. In: Jayson MIV, editor. *Lumbar intra discal pressure*; 1980.
- (443) Gehin A. *Technique Ostéopathique D'Absorption de Hernie Discale Lombaire*. Montpellier. SAURAMPS MEDICAL; 2014.
- (444) Linden M. Definition of compliance. *Int J Clin Pharmacol Ther Toxicol* 1981;19(2):86-90.

- (445) Korecki CL, Kuo CK, et al. Intervertebral disc cell response to dynamic compression is age frequency dependent. *J Orthop Res* 2008;27(6):800-6.
- (446) Rannou F, Richette P, et al. Cyclic tensile stretch modulates proteoglycan production by intervertebral disc annulus fibrosus cells through production of nitrite oxide. *J Cell Biochem* 2003;90:148-57.
- (447) Chagnon A, Aubin CE, Villemure I. Biomechanical influence of disk properties on the load transfer of healthy and degenerated disks using a poroelastic finite element model. *J Biomech Eng* 2010;132(11):111006.
- (448) Hernández Padrón E, Dueñas Ros F. Caracterización por imaginología de la hernia discal lumbar en pacientes operados: Una necesidad impostergable. *MediSur* 2009;7(3):3-9.
- (449) Lurie JD, Faucett SC, Hanscom B, Tosteson TD, Ball PA, Abdu WA, Frymoyer JW, Weinstein JN. Lumbar Discectomy Outcomes Vary by Herniation Level in the Spine Patient Outcomes Research Trial. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(9):1811-1819.
- (450) Harrop JS, Naroji S, Maltenfort MG, Ratliff JK, Tjoumakaris SI, Frank B, et al. Neurologic improvement after thoracic, thoracolumbar, and lumbar spinal cord (Conus Medullaris) injuries. *Spine* 2011;36(1):21-5.
- (451) Kessler JT, Melloh M, Zweig T, Aghayev E, Röder C. Development of a documentation instrument for the conservative treatment of spinal disorders in the international spine registry spine tango: Gp122. *Eur Spine J* 2011;20(3):369-79.
- (452) AOA (American Osteopathic Association). *Fundamentos de medicina osteopática*. 2ª ed. Panamericana 2006.
- (453) Shacklock M. Hacia un enfoque clínico-científico en el diagnóstico con test neurodinámicos (tensión neutral). *Fisioterapia* 2007;29(6):288-97.

(454) Borg-Stein J, Seroussi RE, Fowler B, Gliner BE. Percutaneous Neuromodulation Therapy for low back pain patients with subacute radiating pain. Nevada 2002; Association of Academic Physiatrists, Annual Educational Conference.

(455) White PF. Percutaneous Neuromodulation Therapy: Does the location of electrical stimulation effect the acute analgesic response? *Anesthesia Analgesia* 2000;91:949-954.

(456) OMS (organización mundial de la salud). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. 2010.

(457) Organización Mundial de la Salud (OMS). Cuestionario Mundial sobre Actividad Física (gpaq). Departamento de Enfermedades crónicas y Promoción de la Salud Vigilancia y Prevención basada en la población .

(458) Alpizar Campos R, Aviles Montoya E, Díaz Coto J. Validación de la versión en español del "health utility index" (Torrence) para la estimación de la calidad de vida. *Rev Cost de ciencias Médicas* 1996;17(4):15.

(459) FM Kovacs, J Llobera, MT Gil del Real, V Abaira, M Gestoso, C Fernández. Validation of the Spanish Version of the Roland-Morris Questionnaire. *Spine* 2002;27(5):538-42.

(460) Scharovsky A, Pueyrredon M, Craig D. Dolor Lumbar Crónico: Adaptación Cultural y Validación del Roland Morris Disability Questionnaire. *Rev Iberoamericana del Dolor* 2007;3:28-34.

(461) Morata Crespo A, Tris Ara M, De Miguel Negro M, Torrijos Tejada M. Adaptación transcultural del cuestionario LBOS a la población española. *Rehabilitación* 2006;40(3):132-140.

(462) Alcántara-Bumbiedro S, Flórez-García M, Echávarri-Pérez C, García-Pérez F. Escala de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry Oswestry low back pain disability questionnaire. *Rehabilitación* 2006;40(3):150-8.

- (463) Perret C, Poiraudeau S, Fermanian J, Lefèvre Colau M, Mayoux Benhamou M, Revel M. Validity, reliability, and responsiveness of the fingertip-to-floor test. *Physical Medicine and Rehabilitation* 2001;82(11):1566-1570.
- (464) Rudwaleit M, Van der Heijde D, Landewe R. The development of Assessment of SpondyloArthritis International Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part II): validation and final selection. *Ann Rheum Dis* 2009;68(6):777-783.
- (465) Jenkinson T, Mallorie P, Whitelock H, Kennedy L, Garret S, Calin A. Defining spinal mobility in ankylosing spondylitis (AS): the Bath AS metrology index. *J Rheumatol* 1994;21:1694-8.
- (466) Matthew P. Rupert, MD, MS, Marion Lee M, Laxmaiah Manchikanti M, Sukdeb Datta M, Steven P. Cohen M. Evaluation of Sacroiliac Joint Interventions: A Systematic Appraisal of the Literature. *The official journal of the American Society of interventional Pain Physicians* 2009;12(2):399-418.
- (467) Laslett M. Evidence-Based Diagnosis and Treatment of the Painful Sacroiliac Joint. *J Man Manip Ther* 2008;16(3): 142–152.
- (468) Levangie PK. Four Clinical Tests of Sacroiliac Joint Dysfunction: The Association of test Results with Innominate Torsion Among Patients With and Without Low Back Pain. *Phys Ther* 1999;79:1043-1057.
- (469) Goode A, Hegedus E, Sizer Jr P, Brismee J, Linberg A, Cook C. Three-Dimensional Movements of the Sacroiliac Joint: A Systematic Review of the Literature and Assessment of Clinical Utility. *J Man Manip Ther* 2008;16(1):25–38.
- (470) Magee D . *Orthopedic Physical Assessment*. 2008; 5th ed. St. Louis, MO: Saunders Elsevier.
- (471) Szadek KM, Wurff P, Tulder MW, Zuurmond WW, Perez RS. Diagnostic validity of criteria for sacroiliac joint pain: a systematic review. *Journal of Pain* 2009;10(4):354-368.

- (472) Acevedo Gonzalez J, Quintero Oliveros S. Diagnostic test scale SI5: Assessment of sacroiliac joint dysfunction. *Neurocirugía (Astur)* 2015;S1130-1473(15):21-4.
- (473) Massoud Arab A, Reza Nourbakhsh M, Mohammadifar A. The relationship between hamstring length and gluteal muscle strength in individuals with sacroiliac joint dysfunction. *The Journal of manual & manipulative therapy* 2011;19(1):5-10.
- (474) Miralles RC, Miralles I. Columna vertebral. *Biomecánica clínica de los tejidos y las articulaciones del aparato locomotor*. 2nd ed.: Masson 2005;p:177-201.
- (475) Boyling JD, Jull GA. Bases científicas y procedimientos de la terapia manual. *Grieve Terapia manual Contemporánea*: Masson; 2006;p:365-495.
- (476) Vleeming A, Mooney V, Stoeckart R. Intervención de la cintura pélvica en el acoplamiento columna-piernas: perspectiva anatomoclínica de la estabilidad pélvica. 2nd ed.: Elsevier 2008; p:113.
- (477) Rodríguez Fernández AL, Zuñil Escobar JC, López Andrino J. Tratamiento específico del músculo cuadrado lumbar en la lumbalgia: estudio de 14 casos. *Fisioterapia* 2003;25(4):233-43.
- (478) Gibbons P, Then P. Manipulación de la columna, el tórax y la pelvis. McGraw-Hill; 2000.
- (479) Maitland J. *Spinal Manipulation Made Simple*. North Atlantic; 2001.
- (480) kaltenborn FM. Movilización articular vertebral. *Fisioterapia manual Columna*. 2nd ed.: Mc Graw Hill 2003;p:83-97.
- (481) Maher CG. Effective physical treatment for chronic low back pain. 2004;35: 57-64.
- (482) Awad JN, Moskovich R. Lumbar disk herniations. Surgical versus nonsurgical treatments. *Clin Orthop* 2006;443:183-97.

- (483) Byström M, Rasmussen-Barr E, Grooten W. Motor control exercises reduces pain and disability in chronic and recurrent low back pain: a meta-analysis. *Spine* 2013;15;38(6):350-8.
- (484) Bogduk N. Anatomie Chinique du rachis lombal et sacré. Elseiver; 2005.
- (485) Nachemson A. Lumbar intradiscal pressure. Experimental studies on post-mortem material. *Acta Orthop Scan* 1980;43:1-104.
- (486) Table ronde INSZERM-SOFCOT. Réponses cellulaires aux contraintes mécaniques. 1998.
- (487) Declaración de Helsinki de la asociación Médica Mundial. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura* 2008:349-352.
- (488) Zhang W, Guo W, Zhao P, Zhou W, Wei J, Li X, et al. Therapeutic effects of Chinese osteopathy in patients with lumbar disc herniation. *Am J Chin Med* 2013;41(5):983-94.
- (489) Feng Y, Gao Y, Yang W, Feng T. Reduction in nerve root compression by the nucleus pulposus after Feng's Spinal Manipulation. *Neural Regen Res* 2013;8(12): 1139–1145.
- (490) Vieira-Pellenz F, Oliva-Pascual-Vaca A, Rodriguez-Blanco C, Heredia-Rizo A, Ricard F, Almazán-Campos G. Short-term effect of spinal manipulation on pain perception, spinal mobility, and full height recovery in male subjects with degenerative disk disease: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2014;95(9):1613-9.
- (491) Shi N, Shen G, He S, Guo R. Biomechanical analysis on the correlation between iliac rotation displacement and L(4,5) disc degeneration. *Zhongguo Gu Shang* 2016;29(5):439-43.

(492) Espinosa-Medina I, Saha O, Boismoreau F, Chettouh Z, Rossi F, Richardson W, et al. The sacral autonomic outflow is sympathetic. *Science* 2016;354(6314):893-897.

(493) Jänig W, Baron R. Complex regional pain syndrome: mystery explained? *Lancet Neurol* 2003;2(11):687-97.

(494) Alba-Delgado C, Cebada-Aleu A, Mico J, Berrocoso E. Comorbid anxiety-like behavior and locus coeruleus impairment in diabetic peripheral neuropathy: A comparative study with the chronic constriction injury model. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2016;71:45-56.

(495) Organización Mundial de la Salud. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. 2013.

(496) Chan M. Alocución ante el congreso de la OMS sobre medicina tradicional. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2008 Beijing, 2008.;(<http://www.who.int/dg/speeches/2008/20081107/en/index.html#>).

13. ANEXOS

13.1. Dictámen del comité ético de la UIC

 **Comitè
d'Ètica
de Recerca** | **Universitat
Internacional
de Catalunya**

CARTA APROVACIÓ PROJECTE PEL CER

Codi de l'estudi: FIS-2016-01
Versió del protocol: 1
Data de la versió: gener 2016
Títol: Aplicación de la técnica de absorción en el tratamiento de pacientes entre 30-55 años con protusión o hernia discal lumbar.

Sant Cugat del Vallès, 18 de febrero de 2016

Investigador: Juan María Morales Aizpun

Títol de l'estudi: Aplicación de la técnica de absorción en el tratamiento de pacientes entre 30-55 años con protusión o hernia discal lumbar.

Benvolgut,

Valorat el projecte presentat, el CER de la Universitat Internacional de Catalunya, considera que, des del punt de vista ètic, reuneix els criteris exigits per aquesta institució i, per tant, ha

RESOLT FAVORABLEMENT

emetre aquest CERTIFICAT D'APROVACIÓ per part del Comitè d'Ètica de la Recerca, per que pugui ser presentat a les instàncies que així ho requereixin.

Em permeto recordar-li que si en el procés d'execució es produís algun canvi significatiu en els seus plantejaments, hauria de ser sotmès novament a la revisió i aprovació del CER.

Atentament,



Dr. Josep Argemí
President CER-UIC

13.2. Dictámen del comité ético del Hospital Gipuzkoa



DICTAMEN DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA DEL ÁREA SANITARIA DE GIPUZKOA

D. JOSÉ IGNACIO EMPARANZA KNÖRR, Presidente del Comité Ético de Investigación Clínica del Área Sanitaria de Gipuzkoa,

CERTIFICA

Que este Comité Ético de Investigación Clínica del Área Sanitaria de Gipuzkoa ha recibido el Proyecto de Investigación titulado:

“Aplicación de la técnica de “absorción” en el tratamiento de pacientes entre 30-55 años con protusión o hernia discal lumbar”

Decidiendo Aprobar dicho Proyecto, según consta en acta nº 3/11

Lo que firmo en San Sebastián, a 16 de Febrero 2011



Fdo.: Jose Ignacio Emparanza

Presidente del CEIC del
Hospital Donostia

13.3. Consentimiento informado**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Investigador/a principal: Juan M^a Morales Aizpún

Título de la investigación: Aplicación de la técnica de "absorción" en el tratamiento de pacientes entre 30-55 años con protusión o hernia discal lumbar.

Yo, Sr./Sra.:

- He recibido información verbal acerca del estudio y he leído la información escrita que se adjunta, de la que he recibido una copia.
- He comprendido lo que se me ha explicado.
- He podido comentar el estudio y realizar preguntas al profesional responsable.
- Doy mi consentimiento para tomar parte en el estudio y asumo que mi participación es totalmente voluntaria.
- Entiendo que podré retirarme en cualquier momento sin que ello afecte a mi futura asistencia médica.

Mediante la firma de este formulario de consentimiento informado, doy mi consentimiento para que mis datos personales se puedan utilizar como se ha descrito en este formulario de consentimiento, que se ajusta a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento informado.

Firma del paciente o la paciente

Fecha de la firma

N.º de DNI

13.4. Declaración del investigador

DECLARACIÓN DEL INVESTIGADOR O LA INVESTIGADORA

El paciente o la paciente que firma esta hoja de consentimiento ha recibido, por parte del profesional, información detallada de forma oral y escrita del proceso y naturaleza de este estudio de investigación, y ha tenido la oportunidad de preguntar cualquier duda en cuanto a la naturaleza, los riesgos y las ventajas de su participación en este estudio.

13.5. Hoja de información al participante

HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

Naturaleza del proyecto

El proyecto de investigación para el que le pedimos su participación tiene por título **Aplicación de la técnica de "absorción" en el tratamiento de pacientes entre 30-55 años con protusión o hernia discal lumbar**. El objetivo del estudio es analizar los cambios en los síntomas y signos derivados de la lesión discal. Para el estudio se pedirá la participación de personas divididas en 2 grupos, uno control a los que realizamos un tratamiento manual y otro de intervención a los que se les realiza el mismo tratamiento incluyendo la técnica de "absorción". Se prevé que el estudio durará alrededor de 1 año.

El investigador responsable de este estudio es Juan M^a Morales Aizpún, pertenece al Centro de Fisioterapia Ernio, y cuenta con la colaboración de profesionales de otros centros públicos y privados.

Procedimientos

La participación en el estudio consiste en:

- Permitir que el investigador pueda realizar un tratamiento manual en la zona lesionada.
- Responder a cuestionarios específicos de valoración del dolor e incapacidad.
- Permitir que le practiquen pruebas diagnósticas como Rx y RMW para comprobar los cambios.

Todos los datos recogidos para la investigación se guardan informatizados en unos ficheros especialmente diseñados para la investigación y en ellos no aparece ni su nombre ni ningún dato que pueda identificarlo.

Este material podrá ser compartido con otros grupos de investigación tanto de centros públicos como de empresas privadas, procedimiento que siempre se hará bajo las normas de seguridad y confidencialidad necesarias.

Beneficios y riesgos

El beneficio del estudio es profundizar en el conocimiento de este tipo de lesiones discales con el fin de mejorar la calidad de vida de los pacientes. Se prevé que los resultados obtenidos en el estudio puedan beneficiar directamente al participante y que mejoren los tratamientos para la población en general que padece esta patología.

Este estudio puede contribuir a mejorar el tratamiento actual en determinados tipos de discopatías, pero en ningún caso usted como participante recibirá compensación económica por ello.

El estudio no supone ningún riesgo.

Garantía de participación voluntaria

Los investigadores le garantizamos que sea cual sea su decisión respecto a la participación en el proyecto, su atención sanitaria por parte del personal del Centro no se verá afectada. Además en el caso de que Ud. acepte participar, sepa que se puede retirar en cualquier momento sin tener que dar explicaciones y en tal caso sus datos serían retirados de los ficheros informáticos.

Confidencialidad

El Centro y el investigador se responsabilizan de que en todo momento se mantenga la confidencialidad respecto a la identificación y los datos del participante. El nombre y los datos que permitirán identificar al paciente solo constan en la historia clínica. Los investigadores utilizan códigos de identificación sin conocer el nombre de la persona a la que pertenece la muestra. Estos procedimientos están sujetos a lo que dispone la Ley Orgánica 15/1999 del 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal.

Preguntas

Por favor, si no lo ha hecho antes, haga las preguntas que le parezcan oportunas. Le responderemos lo mejor que podamos.

13.6. Escala visual analógica

Escala Visual Analógica de dolor lumbar (1) y de dolor en miembro inferior (2)

1. Por favor, comenzando por la izquierda de la siguiente barra, trace una línea hacia la derecha indicando la intensidad de su DOLOR DE ESPALDA (DOLOR LUMBAR).

Escala numérica (EN)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sin dolor

Máximo dolor

2. Ahora, haga igual, indicando la intensidad de su DOLOR EN LA PIERNA (CIÁTICA).

Escala numérica (EN)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sin dolor

Máximo dolor

13.7. Cuestionario de Roland-Morris

CUESTIONARIO DE ROLAND-MORRIS

Cuando su espalda le duele, puede que le sea difícil hacer algunas de las cosas que habitualmente hace. Esta lista contiene algunas de las frases que la gente usa para explicar cómo se encuentra cuando le duele la espalda (o los riñones).

Cuando las lea, puede que encuentre algunas que describan su estado de hoy.

Cuando lea la lista, piense en cómo se encuentra usted hoy. Cuando lea usted una frase que describa como se siente hoy, póngale una señal. Si la frase no describe su estado de hoy, pase a la siguiente frase. Recuerde, tan solo señale la frase si está usted seguro de que describe cómo se encuentra usted hoy.

1. Me quedo en casa la mayor parte del tiempo por mi dolor de espalda.
2. Cambio de postura con frecuencia para intentar aliviar la espalda.
3. Debido a mi espalda, camino más lentamente de lo normal.
4. Debido a mi espalda, no puedo hacer ninguna de las faenas que habitualmente hago en casa.
5. Por mi espalda, uso el pasamanos para subir escaleras.
6. A causa de mi espalda, debo acostarme más a menudo para descansar.
7. Debido a mi espalda, necesito agarrarme a algo para levantarme de los sillones o sofás.
8. Por culpa de mi espalda, pido a los demás que me hagan las cosas.
9. Me visto más lentamente de lo normal a causa de mi espalda.
10. A causa de mi espalda, sólo me quedo de pie durante cortos periodos de

tiempo.

11. A causa de mi espalda, procuro evitar inclinarme o arrodillarme.
12. Me cuesta levantarme de una silla por culpa de mi espalda.
13. Me duele la espalda casi siempre.
14. Me cuesta darme la vuelta en la cama por culpa de mi espalda.
15. Debido a mi dolor de espalda, no tengo mucho apetito.
16. Me cuesta ponerme los calcetines - o medias - por mi dolor de espalda.
17. Debido a mi dolor de espalda, tan solo ando distancias cortas.
18. Duermo peor debido a mi espalda.
19. Por mi dolor de espalda, deben ayudarme a vestirme.
20. Estoy casi todo el día sentado a causa de mi espalda.
21. Evito hacer trabajos pesados en casa, por culpa de mi espalda.
22. Por mi dolor de espalda, estoy más irritable y de peor humor de lo normal.
23. A causa de mi espalda, subo las escaleras más lentamente de lo normal.
24. Me quedo casi constantemente en la cama por mi espalda.

Puntuación del cuestionario:

1 por cada frase señalada

0 por cada frase no señalada

Escala 0-24.

13.8. Índice de discapacidad de Oswestry

Índice de Discapacidad de Oswestry

En las siguientes actividades, marque con una cruz la frase que en cada pregunta se parezca más a su situación:

1. Intensidad del dolor.

- (0) Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes
- (1) El dolor es fuerte pero me arreglo sin tomar calmantes
- (2) Los calmantes me alivian completamente el dolor
- (3) Los calmantes me alivian un poco el dolor
- (4) Los calmantes apenas me alivian el dolor
- (5) Los calmantes no me alivian el dolor y no los tomo

2. Estar de pie.

- (0) Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor
- (1) Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero me aumenta el dolor
- (2) El dolor me impide estar de pie más de una hora
- (3) El dolor me impide estar de pie más de media hora
- (4) El dolor me impide estar de pie más de 10 minutos
- (5) El dolor me impide estar de pie

3. Cuidados personales.

- (0) Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor
- (1) Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor

- (2) Lavarme, vestirme, etc, me produce dolor y tengo que hacerlo despacio y con cuidado
- (3) Necesito alguna ayuda pero consigo hacer la mayoría de las cosas yo solo
- (4) Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas
- (5) No puedo vestirme, me cuesta lavarme y suelo quedarme en la cama

4. Dormir.

- (0) El dolor no me impide dormir bien
- (1) Sólo puedo dormir si tomo pastillas
- (2) Incluso tomando pastillas duermo menos de 6 horas
- (3) Incluso tomando pastillas duermo menos de 4 horas
- (4) Incluso tomando pastillas duermo menos de 2 horas
- (5) El dolor me impide totalmente dormir

5. Levantar peso.

- (0) Puedo levantar objetos pesados sin que me aumente el dolor
- (1) Puedo levantar objetos pesados pero me aumenta el dolor
- (2) El dolor me impide levantar objetos pesados del suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (ej. en una mesa)
- (3) El dolor me impide levantar objetos pesados, pero sí puedo levantar objetos ligeros o medianos si están en un sitio cómodo
- (4) Sólo puedo levantar objetos muy ligeros
- (5) No puedo levantar ni elevar ningún objeto

6. Actividad sexual.

- (0) Mi actividad sexual es normal y no me aumenta el dolor
- (1) Mi actividad sexual es normal pero me aumenta el dolor
- (2) Mi actividad sexual es casi normal pero me aumenta mucho el dolor
- (3) Mi actividad sexual se ha visto muy limitada a causa del dolor
- (4) Mi actividad sexual es casi nula a causa del dolor
- (5) El dolor me impide todo tipo de actividad sexual

7. Andar.

- (0) El dolor no me impide andar
- (1) El dolor me impide andar más de un kilómetro
- (2) El dolor me impide andar más de 500 metros
- (3) El dolor me impide andar más de 250 metros
- (4) Sólo puedo andar con bastón o muletas
- (5) Permanezco en la cama casi todo el tiempo y tengo que ir a rastras al baño

8. Vida social.

- (0) Mi vida social es normal y no me aumenta el dolor
- (1) Mi vida social es normal pero me aumenta el dolor
- (2) El dolor no tiene no tiene un efecto importante en mi vida social, pero si impide mis actividades más enérgicas como bailar, etc.
- (3) El dolor ha limitado mi vida social y no salgo tan a menudo
- (4) El dolor ha limitado mi vida social al hogar
- (5) No tengo vida social a causa del dolor

9. Estar sentado.

- (0) Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera
- (1) Puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera
- (2) El dolor me impide estar sentado más de una hora
- (3) El dolor me impide estar sentado más de media hora
- (4) El dolor me impide estar sentado más de 10 minutos
- (5) El dolor me impide estar sentado

10. Viajar.

- (0) Puedo viajar a cualquier sitio sin que me aumente el dolor
- (1) Puedo viajar a cualquier sitio, pero me aumenta el dolor
- (2) El dolor es fuerte pero aguanto viajes de más de 2 horas
- (3) El dolor me limita a viajes de menos de una hora
- (4) El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora
- (5) El dolor me impide viajar excepto para ir al médico o al hospital

O: 0 puntos; 1: 1 punto; 2: 2 puntos ; 3: 3 puntos; 4:4 puntos ; 5: 5 puntos.

Sumar el resultado de cada respuesta y multiplicar el resultado x 2 y obtendremos el resultado en % de incapacidad.

13.9. Tabla de división de los grupos

1	0,60962563	B
2	0,77504434	A
3	0,57939006	A
4	0,93481927	B
5	0,36353128	A
6	0,77103469	B
7	0,17327266	A
8	0,52882595	B
9	0,14692287	B
10	0,39262194	A
11	0,5262657	B
12	0,87163509	B
13	0,2448399	B
14	0,67401469	B
15	0,1185248	A
16	0,72783668	A
17	0,84586674	A
18	0,84717075	B
19	0,44421373	B
20	0,75227772	A
21	0,97650141	B
22	0,94645752	A
23	0,75881228	A

24	0,13211956	A
25	0,99345767	B
26	0,47183163	B
27	0,62306755	B
28	0,46262285	B
29	0,24815347	B
30	0,13469622	A
31	0,27203684	A
32	0,65797273	B
33	0,81246458	A
34	0,50239386	A
35	0,61870042	A
36	0,97356676	A
37	0,0012368	A
38	0,29336386	A
39	0,65727725	B
40	0,37748926	A
41	0,30283481	B
42	0,27762463	B
43	0,92447298	A
44	0,15737132	A
45	0,68555203	B
46	0,2429094	A
47	0,86077199	B

48	0,93988236	A
49	0,90304219	B
50	0,34608226	A
51	0,517134	A
52	0,42494607	B
53	0,06125198	A
54	0,81012341	B
55	0,12908733	B
56	0,67422781	B
57	0,68572325	B
58	0,10506394	A
59	0,65566902	A
60	0,20134932	A
61	0,4591125	B
62	0,11628779	B

13.10. Formulario de recogida de datos

Formulario de recogida de datos

CENTRO DE FISIOTERAPIA ERNIO

Ensayo clínico: Aplicación de la técnica de "absorción" en el tratamiento de pacientes entre 30-55 años con protusión o hernia discal lumbar.

CÓDIGO PACIENTE:..... Edad:..... Sexo:..... Talla:..... Peso:.....
 Prof.estática/dinámica:..... Fumador:..... Rég.laboral:.....
 Baja:..... Act.física:..... Lumbalgia/ciatálgia:.....

Sesiones	S1	S2	S3	S4	S5	FINAL
Roland Morris						
Oswestry						
EVA esp.						
EVA p.						
FFT						
FLD						
FLI						
D.ASI						

13.11. Ejercicios para la realización en el domicilio



EJERCICIOS PARA MANTENER UNA ESPALDA SANA

Consideraciones y aspectos a tener en cuenta para realizar los ejercicios y estiramientos que les mostramos.

- 1) Saber que este trabajo debe realizarse sin prisa, tomarse el tiempo necesario e intentar realizar todos los ejercicios con sus pasos en el orden correcto, con ropa adecuada y en un lugar cómodo y tranquilo.
- 2) En ningún momento deberemos sentir dolor alguno, en tal caso bajaremos la intensidad del trabajo. Si persistiera el dolor, avísenos para intentar localizar el origen del problema.
- 3) Todos los ejercicios con los estiramientos, son aptos para todo tipo de personas y condición física. Según nuestro estado físico (dolor, edad...) iremos realizando el trabajo progresivamente.
- 4) Mantener la posición de trabajo (contracción) 4-5 segundos, y descansar, haciendo series de 1 minuto.
- 5) El objetivo es mantener una lordosis lumbar correcta durante la realización del trabajo, esto nos dará una espalda sana y sin dolor.
- 6) Todos los ejercicios están basados en la evidencia, por lo que su eficacia está demostrada. Hágalos diariamente si es posible, la mejora esta asegurada.

Ejercicio 1:

Posición de partida: decubito prono (tumbado boca abajo) y brazos en extensión.



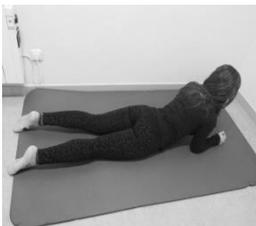
Paso 1.- Flexionar una rodilla hasta el límite y mantener posición durante 5 segundos.



Paso 2.- Volver a la posición inicial. Repetir con la otra pierna.

Ejercicio 2:

Posición de partida: postura de esfinge, decubito prono (tumbado boca abajo) con apoyo de antebrazos.



Paso 1.- Partiendo desde esa posición, realizar una ligera extensión de una pierna (elevación).



Paso 2.- Mientras mantenemos esta posición, realizar contracción abdominal y mantener de 4 a 5 segundos. Repetir con la pierna contraria.

Ejercicio 3:

Posición de partida: decúbito supino (tumbado boca arriba), con extremidades (brazos y piernas) en extensión.



Paso 1.- Elevar la cabeza.

Paso 2.- Flexionar una pierna y realizar contracción abdominal (4-5 seg).



Paso 3.- Volver a la posición inicial y repetir con la otra pierna.

Ejercicio 4:

Posición de partida: como si hiciéramos abdominales, en decubito supino con rodillas flexionadas y manos detrás de la cabeza con los codos juntos.



Paso 1.- Elevar la cabeza y después separar los codos, mantener la postura durante 4-5 segundos mientras realizamos contracción abdominal.



Paso 2.- Volver a la posición inicial y repetir el ejercicio.

Ejercicio 5:

Posición de partida: en decubito supino (tumbado boca arriba), con una pierna flexionada y brazos debajo de la espalda, en la región lumbar.



Paso 1.- Elevar cabeza, mientras intentamos aproximar los codos como para juntarlos, mientras contracción abdominal.



Paso 2.- volver a la posición inicial y repetir el ejercicio con la otra pierna.

Ejercicio 6:

Posición de partida: en cuadrupedia con columna en posición neutra.



Paso 1.- Arquear la columna mientras realizamos contracción abdominal, 4-5 segundos.



Paso 2.- Volver a la posición inicial y repetir.

Ejercicio 7:

Posición de partida: en cuadrupedia con columna en posición neutra.



Paso 1.- Realizar una extensión de brazo derecho y pierna izquierda a la vez, y mantener 4-5 segundos.



Paso 2.- Volver a la posición inicial y repetir con el ejercicio con brazo izquierdo y pierna derecha.

Ejercicio 8:

Posición de partida: en cuadrupedia con columna en posición neutra.



Paso 1.- Realizar una extensión de brazo derecho y pierna izquierda a la vez.



Paso 2.- Desde la misma posición, realizo una ligera abducción (separación) del brazo y de la pierna.



Paso 3.- Con las extremidades en abducción (posición del paso 2), bajo ligeramente y después realizo adducción (acercó).



Paso 4.- Volver a la posición del paso 1, y repetir con brazo y pierna contraria.



Ejercicio 9:

Posición de partida: en bipedestación, espalda contra la pared, manteniendo la curva lumbar, pies ligeramente separados y las manos cruzadas en el pecho.



Paso 2.- Flexionar el tronco desde las caderas con columna en posición neutra, con contracción abdominal y mantener 4-5 segundos.



Paso 3.- Volver a la posición inicial y repetir.

Ejercicio 10:

Posición de partida: en bipedestación, frente a la pared, con antebrazos en apoyo.



Paso 1.- Realizar una separación del brazo de un lado y matener la posición 4-5 segundos.



Paso 3.- Repetimos con el lado contrario.

Ejercicio 11:

Posición de partida: en sedestación con flexión de cabeza y manos por detrás de ella.



Paso 1.- Extensión de una extremidad inferior (pierna), mientras realizo una extensión de la cabeza.



Paso 2.- Vuelvo a la posición inicial y sin parar realizo de nuevo el paso 1, y así sucesivamente sin parada.

Ejercicio 12:

Posición inicial: bipedestación con una extremidad apoyada en ligera elevación, la otra en el suelo.



Paso1.- Flexión de tronco para estirar isquiotibiales, mantener la posición 4-5 segundos y relajar.

Ejercicio 13:

Posición de partida: en supino (tumbado boca arriba), con flexión de cadera sujetando el pie con mano contraria.



Paso 1.- Intentar estirar la extremidad inferior (pierna), haciendo una diagonal con dirección arriba y afuera, mantener 4-5 segundos.



Paso 2.- Volver a la posición inicial y repetir con la otra extremidad.

Ejercicio 14:

Buscar un lugar en el que podamos colgar el cuerpo.

Posición de partida: sujetos a la barra horizontal o lugar encontrado.

Paso 1.- Nos dejamos caer y dejamos colgando el peso de nuestro cuerpo, nunca quitamos los pies del suelo, mantener unos segundos la posición.

Paso 2.- Volver a la posición inicial lentamente, andar unos pasos y repetir el ejercicio.

13.12. Cuestionario mundial sobre actividad física (GPAQ)

Cuestionario Mundial sobre Actividad Física (GPAQ)



Departamento de Enfermedades crónicas y Promoción de la Salud
Vigilancia y Prevención basada en la población
Organización Mundial de la Salud
20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza
Para más información: www.who.int/chp/steps



Actividad física			
<p>A continuación voy a preguntarle por el tiempo que pasa realizando diferentes tipos de actividad física. Le ruego que intente contestar a las preguntas aunque no se considere una persona activa.</p> <p>Piense primero en el tiempo que pasa en el trabajo, que se trate de un empleo remunerado o no, de estudiar, de mantener su casa, de cosechar, de pescar, de cazar o de buscar trabajo <i>[inserte otros ejemplos si es necesario]</i>. En estas preguntas, las "actividades físicas intensas" se refieren a aquéllas que implican un esfuerzo físico importante y que causan una gran aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco. Por otra parte, las "actividades físicas de intensidad moderada" son aquéllas que implican un esfuerzo físico moderado y causan una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco.</p>			
Pregunta	Respuesta	Código	
En el trabajo			
49	<p>¿Exige su trabajo una actividad física intensa que implica una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco, como <i>[levantar pesos, cavar o trabajos de construcción]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos?</p> <p><i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i></p>	<p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P 4</p>	P1
50	En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades físicas intensas en su trabajo?	Número de días <input type="text"/>	P2
51	En uno de esos días en los que realiza actividades físicas intensas, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	<p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P3 (a-b)
52	<p>¿Exige su trabajo una actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa <i>[o transportar pesos ligeros]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos?</p> <p><i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i></p>	<p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P7</p>	P4
53	En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades de intensidad moderada en su trabajo?	Número de días <input type="text"/>	P5
54	En uno de esos días en los que realiza actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	<p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P6 (a-b)
Para desplazarse			
<p>En las siguientes preguntas, dejaremos de lado las actividades físicas en el trabajo, de las que ya hemos tratado.</p> <p>Ahora me gustaría saber cómo se desplaza de un sitio a otro. Por ejemplo, cómo va al trabajo, de compras, al mercado, al lugar de culto <i>[insertar otros ejemplos si es necesario]</i></p>			

55	¿Camina usted o usa usted una bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?	<p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P 10</p>	P7
56	En una semana típica, ¿cuántos días camina o va en bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?	Número de días <input type="text"/>	P8
57	En un día típico, ¿cuánto tiempo pasa caminando o yendo en bicicleta para desplazarse?	<p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P9 (a-b)

En el tiempo libre

Las preguntas que van a continuación excluyen la actividad física en el trabajo y para desplazarse, que ya hemos mencionado. Ahora me gustaría tratar de deportes, fitness u otras actividades físicas que practica en su tiempo libre [inserte otros ejemplos si llega el caso].

58	¿En su tiempo libre, practica usted deportes/fitness intensos que implican una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco como [correr, jugar al fútbol] durante al menos 10 minutos consecutivos? <i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i>	<p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P 13</p>	P10
59	En una semana típica, ¿cuántos días practica usted deportes/fitness intensos en su tiempo libre?	Número de días <input type="text"/>	P11
60	En uno de esos días en los que practica deportes/fitness intensos, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	<p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P12 (a-b)

SECCIÓN PRINCIPAL: Actividad física (en el tiempo libre) sigue.

Pregunta	Respuesta	Código	
61	<p>¿En su tiempo libre practica usted alguna actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa, [ir en bicicleta, nadar, jugar al volleyball] durante al menos 10 minutos consecutivos? <i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i></p> <p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P16</p>	P13	
62	En una semana típica, ¿cuántos días practica usted actividades físicas de intensidad moderada en su tiempo libre?	Número de días <input type="text"/>	P14
63	En uno de esos días en los que practica actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	<p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P15 (a-b)

Comportamiento sedentario

La siguiente pregunta se refiere al tiempo que suele pasar sentado o recostado en el trabajo, en casa, en los desplazamientos o con sus amigos. Se incluye el tiempo pasado [ante una mesa de trabajo, sentado con los amigos, viajando en autobús o en tren, jugando a las cartas o viendo la televisión], pero no se incluye el tiempo pasado durmiendo.

[INSERTAR EJEMPLOS] (UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)

64	¿Cuándo tiempo suele pasar sentado o recostado en un día típico?	Horas : minutos	<table style="border: none; margin: auto;"> <tr> <td style="border: none;"> _ _ </td> <td style="border: none;">:</td> <td style="border: none;"> _ _ </td> </tr> <tr> <td style="border: none; text-align: center;">hrs</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none; text-align: center;">mins</td> </tr> </table>	_ _	:	_ _	hrs		mins	P16 (a-b)
_ _	:	_ _								
hrs		mins								



