

# TESIS DOCTORAL

## ESTUDIO ERGONÓMICO DEL TRABAJADOR MINERO CHILENO: FACTORES DE RIESGO FÍSICO RELACIONADOS CON EL DOLOR LUMBAR



Trabajo presentado por el doctorando:  
**GUIDO CLEMENTE SOLARI MONTENEGRO**

Directores:

**Dr. VICTOR MANUEL SOTO HERMOSO**

**Dr. JOSE MARIA HEREDIA JIMENEZ**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACION EN  
MOTRICIDAD HUMANA, ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTES  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA DEPORTIVA  
UNIVERSIDAD DE GRANADA

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales

Autor: Guido Clemente Solari Montenegro

ISBN: 978-84-9083-376-6

URI: <http://hdl.handle.net/10481/48523>





Universidad  
de Granada

Prof. Dr. Víctor Manuel Soto Hermoso  
Profesor Titular de Universidad  
Facultad de CC. Actividad Física y el Deporte  
Universidad de Granada

-----

El doctor **D. Víctor Manuel Soto Hermoso**, profesor titular del departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Granada.

CERTIFICA:

Que la tesis doctoral presentada por D. Guido Clemente Solari Montenegro, con el título: “Estudio ergonómico del trabajador minero chileno: factores de riesgo físico relacionados con el dolor lumbar”, ha sido realizada bajo mi dirección. Considero que el trabajo reúne las condiciones científicas necesarias, siendo expresión de la capacidad técnica e interpretativa de su autor en condiciones que le hace merecedor del título de Doctor, siempre y cuando así lo estime oportuno el tribunal.

Firma:

Fdo. Prof. Dr. D. Víctor Manuel Soto Hermoso

En Granada a 4 de Mayo de 2012.







UGR | Universidad  
de Granada

Dr. D. José M<sup>a</sup> Heredia Jiménez  
Dpto. Educación Física y Deportiva  
Universidad de Granada

El doctor **D. José M<sup>a</sup> Heredia Jiménez**, profesor ayudante doctor del departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Granada.

CERTIFICA:

Que esta tesis doctoral, presentada por D. Guido Clemente Solari Montenegro, con el título: “Estudio ergonómico del trabajador minero chileno: factores de riesgo físico relacionados con el dolor lumbar”, ha sido co-dirigida por mí, siendo un trabajo original de investigación que reúne los criterios científicos necesarios para la obtención del título de doctor de su autor, siempre y cuando lo estime y considere oportuno el tribunal evaluador de la misma. Y para que conste:

Fdo. Prof. Dr. D. José M<sup>a</sup> Heredia Jiménez

En Granada a 4 de Mayo de 2012.





## **AGRADECIMIENTOS**

A mis Directores de tesis, los distinguidos profesores Dr. D. José María Heredia Jimenez y Dr. D. Víctor Manuel Soto Hermoso, sin cuya guía, relevantes aportes, minucioso trabajo e infinita paciencia, esta tesis no habría llegado a feliz término.

Al departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Granada y a los profesores y director del programa de doctorado en “Investigación en motricidad humana, actividad física y deportes” por su aporte académico y científico.

A los Directivos de la Universidad de Antofagasta, por la oportunidad, confianza y apoyo brindado para asumir el este proyecto académico.

A mis amados hijos, mi vida, sin ellos no existiría motivo suficiente para emprender tarea alguna.



## ABREVIATURAS

<b>AINES</b>	Antinflamatorios no esteroideos
<b>ANACT</b>	Agencia nacional para el mejoramiento de las condiciones de trabajo
<b>CC</b>	Constante de carga
<b>CSQ</b>	Cuestionario para evaluación del trabajo en turnos
<b>DIV</b>	Disco intervertebral
<b>EP</b>	Ergonomía participativa
<b>EWA</b>	Análisis ergonómico de puesto de trabajo
<b>FA</b>	Factor de asimetría
<b>FC</b>	Factor de acoplamiento
<b>FDL</b>	Fascia dorso lumbar
<b>FH</b>	Factor Horizontal
<b>FF</b>	Factor de frecuencia
<b>FV</b>	Factor Vertical
<b>HNP</b>	Hernia núcleo pulposo
<b>HSE</b>	Ejecutivo de salud y seguridad
<b>ICC</b>	Índice de cintura cadera
<b>IMC</b>	Índice de masa corporal
<b>LEST</b>	Laboratorio de economía y sociología del trabajo
<b>LI</b>	Índice de levantamiento
<b>LPR</b>	Límite de peso recomendado
<b>MAC</b>	Cartas de valoración del trabajo manual
<b>MG</b>	Masa Grasa
<b>NIOSH</b>	Instituto nacional de seguridad y salud ocupacional
<b>OIT</b>	Organización Internacional del Trabajo
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud

<b>OWAS</b>	Sistema de análisis de postura de trabajo Ovako
<b>PIA</b>	Presión intra abdominal
<b>PT</b>	Puesto de Trabajo
<b>PYMES</b>	Pequeñas y Medianas Empresas
<b>REBA</b>	Evaluación rápida de cuerpo entero
<b>RNM</b>	Resonancia nuclear magnética
<b>RULA</b>	Evaluación rápida de extremidades superiores
<b>SDL</b>	Síndrome dolor lumbar
<b>SNC</b>	Sistema nervioso central
<b>SSI</b>	Índice de trabajos en turnos
<b>TAC</b>	Tomografía axial computarizada
<b>TLX</b>	Task Load Index
<b>TENS</b>	Estimulación eléctrica transcutánea
<b>VHS</b>	Velocidad sedimentaria globular

## INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	3
ABREVIATURAS.....	5
INDICE.....	7
INDICE DE TABLAS .....	11
INDICE DE FIGURAS .....	13
RESUMEN .....	15
1. INTRODUCCION .....	21
1.1. Definición del SDL .....	21
1.2. Tipos de SDL.....	23
1.3. Consideraciones anatómicas y biomecánicas de la columna vertebral lumbar y su relación con el SDL en el entorno laboral.....	27
1.4. Etiopatología del SDL.....	42
1.5. Prevalencia y Costes económicos del SDL .....	55
1.6. Diagnóstico del SDL.....	58
1.6.1. Historia de la diagnosis del SDL.....	59
1.6.2. Métodos diagnósticos, ventajas e inconvenientes .....	60
1.6.3. Diagnóstico clínico.....	63
1.6.4. Diagnostico etiológico .....	69
1.7. Pruebas diagnósticas complementarias .....	70
1.8. Tratamiento del SDL.....	72
1.9. Análisis ergonómico del entorno laboral.....	84
1.10. Análisis ergonómico de la carga física laboral .....	87
1.10.1. Método basado en el empleo de las tablas Liberty Mutual.....	89
1.10.2. Método NIOSH .....	95
1.10.3. METODO MAC .....	98
1.10.4. Métodos ergonómicos empleados en este trabajo .....	100
1.11. Análisis de los aspectos psicosociales en el ámbito laboral .....	100
1.12. Análisis de la salud laboral en el entorno laboral (prevención y promoción de salud).....	104
1.13. SDL y su relación con el mundo laboral .....	106

1.14.	Prevención del SDL en el entorno laboral.....	114
1.15.	Condición física y SDL en el trabajo .....	121
1.16.	SDL y musculatura abdominal.....	122
1.17.	SDL y lordosis lumbar.....	129
1.18.	SDL y músculos erectores espinales.....	131
1.19.	SDL y flexibilidad .....	134
1.20.	SDL y sobrepeso / obesidad y perímetro abdominal .....	138
1.21.	Planteamiento del problema .....	143
1.22.	Objetivos .....	143
	Objetivos Generales.....	143
	Objetivos Específicos .....	143
2.	MÉTODO .....	147
2.1.	Muestra.....	147
2.2.	Materiales y procedimiento.....	148
2.2.1.	Alineación mecánica lumbopélvica .....	149
2.2.2.	Potencia abdominal.....	150
2.2.3.	Fatigabilidad de los músculos erectores espinales lumbares.....	151
2.2.4.	Flexibilidad General .....	152
2.2.5.	Flexibilidad específica lumbar .....	153
2.2.6.	Sobrepeso – Obesidad.....	154
2.2.7.	Composición corporal.....	155
2.2.8.	Perímetro de cintura .....	155
2.2.9.	Consideraciones metodológicas del riesgo de carga física.....	156
2.2.10.	Método MAC .....	157
2.2.11.	Variables Psico-sociales .....	159
2.2.12.	Variable independiente .....	159
2.2.13.	Variables dependientes .....	159
2.3.	Diseño .....	162
2.4.	Análisis estadístico .....	163
3.	RESULTADOS.....	167
4.	DISCUSION .....	185
5.	CONCLUSIONES.....	209

5.1.1. Investigaciones Futuras .....	211
6. REFERENCIAS .....	215
ANEXOS .....	241
Anexo 1- Artículo Publicado .....	243
Anexo 2- Consetimiento informado.....	245
Anexo 3- Información complementaria de las pruebas de evaluación.....	247
Anexo 4- Clasificación riesgo de carga física .....	251





## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Test semiológicos para examen de columna lumbar y pelvis .....	64
<b>Tabla 2.</b> Características para aplicación de cada método.....	89
<b>Tabla 3.</b> Datos para la consulta de las tablas de elevación y descarga.....	92
<b>Tabla 4.</b> Datos para la consulta de las tablas de empuje y arrastre.....	93
<b>Tabla 5.</b> Datos para la consulta de la tabla de transportes.....	94
<b>Tabla 6.</b> Correcciones para los pesos máximos.....	94
<b>Tabla 7.</b> Factores y variables de la ecuación NIOSH-1991. ....	97
<b>Tabla 8.</b> Clasificación del riesgo de carga física según valores del LI .....	97
<b>Tabla 9.</b> Características antropométricas de los sujetos.....	148
<b>Tabla 10.</b> Resumen de variables de estudio a destacar. ....	161
<b>Tabla 11.</b> Tabla de contingencia para la variable postura durante el trabajo .....	178
<b>Tabla 12.</b> Tabla de contingencia para Long. Extremidades Inferiores. ....	178
<b>Tabla 13.</b> Tabla de contingencia para Alineación Mecánica Corporal .....	178
<b>Tabla 14.</b> Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk .....	179
<b>Tabla 15.</b> Comparativa entre grupo sano y grupo con SDL.....	181



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representación de un segmento vertebral.....	28
<b>Figura 3.</b> Zona frágil de cuerpo vertebral.....	29
<b>Figura 4.</b> Estructura del disco intervertebral. ....	31
<b>Figura 5.</b> Hernia del núcleo pulposo (lumbar).....	34
<b>Figura 6.</b> Distribución de cargas compresivas en un segmento vertebral. ....	36
<b>Figura 7.</b> La cámara hidroaérea.....	38
<b>Figura 8.</b> Aportaciones de la aponeurosis abdominal y la fascia dorsolumbar. ....	39
<b>Figura 9.</b> Aportaciones musculares. ....	41
<b>Figura 10.</b> Equilibrio transversal de pelvis y su influencia en la zona lumbar.....	42
<b>Figura 11.</b> Modelo biopsicosocial.....	45
<b>Figura 12.</b> Tª multifactorial de generación de trastorno músculo-esquelético .....	46
<b>Figura 13.</b> Biomecánica anormal y dolor de la columna vertebral. ....	47
<b>Figura 14.</b> Referencia de distancias y ángulo de acoplamiento de NIOSH .....	96
<b>Figura 15.</b> El nervio sino vertebral. ....	109
<b>Figura 16.</b> Adaptación de la zona óptima de carga del tejido blando.....	113
<b>Figura 17.</b> Escoliómetro. ....	149
<b>Figura 18.</b> Prueba de potencia abdominal. ....	151
<b>Figura 19.</b> Instrumento para evaluación de flexibilidad general. ....	153
<b>Figura 20.</b> Lipocalibre .....	155



## RESUMEN

En el último informe del ministerio de salud pública chileno publicado el año 2000 en el capítulo de salud ocupacional se indica que en Chile, prácticamente el 30% de las enfermedades profesionales de los trabajadores corresponden a patologías osteomusculares. Los mencionados problemas son fundamentalmente dolencias que afectan la columna vertebral y en particular a la región lumbar y los tejidos blandos de las extremidades, que muy probablemente se vinculan al trabajo físico que las personas ejercen en su ocupación profesional (Ministerio de Salud de Chile, 2000).

El Síndrome de Dolor Lumbar (SDL) es una disfunción de columna vertebral lumbar caracterizada principalmente por dolor en dicha región, sus factores etiológicos pueden ser multicausales y estar asociados a orígenes biológicos, del entorno y psicosociales entre otros. De forma particular, el trabajo físico se suele asociar a diversos tipos de cargas, ya sean dinámicas o estáticas y a las que el trabajador responderá acorde a su condición física o el conjunto de condiciones anatómicas, fisiológicas y motrices necesarias para la realización de esfuerzos físicos (Valat, Goupille, & Vedere, 1997).

El análisis de la causalidad del SDL debe estar basado en fundamentos ergonómicos y centrados en la observación práctica del ergosistema hombre-máquina-entorno. Este sistema permite plantear que su causalidad puede estar asociada a una o más partes de este sistema y que el SDL puede derivar de la condición física insuficiente del hombre, de la inadecuada ejecución de las tareas en su trabajo (interacción del hombre con los medios para ejecutar su trabajo, o máquina) o de factores del ambiente laboral (entorno físico, organizacional, entre otros). Por ello, los objetivos de esta tesis fueron los siguientes:

- Identificar las diferencias entre los indicadores de la condición física y el SDL mediante la evaluación de factores de la condición física en dos grupos de trabajadores, uno con SDL y otro sin SDL.

- Identificar en ambos grupos, las diferencias de exposición al riesgo biomecánico para la concurrencia de SDL en el trabajo, acorde a las características de las tareas asociadas al cargo desempeñado mediante la aplicación de métodos ergonómicos validados.

Para ello, se utilizó un diseño transversal donde se estudió a 40 sujetos varones, trabajadores de una empresa de la gran minería del norte de Chile. Tras cumplimentar el cuestionario de dolor lumbar, los sujetos se dividieron en dos grupos, uno con dolor lumbar en los 12 meses previos y otro ausente del mismo como grupo control. Se excluyó del estudio aquellos trabajadores que padecieran cualquier otra enfermedad músculo-esquelética, mental o de otra índole que pudiese interferir en los resultados del estudio. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado.

Como variable independiente en la presente tesis se valoró el SDL con dos niveles, trabajadores con SDL y un grupo sano de trabajadores que no padecen SDL (grupo control).

Como variable dependiente se evaluaron variables de diversas perspectivas científicas, entre ellas:

- Antropometría básica, consistente en peso, talla, edad, altura, porcentaje de grasa, perímetro abdominal e índice de masa corporal.
- Pruebas de condición física y evaluación postural, tales como cantidad de actividad física semanal, potencia abdominal, fatigabilidad de los músculos erectores, flexibilidad general, flexibilidad específica lumbar y laxitud de los tejidos conectivos, alineación mecánica corporal y longitud extremidades inferiores.
- Por otro lado evaluamos variables relacionadas con las condiciones de trabajo como años en la empresa, horas de conducción, postura durante el trabajo, carga y número de repeticiones durante la jornada laboral.

- Las variables psicosociales analizadas fueron el estrés, la ansiedad, la depresión y la satisfacción laboral.
- Para evaluar el riesgo de carga física durante el desempeño laboral se utilizó el Método Manual Handling Assessment Charts (MAC), acorde a las características de ejecución de cargas del trabajador.

Como se percibe, la presente tesis doctoral tiene un carácter multidisciplinar, evaluando variables de diferentes ámbitos del conocimiento.

Los resultados encontrados indican que los factores de la condición física que fueron estadísticamente significativos fueron: La potencia abdominal, la fatigabilidad de los erectores espinales, la flexibilidad general, la flexibilidad lumbar y el perímetro de cintura.

Esta tesis supone un avance en el conocimiento de la detección de los riesgos laborales de los mineros desde una perspectiva ergonómica que evalúa características físicas y de carga laboral. Se espera profundizar más en la prevención de riesgos laborales de los mineros a través del conocimiento de las variables que se asocian a su concurrencia y que afectan la calidad de vida relacionada con la salud de este colectivo.





# INTRODUCCION



*ugr*

Universidad  
de Granada



## **1. INTRODUCCION**

### **1.1. Definición del SDL**

El lumbago o lumbalgia es un término que permiten hacer referencia al dolor en la zona lumbar, no obstante el término más adecuado es el de síndrome de dolor lumbar (SDL) dado que éste identifica de mejor forma el origen multicausal del dolor (multifactorial). Se define como aquel dolor y malestar, localizado debajo de la última costilla y los pliegues glúteos inferiores, con o sin dolor de pierna. Cabe puntualizar, que el SDL no específico no se atribuye a ninguna patología concreta (infección, tumor, osteoporosis, espondilosis anquilosante, fractura, proceso inflamatorio o síndrome radicular) (Casado Morales, Moix Queraltó, & Vidal Fernández, 2008b).

Según la definición descrita en la última edición del Webster's New World Medical Dictionary, el SDL es el dolor de la parte baja de la columna vertebral que se puede relacionar con problemas de la misma, nervios y músculos de la zona, órganos internos de la pelvis, abdomen o la piel que cubre el área lumbar (Medterms, 2010).

Desde la perspectiva anatómica del problema, se define al SDL como aquel dolor que afecta la zona sacrolumbar de la columna vertebral que está comprendida entre la primera vértebra lumbar y la primera vértebra sacra en la zona de la curva lordótica.

Otras definiciones señalan que el dolor del SDL es aquel localizado en el área comprendida entre la duodécima costilla y los pliegues glúteos (Borenstein et al., 2001).

El término dolor se encuentra definido en el diccionario de la real academia española de a lengua, que considerando su etimología en latín (dolor-oris) lo define como «aquella sensación molesta y aflictiva de una parte del cuerpo por causa interior o exterior» y también como «un sentimiento, pena o congoja que se padece en el ánimo».

El dolor es una sensación que se genera cuando llegan a las distintas áreas corticales del SNC estímulos aferente desencadenados por mediadores químicos que producen una respuesta refleja, con sensación desagradable y connotación emocional. El dolor posee componentes sensorial-discriminativo, cognitivo-evaluativo y afectivo-emocional, por lo que la sensación dolorosa, se puede acompañar de ansiedad, depresión, temor, angustia (Kosterlitz & Paterson, 1980).

La definición de dolor más aceptada internacionalmente en la actualidad, es aquella que propone la Asociación Mundial para el Estudio del Dolor (IASP) que señala que el dolor es una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada con un daño tisular, real o potencial, o descrita en términos de dicho daño.

La definición de dolor referida a la zona lumbar (lumbago o lumbalgia) depende de la perspectiva que se aborde, como se mencionó anteriormente la definición puede aludir a la zona anatómica de afectación por el dolor, en esta materia las definiciones establecen diferencias en cuando a la delimitación dicha zona, refiriendo que puede ser dolor en la parte baja de la columna vertebral, dolor en la zona lumbar, dolor en la zona sacrolumbar, dolor en la zona comprendida entre la duodécima costilla y el pliegue glúteo.

La definición puede además incluir probables causas a las que se puede atribuir el dolor señalando que puede asociarse a compromiso de los nervios y músculos de la zona lumbar a los órganos internos de la pelvis, del abdomen o inclusive la piel que cubre el área lumbar.

El lumbago o la lumbalgia, son términos que hacen referencia al dolor en la zona lumbar, sin embargo el término que identifica de mejor forma el origen multicausal o multifactorial de este tipo de dolor es el SDL, definido como una disfunción de columna vertebral lumbar caracterizada principalmente, por dolor en dicha región, cuyos factores etiológicos pueden ser multicausales y estar asociados a orígenes biológicos (fisiológicos, biomecánicos, anatómicos) y/o psicosociales (estrés, ansiedad, depresión entre otros) (Valat, et al., 1997). El término SDL es posterior a los términos lumbago o

lumbalgia, y es una expresión mejorada para denominar un problema de salud que manifiesta mediante conjunto de signos y síntomas multicausal.

El problema principal a resolver en el SDL es el dolor, cuya causa puede derivar de estructuras anatómicas de la columna lumbar y lumbo-sacra o de estructuras localizadas fuera de ella, como por ejemplo de alguna patología ginecológica, renal, sacro-ilíaca o algún cuadro psicossomático (Casado Morales, et al., 2008b) y en su adecuado manejo es necesario un buen conocimiento de la anatomía y fisiología de la región (Goldstein, Morgenstern, Hurwitz, & Yu, 2002; M. W. Heymans et al., 2007; Nelson, 2007; Yu, Roht, Wise, Kilian, & Weir, 1984).

## 1.2. Tipos de SDL

El SDL se puede clasificar en las siguientes categorías:

- Puro.
- Esclerotógeno o facetario.
- Radicular.
- Atípico.

El SDL puro es el más frecuente de todos y se caracteriza por dolor en la región lumbar media, o con eventual referencia bilateral. El dolor aumenta con la flexión, la deambulación, los esfuerzos en general, la posición sentada y la maniobra de Valsalva. Disminuye de pie y concretamente es en estado de reposo en cama cuando suele desaparecer. Se acompaña de rigidez importante, contractura muscular y disminución de la movilidad en todas las direcciones, pero especialmente en flexión. Su principal causa es la patología discal en los inicios del proceso degenerativo, en la etapa previa a la herniación del núcleo pulposo (Casado Morales, et al., 2008b).

El SDL esclerotógeno o facetario se origina en las articulaciones vertebrales y duele cuando el paciente extiende la columna lumbar o se inclina atrás. Puede irradiarse a las extremidades inferiores, pero nunca por debajo de las rodillas. No tiene compromiso radicular y ocurre por sobrecarga de la parte posterior de las vértebras. Se puede asociar al proceso de deterioro normal del

disco intervertebral que disminuye la distancia entre vértebras generando un mayor contacto entre articulaciones zigoapofisiarias o al aumento de la lordosis lumbar que induce el mismo efecto de presión articular lumbar (Casado Morales, et al., 2008b).

El SDL radicular corresponde al dolor lumbociático y se origina por irritación radicular, el 90% de ellos se asocia a hernia del núcleo Pulposo (HNP). Lo más frecuente es que comprometa las raíces L3-L4, L5-S1 siendo L3 la menos frecuente. Se caracteriza porque el dolor lumbar se extiende preferentemente hacia las extremidades inferiores. Pueden afectarse diversas raíces nerviosas y generar una cruralgia con dolor irradiado a la cara anterior del muslo hasta la rodilla. También se puede generar claudicación neurológica por estenosis espinal (generalmente en sujetos de más de 60 años), siendo un proceso degenerativo que estrecha el canal lumbar. La mencionada claudicación implica dolor al caminar, inclusive al detenerse, pero se alivia al agacharse (Donelson, 2011).

El SDL atípico no tiene características concordantes con alguno de los síndromes anteriormente mencionados. Puede ser de origen histérico o mental, tumoral, infeccioso o sistémico asociado a alguna enfermedad cuyo origen no es el sistema músculo esquelético. Se trata de un dolor frecuentemente acompañado o precedido de dolor cervical o dorsal con referencia no anatómica a abdomen o región inguinal, a ambas extremidades inferiores y generalmente con dolores generalizados. Su historia es imprecisa y su causa más frecuente es la patología psicológica, cuadros ansiosos con fibromialgia, o simplemente, corresponde a una conducta anormal de enfermedad para obtener beneficios secundarios (Casado Morales, et al., 2008b).

Cada uno de estos tipos de SDL se puede clasificar según el tiempo de evolución (Burton et al., 2006; Cherniack et al., 2001; Valat, et al., 1997) como:

- SDL agudo.
- SDL subagudo.
- SDL crónico.

Existen diferentes criterios para esta clasificación. Sin embargo, el más usado es el de la asociación internacional para el estudio del dolor, que considera como SDL agudo aquel que dura menos de 3 semanas, subagudo el que dura entre 3 semanas y 3 meses y el dolor crónico aquel que dura 4 meses o más con dolor de presentación diaria o frecuente (Cherniack, et al., 2001; Valat, et al., 1997). Por otro lado, y en concordancia con el tiempo de duración de los episodios del SDL, la pauta europea para la prevención del dolor de espalda define el SDL agudo como un episodio del dolor de espalda que persiste por menos de 6 semanas; SDL subagudo como dolor de espalda que persiste entre 6 y 12 semanas y el SDL crónico, aquel como dolor de espalda que persiste por 12 semanas o más (Burton, et al., 2006).

Otras clasificaciones del SDL hacen referencia a su condición clínica etiológica existiendo diversas valoraciones, algunas más completas que otras, debido a que engloban y clasifican a un mayor número de identidades (Medrano García, Varela Hernández, de la Torre Rosas, & Mendoza Cisneros, 2002), entre ellas destacamos:

- SDL osteomuscular.
- SDL visceral.
- SDL psiquiátrico.

Medrano García, et al. (2002) definen una clasificación etiológico-clínica que engloba un mayor número de enfermedades:

- SDL mecánico.
- SDL no mecánico.
- SDL por otras causas no mecánicas.
- SDL no vertebral y visceral (dolor referido).

Una tercera clasificación de tipo descriptiva, es la propuesta por “The International Paris Task Force on Back Pain” (Abenhaim et al., 1976b):

- SDL con dolor irradiado hasta la rodilla
- SDL con dolor irradiado por debajo de la rodilla, pero sin déficit neurológico.

- SDL irradiado a la pierna con o sin signos neurológicos.

En todos los casos, el tratamiento rutinario del SDL agudo es reposo en cama de dos a tres días en posiciones que disminuyan la presión sobre las facetas articulares, la presión discal y elongación de la musculatura extensora lumbar, además de analgésicos, relajantes musculares y calor local en la zona afectada (Bronfort, Haas, Evans, & Bouter, 2004; Dionne et al., 2005; Haas, Group, & Kraemer, 2004). Las medidas mencionadas resuelven el 95% de los casos de dolor asociado al SDL puro. No obstante, si el dolor no desaparece en 10 días o algo más, se deber iniciar un estudio etiológico con pruebas diagnósticas (Casado Morales, et al., 2008b; DeRosa & Porterfield, 1992).

En casos más graves de SDL, puede existir déficit motor o sensitivo, precedido por episodios de SDL. El 90% de estos casos se asocian a HNP, la más frecuente afecta al segmento vertebral L5-S1 (y compromete la raíz S1), o al segmento L4-L5 (que afecta la raíz L5). Estos casos requieren de estudios con radiografía de columna lumbo-sacra antero posterior y lateral en el foco de la lesión y radiografía lateral en flexión y extensión de columna lumbar (Nordin, Balague, & Cedraschi, 2006). Algunos otros exámenes se pueden utilizar para determinar la causalidad del dolor tales como hemograma, VHS, perfil bioquímico, tomografía axial computarizada (para estenosis), resonancia nuclear magnética (para partes blandas) y por último, discografía.

Importante es explorar los llamados signos de alarma del dolor lumbar, también denominados banderas rojas (Waddell, Feder, & Lewis, 1997) que siempre deben ser consultados para identificar la presencia de alguna patología grave asociada a la aparición del dolor. Estos signos pueden ser el dolor nocturno de columna vertebral (o durante el reposo), que se puede asociar a procesos neoplásicos, pérdida rápida de peso o adelgazamiento injustificado, fiebre superior a 37.5º C, dolor en sujetos de más de 60 años o en niños, dolor con presencia de signos y síntomas neurológicos (paresias, parestesias, dolor irradiado a miembro inferior como la lumbociática, hiporreflexia, alodinia o dolor exagerado) entre otros (Casado Morales, et al., 2008b).



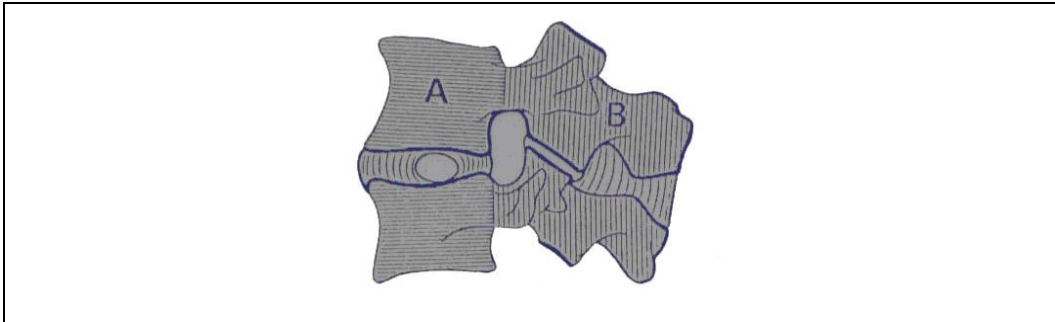
Se ha descrito que hasta 85% de los sujetos con dolor lumbar crónico, no tiene base fisiopatológica clara que dé cuenta de su dolor y discapacidad, por ello se ha buscado explicaciones en los aspectos psicosociales. Se citan con cierta frecuencia la asociación del SDL con la depresión, ansiedad, los procesos erróneos de afrontamiento y cognitivos del sujeto respecto del SDL (Davis & Marras, 2003; Ghaffari et al., 2008; S. McGill & Brown, 2005; Stanos, Muellner, & Harden, 2004; Thorbjornsson et al., 2000), la insatisfacción laboral, tener la percepción de que el trabajo que se ejecuta representa una carga física exagerada en sus quehaceres, la insatisfacción económica o tener interés ganancial basado en la enfermedad (Chibnall, Tait, Andresen, & Hadler, 2006; Guic S, Rebolledo M, Galilea M, & Robles G, 2002; Plouvier, Leclerc, Chastang, Bonenfant, & Goldberg, 2009; Thorbjornsson, et al., 2000; Valat, et al., 1997; Williams, 2001).

### **1.3. Consideraciones anatómicas y biomecánicas de la columna vertebral lumbar y su relación con el SDL en el entorno laboral**

La biomecánica es la ciencia que estudia los efectos de las fuerzas sobre el sistema músculo esquelético. Dicha disciplina nos permite comprender la lógica de su comportamiento ya sea desde la biomecánica de los tejidos, hasta la fisiología articular y aplicarla al estudio del movimiento normal o patológico (Janey & Daniel, 2001).

Se puede comprender mejor la biomecánica de columna vertebral si suponemos que la unidad biomecánica básica (segmento-vertebral) está constituida por dos vértebras, un disco intervertebral y los tejidos blandos interpuestos entre ambas, y que este segmento vertebral se mantiene unido mediante un apoyo tripodal sustentado en tres pilares, un gran pilar anterior compuesto por los dos cuerpos vertebrales y su respectivo disco intervertebral y dos pequeños posteriores uno a izquierda y otro a derecha constituidos cada uno de ellos por las articulaciones zigoapofisiarias (Figura 1). Mientras que el pilar anterior (también llamado estático), tiene la función fundamental de

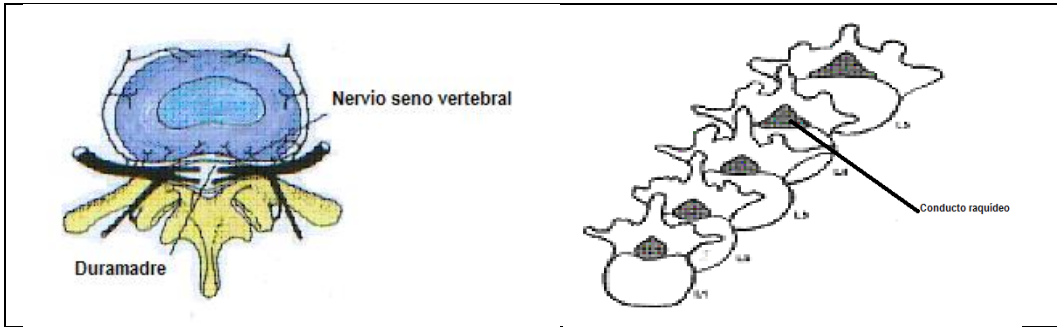
soportar la mayor parte de las carga, los pilares posteriores (o dinámicos) tienen a su cargo el movimiento de cada segmento vertebral, de hecho son estructuras fundamentalmente móviles ubicadas en la mitad posterior de las vértebras entre las cuales se encuentran prácticamente todos los músculos de la columna vertebral (Dov, 2001; Panjabi, 2003).



**Figura 1.** Representación de un segmento vertebral, estructura básica de la columna vertebral.

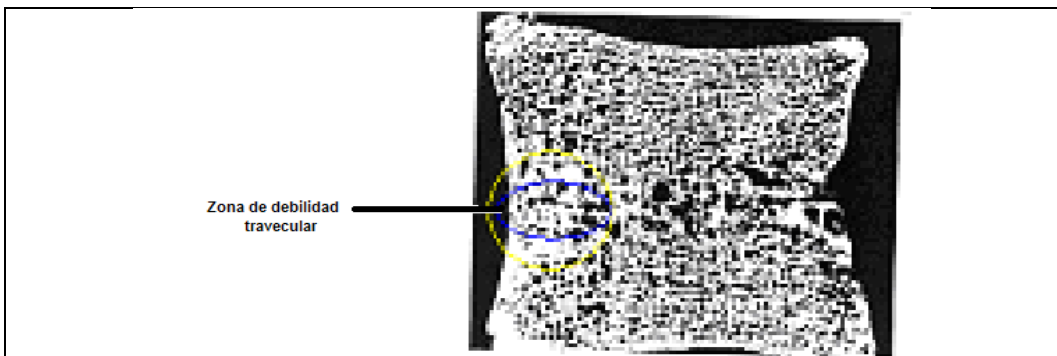
Los esfuerzos verticales de carga transferidos a cada segmento vertebral sano son absorbidos en un 35% por el disco Intervertebral y en un 65% por las articulaciones zigoapofisiarias, músculos y ligamentos, aunque esta proporción varía con la posición del sujeto (Kumar et al., 1999).

Por otra parte, como resultado de la unión entre dos o más vértebras aparece el agujero de conjunción, por el cual sale la raíz nerviosa del segmento correspondiente y el conducto raquídeo que genera un espacio longitudinal protegido para que a lo largo de la columna vertebral se aloje la médula espinal (Figura 2).



**Figura 2.** Relaciones de la médula y disposición de espacios en columna vertebral.

El cuerpo vertebral resiste muy bien las fuerzas de compresión a lo largo de su eje vertical debido a la disposición de su sistema travecular (Figura 3), las travéculas verticales unen los dos platillos vertebrales y las horizontales salen de ellos para atravesar el pedículo y dirigirse a las apófisis articulares y al arco posterior. Entre estos tres grupos queda una zona más desprovista o débil con forma de triángulo de base anterior, que constituye en la parte anterior de cada cuerpo vertebral una zona de menor resistencia en la cual precisamente se localizan las fracturas por compresión asociadas a hiperflexión de columna (Dov, 2001).



**Figura 3.** Zona frágil de cuerpo vertebral.

Es importante destacar que el cuerpo vertebral se fractura antes que el disco y que esta resistencia disminuye con los años por la disminución de la masa ósea. Al respecto una disminución de la masa ósea al 25% disminuye la

resistencia ósea en un 50%, esto se debe principalmente a la pérdida de uniones transversales entre las travéculas longitudinales (Niosi & Oxland, 2004; Stephen & Thomas, 2003).

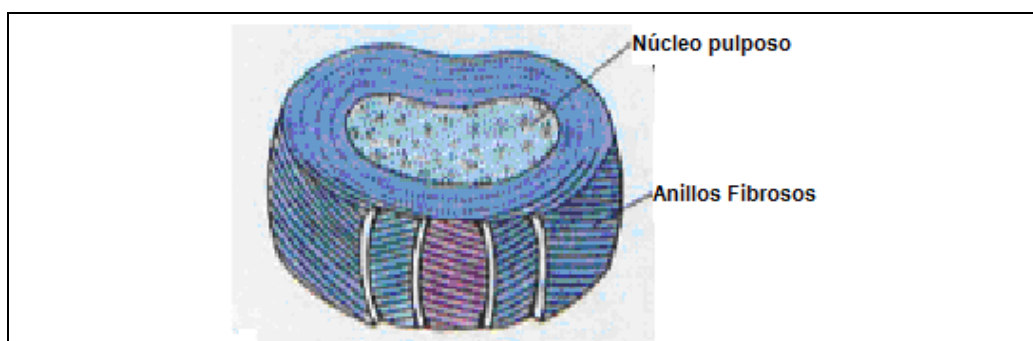
Interesante resulta mencionar un reciente estudio realizado sobre una población británica con una muestra de 908 sujetos que oscilaban en un rango de edad entre 32 y 74 años, en el que se analizó la columna lumbar mediante bioimpedanciometría y se relacionó con la enfermedad degenerativa del disco intervertebral lumbar. Los autores hallaron una clara y significativa asociación entre la disminución de la bioimpedanciometría lumbar, claro síntoma de osteopenia, y la enfermedad degenerativa del disco intervertebral, que constituye la causa del SDL. Los autores recomiendan estudiar los genes pleiotrópicos para generar conocimiento que permita comprender con toda claridad la relación del hueso-cartílago y fundamentar el tratamiento del problema. De lo anterior se puede comentar la importancia de considerar la osteopenia y la presencia de discopatías lumbares en los trabajadores con SDL y edad avanzada, además de tener presente la reconocida utilidad que han demostrado los ejercicios físicos controlados cuando se aplican a sujetos con osteopenia y que pueden ser objeto de un programa integral de tratamiento, control y prevención (Ksiezopolska-Orlowska, 2010; Livshits et al., 2010).

Por otra parte, el disco intervertebral es una estructura que constituye el más importante medio de unión entre dos vértebras, tiene la función de soportar el peso, traspararlo a la vértebra subyacente y mantener la distancia vertical entre la vértebra suprayacente y la subyacente asegurando con ello el apoyo tripoidal mediante el cual las vértebras se ponen en contacto. Las discopatías pueden derivar en SDL y disminuir la estabilidad en el segmento vertebral afectado al restar un importante medio de unión intervertebral (Kirkaldy-Willis & Farfan, 1982; Panjabi, 2003). Los trabajadores con discopatía y HNP operadas deben ser rehabilitados fortaleciendo de musculatura de tronco para mejorar la estabilización de la columna vertebral lumbar (Mannion et al., 2009).

La falla del disco, también llamada como discopatía, se expresa radiológicamente por la disminución de su dimensión vertical acercando las

vértebras entre ellas y cambiando la relación mecánica del segmento vertebral, creándose una sobrecarga de las articulaciones intervertebrales y dando origen al SDL de origen facetario (O'Connell, Vresilovic, & Elliott, 2011).

Cabe destacar que el disco intervertebral posee alrededor de 75% de agua y constituye una estructura visco-elástica que funciona como sistema amortiguador con capacidad para recuperarse lentamente ante las deformaciones. El disco está formado por el anulus fibroso o anillo fibroso el cual a su vez está constituido por 12 a 18 anillos o láminas concéntricas (Figura 4), que retienen en la posición central del disco una sustancia hidrófila denominada el núcleo pulposo, cuyas funciones han sido asociadas a la movilidad entre un cuerpo vertebral y a la manutención del normal trofismo discal. El disco intervertebral limita por arriba y por abajo con la placa cartilaginosa terminal que se encuentra adherida a cada cuerpo vertebral (Janey & Daniel, 2001; Panjabi & White, 1980).



**Figura 4.** Estructura del disco intervertebral.

Por otra parte, el núcleo está constituido por proteoglicanos capaces de retener gran cantidad de líquido y representa el 30-50% de la superficie total del disco lumbar en sección transversal.

En una columna vertebral sana, el 20-30% de su altura se debe a la separación que los discos ejercen sobre los cuerpos vertebrales, cada disco tiene mayor altura al nacer, la cual va disminuyendo acorde al envejecimiento (Stephen & Thomas, 2003). Un disco sano se nutre mediante un simple sistema de imbibición que consiste en captar agua (hidratarse) toda vez que no se expone a cargas, y pierde agua (deshidratarse) cuando aumenta su carga. Por

ello, entre el descanso y la bipedestación se pueden llegar a producir cambios de estatura de hasta 1% de la talla (2% en los niños y 0.5% en personas de 70-80 años) (Choi, 2009; Niosi & Oxland, 2004).

Al respecto, se ha observado que la disminución de la estatura se produce durante las primeras cuatro horas posteriores de permanecer en posición de pie y que el incremento de la estatura ocurre durante las primeras cuatro horas de descanso en posición horizontal (Choi, 2009; Niosi & Oxland, 2004). Esto puede ser relacionado con la aparición de molestias o dolores lumbares que se manifiestan cuando ha transcurrido más de la mitad de la jornada laboral. Algunos autores (Biering-Sorensen, 1984; Kinne, Patrick, & Maher, 1999) han encontrado que la baja capacidad aeróbica de la musculatura erectora espinal produce una menor tolerancia a las posiciones de trabajo predominantemente estáticas y mantenidas de pie o al trabajo frecuente de elevación manual de cargas entre los 0º y 45º de flexión de tronco, rango en los cuales los erectores espinales están especialmente activos. La isquemia de la musculatura erectora parece ser la causa de fondo por la cual se genera el SDL en las personas que desarrollan dichas labores.

El ejercicio físico libre de cargas excesivas y los movimientos libres de la columna vertebral favorecen la nutrición del disco, en tanto que las vibraciones y el tabaquismo lo disminuyen (Hadjipavlou, Tzermiadianos, Bogduk, & Zindrick, 2008; Liuke et al., 2005).

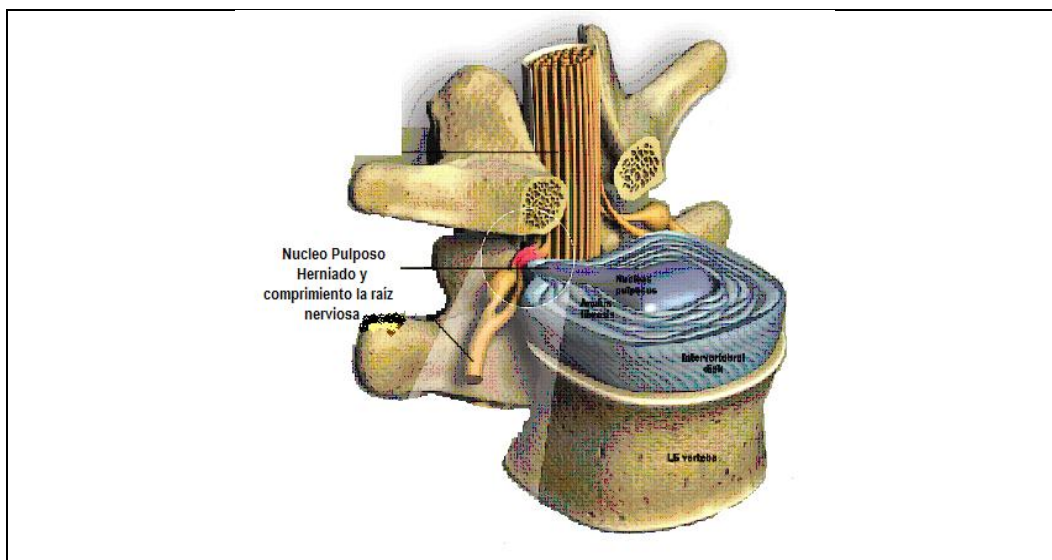
El *annulus*, con la edad, sufre un lento proceso de degeneración en el que va perdiendo cohesión entre sus capas concéntricas las que se separan por la ruptura de fibras colágenas y permiten que el núcleo pulposo salga de su posición normal céntrica y emigre a la periferia del disco ocasionando eventuales hernias del núcleo pulposo, las cuales pueden generar gran dolor, siempre y cuando el núcleo comprima la emergencia de alguna raíz nerviosa (Janey & Daniel, 2001).

La degeneración del disco intervertebral es una condición que aparece en los varones en la segunda década de la vida y en las mujeres una década más tarde. En general, a la edad de 50 años (Valat, et al., 1997), se puede

afirmar que alrededor del 97% de los discos intervertebrales lumbares están degenerados siendo los segmentos más afectados el L3-L4, L4-L5 y L5-S1 (Choi, 2009; Liuke, et al., 2005). Lo anterior es importante por cuanto demostró que un disco sano tiene aproximadamente un 25% más de resistencia que un disco degenerado.

Si bien el anillo fibroso es capaz de resistir muy bien las fuerzas de compresión y tracción, este tiene poca resistencia a las fuerzas de cizalla por ello los esfuerzos realizados con inclinación de tronco son aquellos en los cuales se manifiestan la mayoría de las rupturas discales y hernias del núcleo pulposo (Figura 5), en términos generales la resistencia del disco al esfuerzo se pierde en la medida que disminuye la cantidad normal de macro proteína en el núcleo, acontecimiento bioquímico que caracteriza el proceso de degeneración (Brinckmann, 1986; Fischer, Albert, McClellan, & Callaghan, 2007; Hadjipavlou, et al., 2008).

En relación con lo expuesto anteriormente y mediante un estudio de cohortes realizado en 20 sujetos adultos, se evaluó, mediante electromiografía, los esfuerzos demandados en las tareas de elevación y empuje, así como los de elevación y tracción de cargas manuales. Los autores concluyeron que los esfuerzos musculares se incrementan en la medida que las posiciones de la columna vertebral en el trabajo condicionan la ocurrencia de esfuerzos de cizalla y de flexión, dejando en evidencia que el esfuerzo de cizalla no es solamente mal resistido por los tejidos blandos, sino que genera un gran esfuerzo muscular para estabilizar la columna vertebral en las posiciones de trabajo ergonómicamente inadecuadas (Knapik & Marras, 2009). Conclusiones similares han sido recogidas por otros autores quienes señalan un incremento del riesgo de SDL durante elevaciones manuales de carga en posiciones asimétricas de flexión e inclinación lateral de tronco dado que condicionan la ejecución esfuerzos en planos de inclinación que favorecen el estrés de cizalla (Natarajan, Williams, Lavender, An, & Andersson, 2008).



**Figura 5.** Hernia del núcleo pulposo (lumbar)

El tamaño del agujero de conjunción varía acorde a la posición que adopte la columna vertebral, por ejemplo, en flexión, el agujero de conjunción lumbar se abre un 24% en tanto que en la extensión se cierra un 20%. En condiciones normales esto significa modificaciones de hasta el 50% de su área, esto resulta relevante sobre todo cuando consideramos a sujetos con lesiones discales que han generado extrusión del núcleo pulposo y gran dolor. Las posiciones que disminuyen la sensación dolorosa en este caso se relacionan con aquellas que incrementan el tamaño del agujero de conjunción y liberan la presión o estrés mecánico que ocasiona el dolor (Hasenbring, Marienfeld, Kuhlendahl, & Soyka, 1994; Janey & Daniel, 2001; Nordin, Welsler, Campello, & Pietrek, 2002). Además cualquier causa de deshidratación de los discos intervertebrales disminuye también el espacio disponible en los agujeros de conjunción, este problema se torna más relevante cuando además el núcleo protruye dentro del foramen.

Considerando discos intervertebrales normales, se tiene evidencia que las presiones puramente verticales suelen no lesionar el disco como tampoco aquellas pequeñas inclinaciones de 6° a 8°. Sólo a partir de los 15° de flexión el disco comienza a poder sufrir lesión mecánica (Anderson et al., 2007; Dov, 2001; Janey & Daniel, 2001).



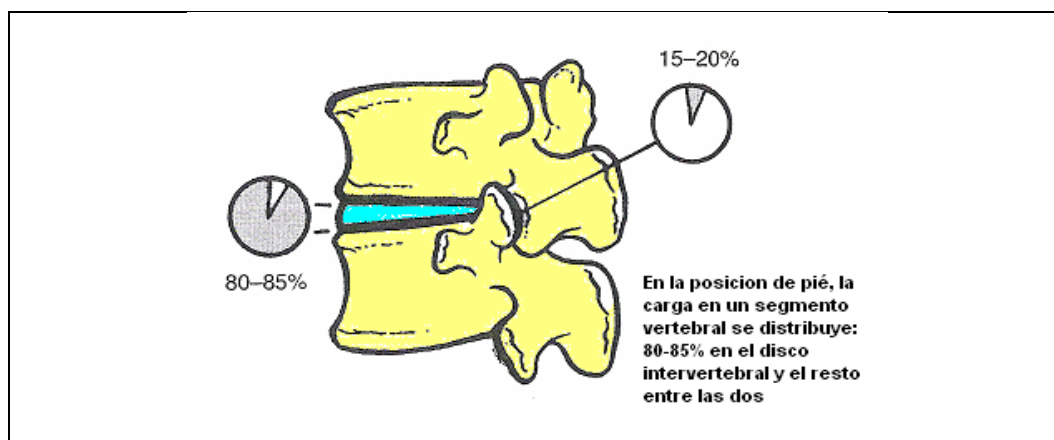
La presión intradiscal es una forma de medir la carga a la cual se somete la columna vertebral a partir de diversas posiciones, esta presión se ha valorado en vivo demostrando que la posición de pie resulta en todos los casos, de menor carga para la columna lumbar que cualquier posición sentada. Se ha observado que a 20° de flexión, sentado o de pie, la presión en el disco L3-L4 es superior al doble del peso del cuerpo y levantando un peso de 20 kg es tres veces el peso del cuerpo (Fischer, et al., 2007; Hadjipavlou, et al., 2008; Nachemson & Morris, 1964). A partir de datos obtenidos por las variaciones de la presión intradiscal según diversas posiciones corporales, se ha llegado a reconocer aquellas posiciones que son más exigentes e implican riesgo de lesión lumbar y aquellas que pueden ser consideradas libres de riesgo y recomendadas como posiciones de reposo (O'Connell, et al., 2011; Panjabi, Krag, White, & Southwick, 1977).

Por otra parte, las curvas de la columna vertebral solo se pueden observar en el plano sagital y teóricamente son cuatro, a saber, lordosis cervical, cifosis dorsal y lordosis lumbar (además de la curvatura ósea sacro-coxígea), las curvaturas se denominan primarias cuando se forman durante el periodo intrauterino (como es el caso de las cifosis) y se denominan secundarias cuando se desarrollan como resultado de la adaptación mecánica durante el desarrollo psicomotor fundamentalmente durante los dos primeros años de vida (Kouwenhoven & Castelein, 2008; Lengsfeld, Frank, van Deursen, & Griss, 2000).

La existencia de las curvas vertebrales incrementa la resistencia de la columna vertebral siendo dicha presión proporcional al cuadrado del número de ésta más uno, que expresado matemáticamente es  $R = N^2 + 1$ , donde R es la resistencia y  $N^2$  es el número de curvas de columna vertebral al cuadrado. La existencia de las tres curvas móviles en una columna vertebral normal representa un aumento de la resistencia diez veces mayor comparado una columna recta. Por ello, siempre es necesario verificar (particularmente en sujetos que realizan actividad física sobrecargando su columna vertebral) si los trabajadores tienen dichas curvaturas y si estas son normales, disminuidas o incrementadas (Panjabi & White, 1980).

Las hiperlordosis e hipolordosis lumbares modifican la posición espacial de los segmentos vertebrales, cambian la normal distribución de las cargas sobre ellos (Figura 6) y exponen a estrés estructuras anatómicas que no están preparadas para grandes cargas, además modifican las tensiones de los elementos pasivos como ligamentos, aponeurosis, cápsulas articulares y influyendo el normal tono muscular por las aferencias de los sensores propioceptores (Adams & Hutton, 1980; Benjamin, 2009; Lengsfeld, et al., 2000; Nordin, Alexandre, & Campello, 2003).

La columna con sus ligamentos intactos, pero sin músculos, es una estructura muy inestable, de hecho se desequilibra inmediatamente cuando sobre ella se aplican aproximadamente 2 kg de presión vertical, por ello se puede afirmar que la columna vertebral está fundamentalmente sostenida por la actividad muscular, que no solo otorga movilidad, sino una gran estabilidad a la columna. La columna vertebral mejora su estabilidad y soporta mejor las cargas mediante diversos sistemas en que los músculos van generando mecanismos en los que inclusive participan elementos no contráctiles (Benjamin, 2009; Gattón, Percy, Pettet, & Evans, 2010; Kirkaldy-Willis & Farfan, 1982; Loukas et al., 2008).

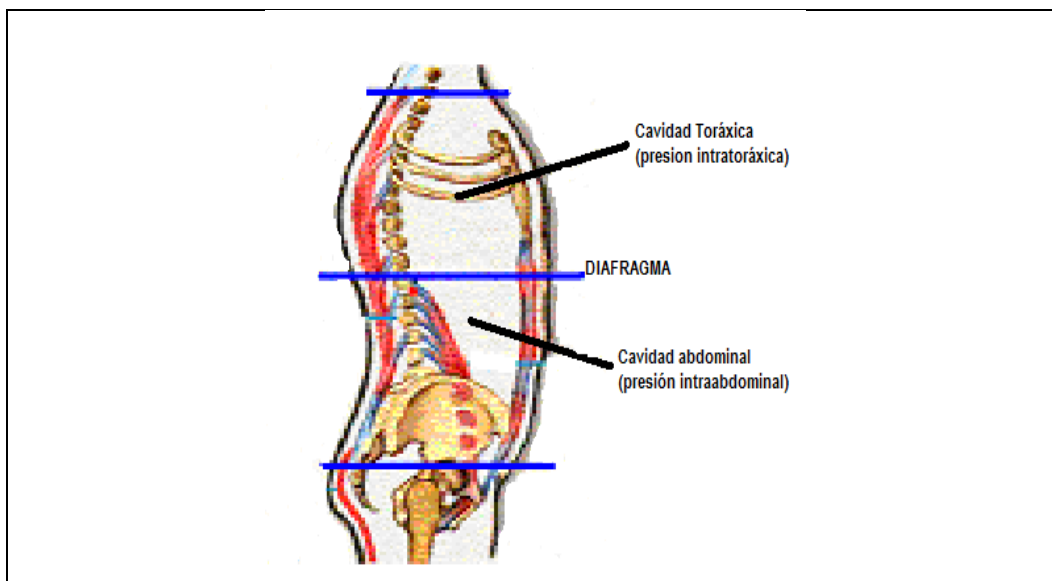


**Figura 6.** Distribución porcentual de cargas compresivas en un segmento vertebral.

Por ejemplo, un sofisticado elemento de estabilización es la cámara hidroaérea formada por el tórax y el abdomen (Figura 7), en este caso, al realizar un esfuerzo de elevación y transporte de carga, se cierra

automáticamente la glotis y comprime el aire contenido en los pulmones, de modo que se transfiere la carga desde los hombros al tórax y desde allí al abdomen, pero para que esto ocurra los músculos abdominales deben contar con la sinergia del músculo diafragma que se debe contraer para permitir que se compriman las vísceras incrementando la presión intra-abdominal (PIA) y permitiendo que el abdomen se comporte como una columna rígida. De esta forma se transfiere la carga hasta la pelvis, las articulaciones coxofemorales y desde allí a la rodilla y pie. Este mecanismo permite a la columna vertebral desprenderse de al menos, un 40% del peso que se eleva con las extremidades superiores y la espalda (Gracovetsky, Farfan, & Lamy, 1981; Porterfield, 1985; Tesh, Dunn, & Evans, 1987).

La PIA ha sido considerada una variable importante en la estabilización y desviación del estrés de columna lumbar cuando está expuesta a cargas pesadas. Al respecto, se estudió 20 sujetos sanos frente a 20 sujetos con SDL cargadores manuales, con varias técnicas de respiración para identificar los factores que incrementan la PIA durante la elevación de cargas y la influencia que tiene la respiración en la misma. Registraron los resultados de la PIA, la presión intratorácica y la actividad electromiográfica de los abdominales oblicuos y los erectores espinales durante maniobras de elevación de cargas. Los resultados del estudio mostraron un incremento de la PIA durante la elevación de las cargas, que fue correlacionada con la buena coordinación de la contracción entre los músculos que rodean la cavidad abdominal. Los autores reportaron que el diafragma es el músculo más importante en el incremento de la PIA, que el cierre de la glotis parece ayudar al diafragma a mantener la subida de dicha presión y que el tipo de respiración parece ser menos importante para el incremento de la PIA durante la elevación (Hemborg, Moritz, & Lowing, 1985).

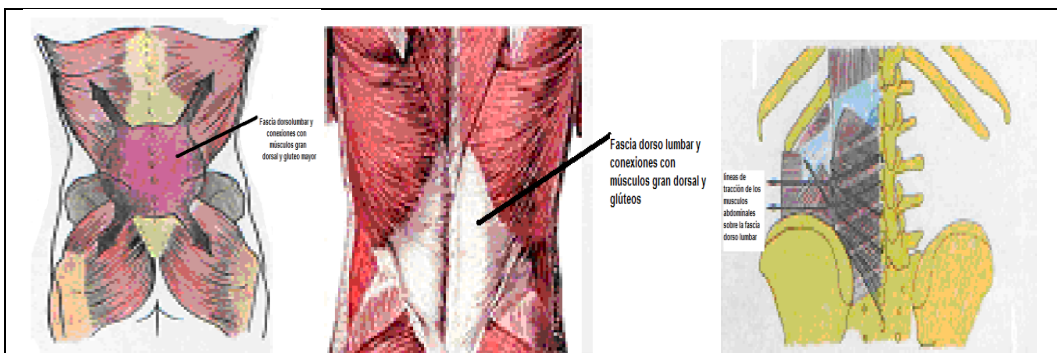


**Figura 7.** La cámara hidroaérea

Por otra parte, y con el propósito de estudiar el incremento de la PIA que las fajas lumbares rígidas podrían generar e identificar su efectividad como elemento de prevención del SDL en el trabajo, se estudió una muestra de 10 sujetos jóvenes sin SDL que elevaron cargas de 0, 10, 20 y 30 kg en diversos ángulos de inclinación de tronco (0, 30, 60 o 90 grados respectivamente), mientras se estimaba la PIA generada. Al término del estudio, los autores concluyeron que la faja rígida era eficaz durante la manipulación manual de cargas debido a la respuesta sensible de la PIA durante la carga de la columna (Udo & Yoshinaga, 1997). Otro estudio midió la PIA máxima en 10 atletas altamente entrenados y 11 hombres sanos durante la maniobra de Valsalva y la fuerza isométrica máxima del flexor del tronco durante la elevación isométrica con 0, 30, 45, 60, 75, 90, y 100% del esfuerzo de elevación máximo. Los volúmenes inspiratorios y espiratorios fueron calculados inmediatamente antes y después del comienzo de la elevación. La PIA, se midió usando un transductor de presión intrarectal durante la elevación. Al concluir el estudio los autores sugieren que los volúmenes respiratorios y el desarrollo de la PIA están asociados al esfuerzo de elevación creciente, que la fuerza de los músculos abdominales del tronco pueden modificar el desarrollo de la PIA y el comportamiento inspiratorio durante la elevación (Kawabata, Shima, Hamada, Nakamura, & Nishizono, 2010).

De estos resultados se puede desprender la real importancia que tiene la musculatura abdominal para generar un incremento de la PIA que permita realizar esfuerzos de elevación de carga protegiendo la columna vertebral de SDL.

Por otra parte, existe otro sistema que para entenderlo adecuadamente es necesario asumir que la aponeurosis abdominal y la fascia dorso lumbar están anatómicamente conectadas (Figura 8), y que esta última se puede tensar por la contracción del dorsal ancho el cual se inserta en la parte proximal del húmero (de modo que al realizar la aproximación de los brazos se tensa la fascia dorso lumbar), pero que además la fascia dorso lumbar también se puede tensar mediante la contracción de los músculos abdominales con los cuales se une anatómicamente a través de la aponeurosis abdominal. Entendido lo anterior, cada vez que se eleva una carga con los brazos y el gran dorsal actúa como aductor, extensor y rotador interno de hombro, tensa la fascia dorso lumbar optimizando así la función de los erectores espinales (que se contraen al interior de una fascia pretensada) y la cadena cinética muscular de glúteo mayor e isquiotibiales. Por otra parte, cada vez que se contraen los abdominales y tensan la fascia dorso lumbar también optimizan la contracción de los erectores espinales permitiéndoles una mayor eficiencia mecánica para elevar y sostener la columna lumbar entre la posición vertical y los 45° de flexión de tronco (Benjamin, 2009; Gracovetsky, et al., 1981).



**Figura 8.** Aportaciones de la aponeurosis abdominal y la fascia dorso lumbar.

Al respecto, según un estudio basado en disecciones anatómicas de cadáveres, microscopía electrónica y tomografía axial computarizada en sujetos voluntarios vivos, se comprobó que se generan cambios en la organización espacial de la fascia durante la flexión de columna lumbar y durante la maniobra de Valsalva. Durante la flexión anterior de tronco, los músculos abdominales incrementaban la tensión de la fascia dorso lumbar y la PIA, y que ambas eran relativamente pequeñas en la posición de flexión anterior completa. La influencia estabilizadora de la capa media de la fascia tóracolumbar en la flexión lateral también fue demostrada y justifica claramente otros estudios adicionales (Tesh, et al., 1987).

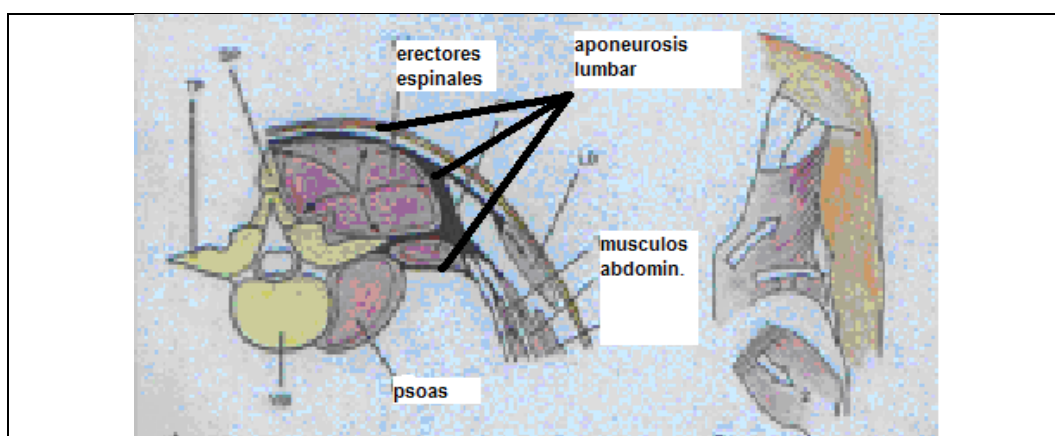
Un estudio previo investigó la eficacia relativa de los músculos abdominales en la estabilidad de la columna vertebral. Se midió el efecto de elevar cargas a diversas alturas y la variación de los niveles de coactividad de los músculos abdominales. Los autores reportan que el oblicuo interno fue el músculo más eficiente (comparado con el oblicuo externo y del músculo recto anterior del abdomen) para proveer estabilidad, generando cargas espinales más pequeñas y un índice más bajo de fatiga muscular. En la medida que se incrementó la altura de la carga, la estabilidad proporcionada por los abdominales se deterioró bajando su eficacia estabilizadora. Los autores proponen que el sistema nervioso central disminuye la capacidad muscular y evita que el sujeto mediante la percepción de inestabilidad, asuma tareas de elevación en posición altas bajando con ello el riesgo de lesión de espalda (Hodges & Moseley, 2003).

Lo anterior supone que elevaciones más altas exponen a los trabajadores a mayor riesgo de lesión de espalda. Por ello, algunos procedimientos de análisis de levantamientos manuales de cargas, además de considerar variables como el peso del objeto o la frecuencia de elevaciones, entre otras, incluyen la altura del levantamiento y asignan menor tolerancia de peso cuando la carga está sobre el nivel del hombro.

En resumen, se puede reconocer tres sinergias musculares en la biomecánica de columna vertebral para la elevación manual de cargas. Una entre abdominales y el diafragma para incrementar la presión intra-abdominal,

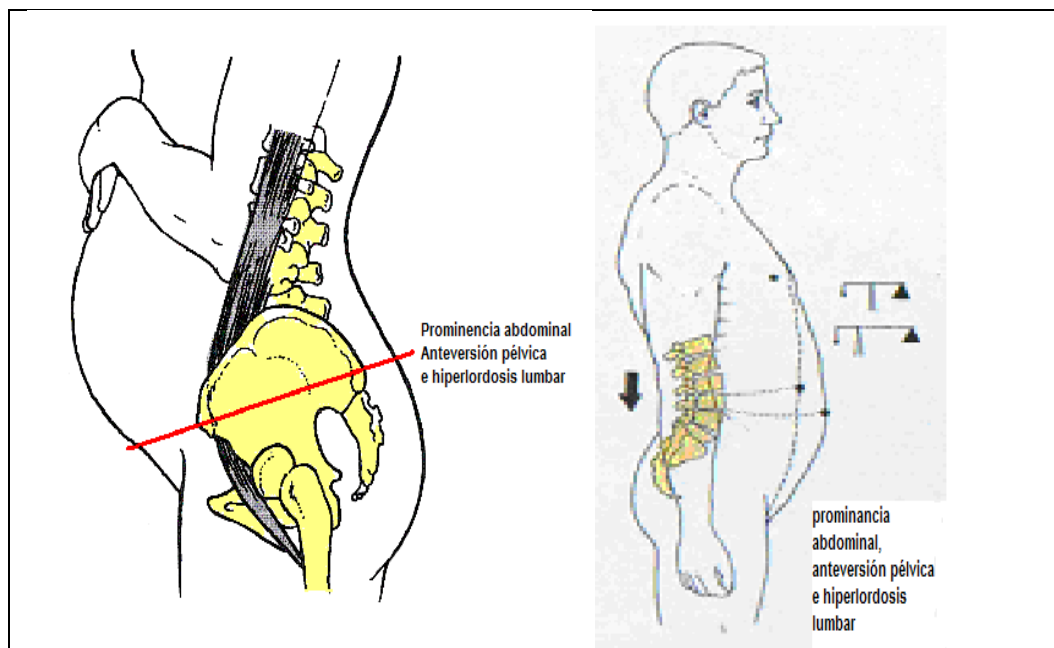
otra entre los abdominales y los erectores espinales, para mejorar la eficiencia de estos últimos sobre el raquis lumbar y una tercera sinergia entre el gran dorsal, los glúteos mayores y los isquiotibiales que permiten mejorar la capacidad de elevación de cargas mediante la retroversión pélvica (Vleeming, Pool-Goudzwaard, Stoeckart, van Wingerden, & Snijders, 1995).

Finalmente, es necesario recordar que durante la flexión del tronco hacia adelante, solamente los primeros 40°- 45° son atribuibles al movimiento de la columna lumbar mientras la pelvis permanece bloqueada por el glúteo mayor. El resto de la flexión de tronco (más allá de los 45°), se realiza en las articulaciones coxofemorales (Figura 9) (Farfan, 1975; Vleeming, et al., 1995).



**Figura 9.** Aportaciones musculares.

La debilidad de la musculatura abdominal aumenta la lordosis lumbar porque la pelvis desciende hacia delante (anteversión pélvica) modificando la posición del sacro y proyectando la quinta vértebra lumbar, esto sucede cuando aumenta el perímetro abdominal y también durante el embarazo (Figura 10). Por lo anterior, siempre es adecuado evaluar el equilibrio de la pelvis como una forma de verificar el normal equilibrio entre los músculos abdominales y glúteos siendo imprescindible mantener bien equilibrados estos dos grupos musculares realizando regularmente ejercicios isométricos. Una disminución de un 10% de la función muscular representa un aumento de un 60% de la tensión que soportan los ligamentos posteriores (Farfan, 1975; Gracovetsky, et al., 1981).



**Figura 10.** El equilibrio transversal de la pelvis y su influencia en la zona lumbar.

#### 1.4. Etiopatología del SDL

En el análisis de la etiopatología del SDL confluyen diversos factores que pueden generar el principal síntoma del cuadro, el dolor y el signo más relevante: la discapacidad funcional.

Muchos SDL se deben a las fuerzas que se ejercen sobre la columna lumbar, ya sea por movimientos, posturas de trabajo e inclusive por posiciones de reposo, pero es necesario considerar el dolor, como una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a daño tisular real o potencial (Bonica, 1990) puede ser modulado por mediación del sistema límbico e incrementarse, disminuir o cronificarse por factores psicológicos propios del paciente (van Doorn, 1995).



Los receptores nociceptivos son el origen de la sensación dolorosa lumbar y el reconocer estas estructuras que originan el dolor es de gran utilidad porque orienta respecto del tratamiento de mismo en la primera etapa del SDL. Las zonas de receptores nociceptivos de la columna vertebral, con los cuales se asocia el dolor, son las fibras anulares exteriores del disco intervertebral, ligamentos longitudinales (especialmente el común posterior), la duramadre de las raíces nerviosas, las cápsulas y articulaciones intervertebrales, los músculos erectores de columna y los ligamentos paraespinosos (Chen et al., 2007; Hodges & Moseley, 2003; Kuslich, Ulstrom, & Michael, 1991).

Por otra parte, en condiciones normales, los movimientos fisiológicos de la columna lumbar no generan dolor porque el grado del estímulo o umbral del dolor de los receptores nociceptivos es alto, pero ciertos tipos de estrés como la compresión, el estiramiento o la torsión, liberan mediadores químicos que actúan sobre los nociceptores, disminuyendo su umbral doloroso y provocando que los movimientos de la columna vertebral en ocasiones se perciban con dolor (Haldeman, 1999) (Birkmeyer & Weinstein, 1999).

Por experiencias de laboratorio algunos investigadores han identificado que el proceso que deteriora el disco intervertebral es muy similar al proceso de las artrosis en las cuales se han encontrado la presencia de metaloproteasas las que se encuentran también en los procesos inflamatorios de las estructuras lumbares y en especial de los cartílagos (Ashton et al., 1992).

Los estímulos mecánicos y/o químicos inducen la formación de neuropéptidos como la sustancia P, la somatostatina y la colecistocinina en las neuronas aferentes, estas sustancias se han estudiado e identificado en ellas un importante rol en la modulación y transmisión de señales dolorosas. Experiencias de laboratorio han sido reportadas sobre lo expuesto tras inyectar repetidas dosis de sustancia P en ratas de experimentación en las que se indujo hiperalgesia zonal (Nakamura-Craig & Smith, 1989).

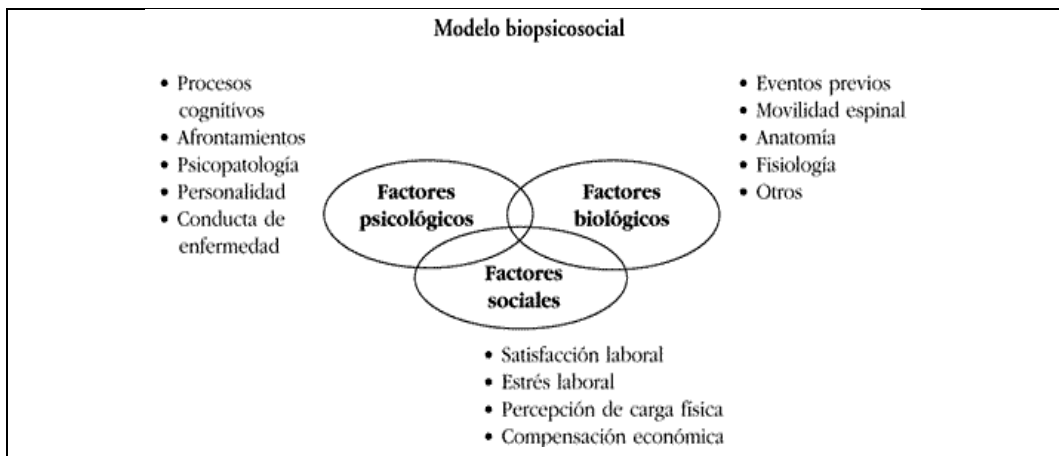
El dolor puede además tener un origen psicosocial, existen dos tipos de sensibilización, una predominantemente física que residiría en las vías orgánicas de transmisión del dolor y otra de tipo predominantemente psicológico la que puede operar como un círculo vicioso: dolor, ansiedad, hipervigilancia, dolor (Brosschot, 2002). La ansiedad o preocupación que provoca el dolor aumenta la alerta o la atención que las personas prestan a las sensaciones dolorosas (Roelofs, Peters, Zeegers, & Vlaeyen, 2002) aumentando la sensación subjetiva de dolor (Jansen, Kant, & van den Brandt, 2002).

Relacionado con lo anterior, algunos autores proponen que las personas con dolor crónico no solo presentan sesgos atencionales, sino también de interpretación y memoria, y comparados con la población normal tienen tendencia a interpretar o percibir estímulos físicos como dolor y también recordar en mayor medida los episodios con dolor (Pincus & Morley, 2001)

Otros autores han descrito el dolor como impulsor de un círculo de dolor, ansiedad tensión y demás sensaciones frustrantes. Ellos proponen que aunque desaparezca el desencadenante inicial del dolor, el proceso ya fue puesto en marcha de modo que los pacientes que experimentan más ansiedad son los que sufren más dolor (Riley, Robinson, Wade, Myers, & Price, 2001).

La depresión es la emoción más asociada al dolor. Varios estudios muestran que las personas con más depresión son las que tienden a sentir más dolor (Schattner & Shahar, 2011). Algunos autores han intentado explicar este hecho con un modelo de procesamiento de las emociones que plantea que cuando se experimenta dolor en repetidas ocasiones con emociones simultáneas de tristeza, miedo, disgusto o ira, entre otras, se genera un esquema en la memoria que representa los estímulos nociceptivos junto con las emociones, sensaciones e imágenes previamente asociadas, explicando cómo la experiencia sensorial del dolor puede provocar malestar emocional y también, a la inversa, cómo las emociones negativas pueden facilitar la sensación dolorosa (Schattner & Shahar, 2011).

La etiología del dolor lumbar es comprendida mejor en el contexto de un modelo biopsicosocial que incluya aspectos biomédicos y psicosociales. El término psicosocial se usa para hacer referencia a la interacción que se produce entre el individuo y su ambiente social, laboral y familiar (Guic, et al., 2002). Estas interacciones influyen en el comportamiento del individuo, en los niveles de estrés, en las actitudes y creencias con respecto al dolor y además, pueden afectar negativamente a la evolución y resultados de los diferentes tratamientos. Así, el modelo biopsicosocial del dolor lumbar enfatiza la interacción entre estos múltiples factores, destacando la importancia y la necesidad de la evaluación. En la figura 11 se describe a continuación la evaluación del SDL en el contexto de un modelo biopsicosocial considera la presencia de factores biológicos, psicológicos y sociales y cómo la interacción entre ellos puede afectar la evolución del trabajador.

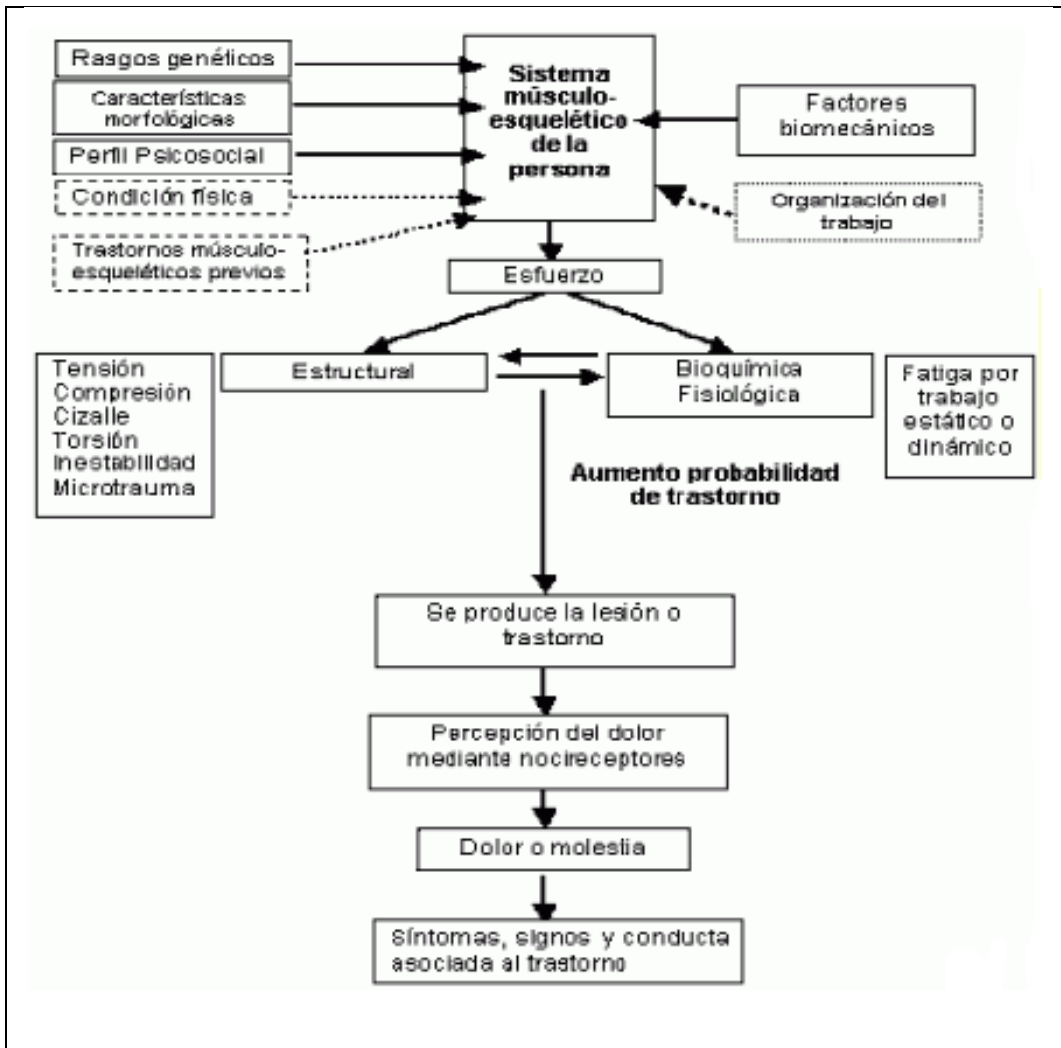


**Figura 11.** Modelo biopsicosocial. (Guic S, et al., 2002).

En resumen, un modelo que incluya aspectos biomédicos y psicosociales tendría razonablemente buenas expectativas de efectividad para resolver o controlar la prevalencia del SDL (Casado Morales, et al., 2008b).

Con el propósito de explicar la generación de trastornos músculo esqueléticos en el trabajo, el año 2001, fue publicada la teoría multifactorial o de interacción multivariada que propuso que en la causalidad de los síndromes dolorosos pueden concurrir diversos factores (Figura 12), el autor delimitó los riesgos biomecánicos enunciándolos como la sobrecarga postural, el trabajo

repetido, el manejo manual de cargas y las fuerzas excesivas, describiendo en su publicación, cuatro teorías, la central es la presuposición que todas las lesiones músculo esqueléticas ocupacionales son de naturaleza biomecánica y que la interrupción del orden mecánico de un sistema biológico es dependiente de las características mecánicas de los componentes individuales.

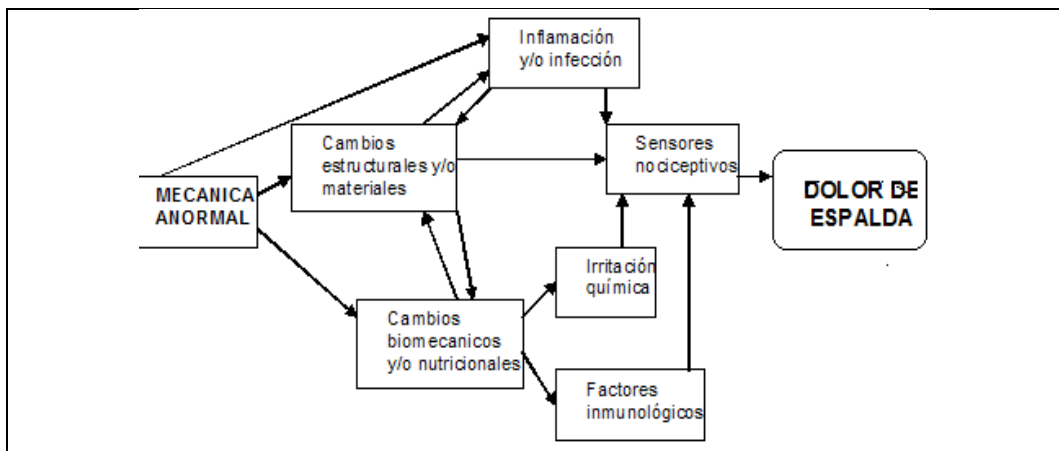


**Figura 12.** Teoría multifactorial de la generación de trastornos músculo-esqueléticos (Kumar, 2001).

En este caso, el denominador causal común puede ser afectado por la dotación genética individual, las características morfológicas, los factores psicosociales, y los riesgos biomecánicos ocupacionales. El autor también

propone la teoría diferenciada de la fatiga que supone que las actividades ocupacionales desequilibradas y asimétricas crean fatiga y desequilibrio cinético y cinemático dando por resultado la precipitación de lesión. La tercera teoría es la teoría acumulativa de la carga que sugiere que la carga y la repetición del movimiento más allá de ciertos rangos precipitan la lesión. Finalmente, El autor propone la teoría del esfuerzo excesivo, argumentando que el esfuerzo que excede el límite de tolerancia precipita lesión músculo esquelética ocupacional. Finalmente sugiere que estas teorías de la precipitación de lesiones, pueden funcionar simultáneamente y obrar recíprocamente para modular lesiones (Kumar, 2001). En la figura 12 se muestra el esquema de la teoría multifactorial.

Por otra parte, mediante una propuesta similar, (Panjabi, 2003) analiza la biomecánica clínica de la columna vertebral (Figura 13) exponiendo que el dolor de espalda se inicia a partir del funcionamiento mecánico anormal de la columna vertebral que genera cambios estructurales y biomecánicos en el tejido blando los que posteriormente afectan los nociceptores dando lugar al dolor de espalda.



**Figura 13.** Biomecánica anormal y dolor de la columna vertebral (Panjabi, 2003).

Ejemplos de exigencias mecánicas que pueden inducir a funcionamientos anormales son las posiciones sentadas mantenidas asociadas a vibraciones del cuerpo entero en trabajos predominantemente estáticos como la conducción de vehículos, en trabajos mantenidos en posición sentada o de pie, sin necesidad de someter la columna vertebral a esfuerzos de gran magnitud (como por ejemplo en el transporte y elevación manual de cargas), estas exigencias pueden alterar el normal funcionamiento de las partes blandas, alterar su mecánica, la normalidad de los equilibrios musculares, modificar la postura corporal y generar dolor e incapacidad (Delleman & Dul, 2007; Gallagher & Mayton, 2007; Kumar, et al., 1999; Waters, Collins, Galinsky, & Caruso, 2006).

El dolor lumbar es un problema que afecta alrededor del 70-80% de la población general en algún momento de su vida, de los cuales sólo un 15% o menos tiene un origen claro, el resto se considera dolor lumbar inespecífico o inclasificable, siendo en estos casos donde el tratamiento convencional ha fracasado. En el origen de este dolor lumbar inespecífico, se encuentran factores biológicos, psicológicos y sociales, las conductas de dolor y otros procesos de aprendizaje que influyen en su cronificación (Casado Morales, et al., 2008b). Las causas del SDL son múltiples y según se ha ido avanzado en su estudio, se le han atribuido diversos orígenes, por ejemplo, en la década de 1980, se estudió preferentemente las causas biomecánicas del SDL (Adams & Hutton, 1980; Biering-Sorensen, 1984; Buchalter, Parnianpour, Viola, Nordin, & Kahanovitz, 1988; Sullivan, 1989), en la década de 1990 se estudió las causas psicosociales (Ayoub & Dempsey, 1999; Fouquet et al., 1997; Guic, et al., 2002; Johnston, Landsittel, Nelson, Gardner, & Wassell, 2003; Lang, Liebig, Kastner, Neundorfer, & Heuschmann, 2003; Weickgenant et al., 1993) y actualmente se está estudiando las causas desde un punto de vista más amplio y los autores que antes participaron en aquellas corrientes de estudios causales, ahora proponen una perspectiva ergonómica y multidisciplinar (Buchbinder et al., 2010; Dagenais et al., 2010; Davis & Marras, 2003; Marras, 2001).

En el caso del SDL, siempre se debe explorar los signos de alarma para identificar aquel dolor vinculado con una enfermedad mayor. Los signos de alarma frecuentemente consultados son: dolor intensificado en la noche o

durante el reposo, dolor de intensidad inusualmente incrementado frente a traumatismos leves especialmente en personas mayores, fiebre superior a 37.5 C° (cirugías abdominales, ginecológicas, procedimientos urológicos, inmunosupresiones derivadas de la diabetes mellitus, desnutrición, alcoholismo), baja ponderal asociada a anorexia y sin causa justificada, signos y síntomas neurológicos (ciática, parestesia, disfunción vesical), claudicación neural intermitente (aparición de dolor en los miembros inferiores, parestesias o síntomas motores al caminar causados por estenosis evolutiva) a medida que esta se agrava el paciente recorre distancias más cortas (Leerar, Boissonnault, Domholdt, & Roddey, 2007).

Al respecto, el año 2010 fue publicado un estudio de diseño transversal referido al predominio del dolor de espalda crónico en sujetos 732 sujetos de 44 años y más los que fueron comparados con otros de edad entre 21 a 44. Se encontró un predominio del SDL en el grupo de más edad (12.3% contra 6.5%,  $p < 0.001$ ). El grupo de mayor edad tenía mayor discapacidad, duración más larga de los síntomas y menos depresión. El cuidado médico que buscaban los sujetos de mayor edad era perceptiblemente más bajo, eran menos proclives al reposo en cama, a la manipulación espinal, al tratamiento con termoterapia, a la estimulación eléctrica y la terapia con masaje. En este grupo, el uso de antiinflamatorios no esteroideos, relajantes musculares y antidepresivos era perceptiblemente más bajo comparado con los más jóvenes. Los autores concluyeron que hay diferencias relativas a la edad en la manifestación del SDL y en el cuidado médico entre individuos con SDL (Knauer, Freburger, & Carey, 2010).

Estudios prospectivos mediante análisis multivariado han definido algunos factores personales asociados a la cronificación del SDL, como la edad (50 años o más), sexo femenino (excepto en algunos estudios recientes), sobrepeso, mala postura, hábitos de tabaquismo, falta de ejercicio físico, baja expectativa de recuperación y conducta de enfermo (Alexopoulos, Konstantinou, Bakoyannis, Tanagra, & Burdorf, 2008a; McGill & Brown, 2005; Thorbjornsson, et al., 2000; Vismara et al., 2010).

También se describen factores ocupacionales tales como los trabajos físicamente pesados que sobrepasan o están en el límite de las capacidades físicas de las personas, sobre-esfuerzo continuo de espalda, transporte manual asimétrico de cargas (su repetición induce fallas en el anulus del disco intervertebral y genera SDL), insatisfacción laboral, interés en el beneficio de la compensación económica por el problema de espalda o bajo nivel de escolaridad (Alexopoulos, Konstantinou, Bakoyannis, Tanagra, & Burdorf, 2008b; Casado Morales, Moix Queraltó, & Vidal Fernández, 2008a; McGill & Brown, 2005; Rainville, Ahern, Phalen, Childs, & Sutherland, 1976).

Por otra parte, una fuerte capacidad predictiva del SDL se encontró para la historia previa o recurrencia de dolor lumbar durante los últimos 12 meses (Papageorgiou et al., 1996). Respecto de los mismos factores predictivos y mediante diseño multivariado se identificó elementos predictores de SDL entre los múltiples síntomas de discapacidad funcional (disminución del movimiento articular, pérdida de fuerza muscular, disminución de la velocidad de reacción, disminución de la capacidad para realizar sus actividades de vida diaria y ocupacionales), la evidencia de enfermedad no orgánica y el tratamiento hospitalario (Valat, et al., 1997).

Además, la disminución de la flexibilidad observada en cohortes en estudios longitudinales de 30 meses, ha permitido identificar la asociación significativa entre la pérdida de la capacidad física (moderada y alta) y el incremento del SDL (Stroyer & Jensen, 2008).

Otro antecedente vinculado se deriva del estudio prospectivo de 3 años de desarrollo en una muestra de 303 sujetos deportistas con SDL y respuesta muscular refleja lenta en los grupos flexores, extensores y lateralizadores de tronco. Los autores concluyeron que esta respuesta muscular lenta era un factor de riesgo de SDL pre-existente de la condición física y no un efecto derivado del SDL (Cholewicki et al., 2005).

El año 1999 se publicó un estudio referido a los factores predictivos personales (Adams, Mannion, & Dolan, 1999). En el citado estudio se encontró que eran predictores serios de SDL la hipolordosis lumbar y la disminución del



rango de inclinación lateral lumbar. Los autores relacionaron estos factores con causas o predictores de un primer episodio serio de SDL en sujetos entre 18 y 45 años controlados prospectivamente durante 3 años. No obstante, estos factores de condición física (incluyendo la fuerza y fatigabilidad de músculos de espalda y piernas) explican una baja proporción de los primeros episodios de SDL.

La alteración mecánica de la lordosis modifica la distribución de las fuerzas compresivas en los segmentos vertebrales lumbares, y afecta a quienes trabajan predominantemente sentados y no mantienen una postura corregida. La posición sentada tiende a generar hipolordosis e incrementa la presión intradiscal intervertebrales más de tres veces en comparación con la posición de pie. Sin embargo, se transforma en un riesgo relativo cuatro veces mayor, cuando esta posición se combina con vibraciones de cuerpo entero como en el caso de operadores de equipos móviles (camiones, tractores, etc.) (Angela Maria, Katia, Hayley, & Margareta, 2007).

Por otro lado, en vivo se ha demostrado que la frecuencia de la resonancia de la columna es de 4-5 Hz y que en muchas circunstancias se supera esta frecuencia (Pope & Novotny, 1993), como por ejemplo, en la exposición prolongada a las vibraciones en todo el cuerpo que inducen cambios degenerativos de la columna (cabines de camiones, tractores, máquinas neumáticas, etc.). El riesgo incrementa con la edad y el tipo de trabajo y disminuye con el número de ciclos. En estos casos se debe tener en cuenta que las modificaciones de la configuración de los asientos de trabajo podría reducir la presión sobre el disco intervertebral y las tracciones sobre la parte posterior de dicho disco (Wilder, Pope, & Magnusson, 1996).

También se ha revisado algunas causas de SDL (inicialmente reportadas con baja evidencia epidemiológica) relacionadas con la carga física acumulativa por elevación de cargas en el trabajo, incluyendo variables como la fuerza de cizalla entre L5-S1, momento lumbar incrementado, alta velocidad de movimiento de tronco y trabajo frecuente de fuerza manual. La alta correlación observada entre estas variables y el SDL permite afirmar que la carga física acumulativa en el trabajo constituye un factor etiológicamente importante en

la ocurrencia del SDL que debería ser considerado en la prevención primaria, tratamiento y reintegro laboral de sujetos con SDL (Norman et al., 1998).

Aunque explican una baja proporción de los casos, las demandas físicas asociadas a la ejecución de las tareas en los puestos de trabajo, pueden desencadenar episodios individuales de SDL y afectar a los sujetos más susceptibles de la población, es decir, a aquellos con una condición física disminuida y/o otros factores de predisposición (Burton, McClune, Clarke, & Main, 2004; Marras & Mirka, 1993; Marras et al., 2006).

Las exigencias físicas del trabajo como el manejo de herramientas manuales, elevación, flexión y torsión de tronco y vibración del cuerpo, se han asociado a la concurrencia de SDL, pero esto no significa necesariamente que este síndrome doloroso sea causado por el trabajo, no hay suficientes estudios con diseño metodológico de investigación causal para afirmar con certeza dicha causalidad (Hoogendoorn, van Poppel, Bongers, Koes, & Bouter, 1999). Sin embargo, los trabajadores que permanecen más tiempo en un trabajo con demanda física presentan más episodios de SDL, no obstante factores como el tiempo de exposición al esfuerzo físico en el trabajo y el incremento en la frecuencia de aparición de casos nuevos y prevalentes de SDL son temas que no están suficientemente definidos (Norman, et al., 1998).

Los trabajos predominantemente dinámicos que se asocian a la concurrencia del SDL, son según orden de importancia: La elevación manual de carga, los movimientos de tirar o traccionar de cargas y los movimientos de empujar. El factor más relevante en todos estos movimientos es el peso de la carga (Davis & Marras, 2003). Sin embargo, la exigencia de estos esfuerzos depende de la altura del levantamiento, la velocidad, la frecuencia, la combinación del movimiento en uno o más planos (flexión-torsión, extensión-torsión, etc.), es decir, está condicionado por la organización del trabajo, el diseño de los espacios y la forma del objeto que se carga, entre otros factores (Scheer, Watanabe, & Radack, 1997).

La estabilidad de la columna vertebral durante los trabajos con carga física es una función de los músculos, ligamentos y tejidos periarticulares y de

los propioceptores que regulan el tono y sincronizan la actividad muscular para que su respuesta sea la apropiada a la exigencia. Al respecto, Panjabi (2003) en su publicación referida a la inestabilidad clínica de la columna vertebral y su relación con el SDL, refiere que esta es una causa importante del dolor de espalda. El autor argumenta que es muy probable que la pérdida del patrón normal de movimiento espinal por disfunción neurológica cause dolor, además explica que el sistema estabilizador de la columna vertebral se compone de tres subsistemas cuya indemnidad permite tolerar las cargas físicas a las personas y que su deterioro genera susceptibilidad al SDL por inestabilidad mecánica. Los subsistemas mencionados por Panjabi (2003) son: La columna espinal, los músculos espinales y la unidad de control de los nervios. También afirma que los estabilizadores externos aplicados a nivel del segmento doloroso de la espalda reducen perceptiblemente el SDL y que el fortalecimiento de los músculos espinales proporciona estabilidad significativa. Respecto del sistema de control neuromuscular en pacientes con dolor de espalda, el autor señala que este se deteriora significativamente en pacientes con SDL (Panjabi, 2003).

Estudios recientes publicados el 2010, señalan que la obesidad, la hiperlordosis, la inclinación pélvica anterior, la reducción de la movilidad lumbar y pélvica han sido hallazgos significativamente asociados a sujetos con SDL crónico (Heuch et al., 2010; Vismara, et al., 2010). Por el contrario, se han encontrado evidencias limitadas referidas a la influencia que ejerce el tiempo de exposición al esfuerzo físico en la frecuencia de aparición de casos nuevos y prevalentes de SDL. Sin embargo, los trabajadores que permanecen más tiempo en un trabajo con demanda física presentan mayor frecuencia de episodios de SDL que aquellos que no tienen demanda física (Norman, et al., 1998).

Como se mencionó anteriormente, la historia de episodios previos de SDL constituye uno de los mejores predictores de futuros eventos de SDL, pero existen otras medidas utilizadas en la evolución preocupacional aunque poseen un débil valor predictivo como es el caso de las radiografías, resonancia nuclear magnética y ultrasonografía (Alexopoulos, Konstantinou, Bakoyannis, Tanagra, & Burdorf, 2008; Papageorgiou, et al., 1996).

Además de los problemas físicos, el SDL se puede presentar en pacientes que asumen conductas desadaptadas al dolor, aumentando o disminuyendo los síntomas (quejas, expresiones faciales, cambios posturales, búsqueda de atención, entre otras). Estas conductas están mediadas por procesos de aprendizaje inadecuados del paciente a cerca del SDL y se controlan o resuelven a partir de la entrega de información adecuada sobre la enfermedad, como tratarla, sus riesgos y el rol que debe asumir el paciente a partir de su auto cuidado psicofísico (Casado Morales, et al., 2008a).

En el año 2005 se publicó un estudio para analizar la relación entre las expectativas de recuperación para el trabajo en pacientes con dolor de espalda crónico y la disminución del tiempo de retorno. La muestra era predominante masculina (63%), con edad media de 42 años. Los autores estudiaron una cohorte de trabajadores con una batería de medidas, incluyendo un cuestionario relacionado con las expectativas de recuperación. Los resultados reportados por los autores señalan que los trabajadores con expectativas positivas relacionadas con la recuperación al trabajo se asociaron con una recuperación 26% más rápida (intervalo de confianza del 95%) que aquellos con malas expectativas de recuperación. Los autores concluyen que las expectativas de recuperación proporcionan información importante para predecir el tiempo de reintegro al trabajo en pacientes con dolor de espalda crónico (Dionne, et al., 2005; Gross & Battie, 2005).

Otros factores que también deben ser considerados son las conductas de evitación del dolor que pueden asumir las personas afectadas por SDL, ya que estas conductas aumentan la percepción al dolor porque focalizan la atención e incrementan el miedo al mismo generando estados emocionales negativos (ansiedad, síntomas depresivos, etc.) que exacerban el dolor dificultando la recuperación (Casado Morales, et al., 2008b).

## 1.5. Prevalencia y Costes económicos del SDL

Las enfermedades músculo esqueléticas representan en la actualidad uno de los principales problemas de salud en los países occidentales, ya que si bien su tasa de mortalidad es muy baja (inferior al 0.002% anual) presenta una alta tasa de morbilidad derivada principalmente de su enorme incidencia y prevalencia, afectando un elevado porcentaje de la población general y representando el 40% de todas las enfermedades crónicas (Yelin, 1992). En términos de morbilidad, entre las enfermedades músculo esqueléticas encontramos en primer lugar la artrosis y en segundo lugar el dolor de espalda (Lawrence, 1989). Se estima que su prevalencia es muy alta y podría alcanzar hasta un 70% en los países industrializados (Apeldoorn et al.2010). Su recurrencia anual oscila entre 58% a 78% (Marras, 2001).

En Estados Unidos, cada año se pierden 20 billones de dólares en costos indirectos asociados a la baja productividad por el SDL, en tanto que en el manejo del problema de salud, se gastan 80 billones de dólares cada año. La prevalencia del síndrome de dolor lumbar es de 15% al 20% cada año, en tanto que el 85% de la población tiene 3 o más episodios de SDL en algún momento de su vida (Nelson, 2007).

Por otra parte, es un hecho conocido que el SDL disminuye la capacidad física con la cual el trabajador enfrenta su trabajo, esto y el estilo de afrontamiento, entre otros condicionantes, generan una baja percepción de su condición física y conductas como la kinesiofobia (temor al movimiento), que retardan la recuperación y reintegro del trabajador a sus tareas (Helmhout et al., 2009).

En Europa se ha estudiado los costos del tratamiento del SDL crónico comparando durante un período de tres años, dos alternativas de tratamiento, los cuidados usuales frente a la actividad gradual. La actividad gradual resultó ser económicamente mejor como intervención. En promedio, al final del primer año, la actividad gradual generó un gasto de 475 euros por cada trabajador tratado (solo 83 euros más que el cuidado tradicional), pero redujo la baja en la productividad, de forma que, al final, de los tres años de seguimiento el

tratamiento gradual supuso un ahorro de 1.661 euros más que el tradicional. La actividad gradual incorpora a los cuidados usuales la integración paulatina del trabajador a las actividades ocupacionales desde la terapia ocupacional hasta el reintegro progresivo a su puesto de trabajo real (Hynek et al., 2007).

El SDL es el mayor responsable de la incapacidad y absentismo laboral con el consiguiente elevado coste económico y deterioro en la calidad de vida de quienes lo padecen (Hynek, et al., 2007). Por otro lado, Buchbinder et al. (2010) investigadores de la escuela de salud pública y medicina preventiva de la Universidad Monash de Australia, mostraron que entre los años 1992 y 2006 se incrementó la prevalencia de los SDL crónicos en 6 puntos porcentuales, evidenciando con ello que el problema no se ha controlado. Evidentemente, para reducir los costos y mejorar la calidad de vida de los afectados, los tratamientos clínicos deben mejorar su eficacia y evitar los procesos de cronificación (Buchbinder, et al., 2010).

En los países occidentales entre el 70-80% de la población padece dolor lumbar en algún momento de su vida y se convierte en la principal causa de restricción de movilidad, discapacidad a largo plazo y disminución de la calidad de vida (Waxman, Tripp, & Flamenbaum, 2008) y por ende, en una de las principales causas de absentismo laboral y de consulta médica en los servicios de traumatología y cirugía ortopédica. Todo ello sitúa al dolor lumbar como la condición mecánica más cara y la primera causa de discapacidad laboral de origen músculo esquelético y segunda causa de discapacidad laboral general por detrás de las infecciones respiratorias (Skovron, 1992). En Europa, sólo los costes asociados al SDL suponen al año entre el 1.7% y 2.1% del producto interior bruto (Ekman, Johnell, & Lidgren, 2005; van Tulder, Koes, & Bouter, 1995).

En España, este problema se agrava y con él los costes sanitarios. Según un estudio epidemiológico realizado por la Sociedad Española de Reumatología (Casado Morales, et al., 2008b) la lumbalgia sería la enfermedad con mayor prevalencia en la población adulta de más de 20 años, con un 14.8% de lumbalgia puntual, una prevalencia del 7.7% de lumbalgia crónica, y un 0.8% de lumbalgia de características inflamatorias. Solo entre un 5 y un 20% de las

lumbalgias se cronifican, es este porcentaje el responsable del 85% de los gastos debidos a esta afección (Casado Morales, et al., 2008b). De hecho, más del 70% de los costes globales de esta dolencia son producidos por el 20% de los pacientes más crónicos (Anderson et al., 2002).

Si unimos la alta incidencia con la baja efectividad terapéutica, no es de extrañar que esta patología sea un grave problema de salud en la sociedad occidental, por su elevada frecuencia, repercusión social, laboral y económica con consecuencias profesionales, familiares, sociales y psicológicas para quienes la padecen hasta el punto de que el 29% de ellos acaban por padecer casos de depresión. En torno a este problema hay una gran preocupación, no sólo porque afecta a la calidad de vida de las personas, sino también por los costes que genera en la salud pública (Breivik, Collett, Ventafridda, Cohen, & Gallacher, 2006).

En cuanto a los costes, en España, el dolor lumbar supuso el 11.4% de todas las incapacidades temporales en el periodo comprendido entre 1993 y 1998 y sólo ese concepto generó un coste total de 75 millones de euros, pero evidentemente, al gasto que conlleva la condición de incapacidad temporal producida por lumbalgia, hay que añadirle toda una serie de costes tanto directos (prescripción de pruebas clínicas, cuidados de salud, hospitalizaciones o intervenciones quirúrgicas) como indirectos (absentismo laboral, disminución de la productividad, etc.). En salud ocupacional, específicamente en materia de control de pérdidas, se estima que los costos directos e indirectos tienen una relación de 1:5, de modo que para estimar el costo total se debe multiplicar por cinco los gastos derivados de la atención médica, fisioterapia, farmacología, exámenes de laboratorio, hospitalización y otros gastos derivados (Casado Morales, et al., 2008b).

En un estudio publicado el año 2009 referido a los costos médicos y no médicos de pacientes franceses con SDL crónico, se desglosó 5 ítems de distribución de costos de pacientes transcurridos seis meses o más de tratamiento (81.9%). El desglose fue 22.9 % en gastos de fisioterapeutas y otras especialidades, 19.5% en medicamentos, 17.4% hospitalización, 9.6% en exámenes de investigación, 12.5% en consultas médicas. El costo promedio de

cada paciente a los seis meses o más de tratamiento fue de 715.6 euros por paciente (Depont et al., 2009).

En el año 2000 fue publicada la Occupational health guidelines for the management of low back pain: Evidence and recommendations. En dicho documento se señaló que en los últimos años, la inhabilidad del dolor de espalda en la gente con edad laboral, fue uno de los efectos del cuidado médico. El impacto más grande fue en la disminución de la calidad de vida de los pacientes y en la de sus familiares, sin embargo por el absentismo laboral que genera, tiene también un importante costo para la industria (208 libras, 246.2 euros o 334.9 dólares anuales por cada empleado), considerando que según datos de la seguridad social del Reino Unido, 430000 personas reciben beneficio por el dolor de espalda (Waddell & Burton, 2001).

## **1.6. Diagnóstico del SDL**

El diagnóstico es un procedimiento metódico que mediante la búsqueda intencionada de información (historia clínica, inspección, palpación, pruebas clínicas semiológicas y pruebas de laboratorio, entre otras) tiene el propósito de reconocer un cuadro clínico, identificar la patología y explicar sus posibles causas para controlar y resolver los problemas de salud asociados a dicha patología (Waddell, Somerville, Henderson, & Newton, 1976).

En todos los casos, quien pretenda definir con certeza un diagnóstico, debe disponer de conocimientos y experiencia clínica suficientes para integrar una amplia gama de información teórica con aquella derivada del paciente enfermo, quien por tratarse una individualidad podría expresar variaciones en sus manifestaciones clínicas, signos y síntomas clínicos, comparado con individuos de su misma patología, sexo y edad (White & Gordon, 1976b).

El diagnóstico clínico explora los signos y síntomas del pacientes con apoyo semiológico para identificar en primera instancia la patología la probable que lo afecta, en cambio el diagnóstico etológico busca identificar la causa específica de dicha patología apoyándose en los signos y síntomas del paciente,



pero además de pruebas de laboratorio valorando variables anatómicas (radiografías, ultrasonografías, escáner, resonancia magnética nuclear, etc.), histológicas y bioquímicas (exámenes citológicos, glicemia, colesterol, triglicéridos, urea, creatinina, entre otros), funcionales (espirometría, electromiografía, electroencefalograma, ergometría, etc.) y otras relacionadas con la condición psicosocial del paciente (pruebas para detectar ansiedad, estrés, angustia, psicopatías, entre otras) (Waddell, et al., 1976).

### **1.6.1. Historia de la diagnosis del SDL**

El SDL es un padecimiento que acompaña al hombre desde tiempos antiguos. Los antropólogos físicos han reportado hallazgos de vértebras de hombres de Neandertal, momias egipcias y otros pueblos antiguos de Europa y América que muy probablemente sufrieron dolor de espalda.

En el año 1500 a.c. aunque inconclusa, se describió el dolor lumbar como asimismo su exploración, dejando un registro respecto del cual la historia puede hacer cita aunque no existan datos concretos respecto del tratamiento utilizado en aquellos años para dicho padecimiento. Hipócrates (460-370 a.c.) en la Grecia antigua hizo referencia al dolor isquiático para aludir a la ciática, al tiempo de evolución que tenía dicho cuadro cuando afectada hombres de 60 años y menos, fue mismo Hipócrates quien describió el uso del calor como medio físico terapéutico (Allan & Waddell, 1989).

Un milenio después, Doménico Cotugno describe por primera vez la relación entre una estructura nerviosa y el dolor irradiado refiriéndose a la ciatalgia (de Seze, 1980) la que años después se relacionó causalmente con la compresión radicular a nivel del agujero de conjunción particularmente en tiempos en los que el dolor lumbar se empezó a relacionar con la sobrecarga postural y el trabajo repetido en trabajadores ferroviarios (Allan & Waddell, 1989).

Entre los años el año 1930 y 1970 se publicaron algunos resultados de experiencias clínicas quirúrgicas referidas a la cura de la radiculalgia por la

escisión del disco intervertebral en pacientes cuyo núcleo pulposo estaba protruido, en este período la literatura estaba dominada por casos de degeneración del disco intervertebral y hernia del núcleo pulposo(HNP), no obstante también se publicó sobre otras causas del dolor lumbar como la hiperlordosis lumbar y la artrosis zigoapoficiaria derivada de la anormal relación entre los segmento vertebrales. Posteriormente a esto, se publica la descripción del síndrome facetario cuya denominación se mantiene en la actualidad para denominar al dolor lumbar articular preferentemente bajo, unilateral con leve irradiación a la zona glútea superior y que aumenta con la extensión lumbar (Cox, 1999).

La historia demuestra la complejidad del tema, la dificultad diagnóstica y terapéutica de esta manifestación dolorosa multicausal que en la actualidad se ha favorecido con el advenimiento de medios tecnológicos que apoyan y facilitan su diagnóstico y tratamiento, pero cuyo abordaje para resolver o controlar el problema sigue siendo difícil por la amplitud del tema, la dificultad para definir el diagnóstico etiológico, el diagnóstico clínico y en consecuencia, la precisión de los procedimientos terapéuticos.

### **1.6.2. Métodos diagnósticos, ventajas e inconvenientes**

Una de las grandes dificultades para diagnosticar a los pacientes con SDL es la multicausalidad potencial del cuadro y que no siempre se encuentra relación proporcional entre la patología y la afectación que el enfermo manifiesta. Puede existir una gran evidencia de deterioro orgánico y mínimas expresiones de dolor o un gran dolor con pocas o nulas pruebas de deterioro orgánico (Ormel et al., 1994). Esta problemática tiene relevancia en los procedimientos de valoración clínica ya que la interpretación de los hallazgos y los juicios clínicos que estos generan pueden tener bajos niveles de replicabilidad entre diferentes profesionales de la salud que exploran a un paciente con SDL (Waddell, et al., 1976).

Se ha llegado a considerar que el poder discriminativo de algunos signos clínicos objetivos comunes del SDL pueden ser cuestionados. La variabilidad en los resultados del examen físico y diagnóstico clínico de los pacientes, se ha asociado con el comportamiento de estos durante la evaluación de las pruebas funcionales de flexibilidad, fuerza, tolerancia al esfuerzo, entre otras que contienen cierta subjetividad asociada a la motivación con la que el paciente ejecuta las pruebas (White & Gordon, 1976a).

Por otra parte, a la luz de los resultados de algunos métodos para valorar el SDL, especialmente los estudios de imagen, neurofisiológicos y de laboratorio, se ha llegado a sugerir que estos pueden arrojar SDL falsos positivos cuando se les considera como un indicador único para explicar la etiología del SDL (Waddell, et al., 1976).

Las dificultades que presenta el diagnóstico del SDL, conlleva también la dificultad para proponer tratamientos efectivos en el alivio sus síntomas. Esto lo ha convertido en uno de los principales motivos por los que los pacientes buscan terapias alternativas que podrían no tener relación con alguna hipótesis etiológica, por lo cual, si estos tratamientos tienen efectos beneficiosos, la hipótesis de la recuperación espontánea propia de un cuadro autolimitado es verosímil (Deyo, 1998).

Una de las opciones terapéuticas para el SDL es la quirúrgica, la que a pesar de tener indicaciones muy claras y restricciones precisas, es muy recurrente, tiene aciertos y también fracasos importantes, suficientes para sustentar el llamado “Síndrome de cirugía fallida de columna lumbar” (Walker & Cousins, 1994). Trabajos recientes han reportado que los pacientes con criterios positivos de aceptación para la cirugía de hernia del núcleo pulposo, se recuperan espontáneamente, experimentando el 90% de ellos mejoría gradual, de modo que solo el 10% precisan de cirugía distinta. Los programas de tratamiento de tipo rehabilitador en cuanto a la condición física, esfuerzo físico y educativos de cuidados de columna reducen el SDL, así como los riesgos de cronificación y recaídas (Deyo, 1998).

La evolución autolimitada de la mayoría de los pacientes con SDL agudo, la dificultad de obtener un diagnóstico etiológico del y la inconsistencia de parte de los tratamientos, hacen pensar que el problema requiere especial cuidado en la fase de diagnóstico etiológico y que es necesario tener un criterio amplio que incorpore todas las variables que podrían estar interviniendo en la causalidad del cuadro.

Algunos autores (Waddell & Burton, 2001) proponen que uno de los principales fines de la exploración de los pacientes con SDL es generar un diagnóstico diferencial entre un SDL simple, dolor radicular y patología seria de la columna, así como la valoración de la severidad del dolor, incapacidad y discapacidad, considerando además los factores psicosociales.

El diagnóstico de un SDL específico cuyo dolor se asocia a afectación radicular o patología grave de la columna, puede ser determinado siguiendo los procedimientos de exploración y estudio de los pacientes (Fordyce, 1994) poniendo énfasis en la congruencia que existe en los patrones de presentación del SDL, con los hallazgos clínicos y estudios de cada uno de los pacientes, como la presencia de dolor irradiado a los miembros inferiores en correspondencia con la distribución de dermatomas o miotomas, así como los síntomas y signos de afectación neurológica (parestesias, disestesias, pérdida de fuerza, etc.,) que los acompañan, junto con la evidencia congruente de estudios de exploración radiológica o neurofisiológica, obteniendo de preferencia cuadros clínicos completos. Sin embargo, estos síndromes se acompañan de una gran variedad de signos y síntomas que hacen difícil la valoración de la severidad del problema (Waddell & Burton, 2001) y en esas condiciones, la severidad del SDL específico, puede ser definida a partir de parámetros como el dolor, la incapacidad y la discapacidad que se produce en cada paciente, de modo que la posibilidad de predecir la evolución y resultados del tratamiento depende de la valoración de elementos subjetivos como el dolor o la incapacidad percibida por el paciente que son aspectos inespecíficos en referencia a las causas orgánicas del SDL.

### 1.6.3. Diagnóstico clínico

Mientras la historia clínica describe la discapacidad que percibe el paciente, la exploración física sirve para establecer el diagnóstico de la misma. El diagnóstico se ha definido como el proceso de determinación de la naturaleza de una enfermedad partir de los síntomas del paciente (Brown & Vega, 1996). Lo anterior implica que los problemas del SDL constituyen un trastorno cuya definición literal es ausencia de salud que se trata de un estado patológico del organismo que da lugar a un grupo de signos clínicos y síntomas, así como resultados de laboratorio, peculiares del propio estado y que lo definen como entidad individual anómala, diferente de otros estados orgánicos normales o patológicos (Brown & Vega, 1996). El concepto de trastorno puede incluir enfermedades que no necesariamente se deben a una alteración patológica del organismo. La diferencia principal entre trastorno y enfermedad es que el primero es tangible e incluso mensurable, mientras que la enfermedad es un concepto extremadamente individual y personal, tal como el dolor, el padecimiento o las molestias. El diagnóstico preciso de la discapacidad en el caso del SDL, viene dificultado por la falta de signos objetivos fiables en todo caso en la evaluación inicial del SDL es importante establecer si se trata de un SDL agudo, subagudo o crónico ya que tanto el abordaje diagnóstico será enfocado a esa condición y probablemente la probable causa también (Cowan, Bush, Katz, & Gishen, 1992).

Importante etapa del diagnóstico clínico es la historia clínica o narración que realiza el paciente acerca del problema. La historia clínica está orientada por las preguntas que el examinador realiza al paciente con el fin de establecer los síntomas concretos, su localización, intensidad y causa de aparición o motivo por el que aparecen los síntomas y la consecuente discapacidad (Dillane, Fry, & Kalton, 1966). La historia clínica explora todos aquellos factores relacionados con el problema de salud, en ella el paciente manifiesta al examinador todos sus problemas mecánicos, psicológicos y socioeconómicos. La historia clínica realizada correctamente valora los movimientos, posturas y actividades que podían causar o agravar los síntomas subjetivos permitiendo al examinador determinar el tejido afectado y el fundamento mecánico de la invalidez funcional (White & Panjabi, 1978).

Dentro de la columna vertebral se han establecido las estructuras anatómicas que pueden constituir áreas de nocirecepción. Son las siguientes:

- Fibras externas del disco intervertebral
- Ligamento vertebral común posterior
- Vaina dural de la raíz nerviosa
- Capsula sinovial en las carillas articulares
- Ligamentos interespinosos o supraespinosos
- Músculos y fascias musculares.

En el diagnóstico clínico, la secuencia de exploración debe determinar las estructuras en las que se localizan los síntomas del paciente, así como el mecanismo de producción de la discapacidad funcional (White & Panjabi, 1978). La secuencia del procedimiento es: Historia clínica, observación, inspección, palpación, exploración de la movilidad y exploración neurológica (Waddell, Main, Morris, Di Paola, & Gray, 1984). La semiología describe una gran cantidad de pruebas clínicas para identificar el origen radicular, discal, articular, muscular y ligamentoso del SDL y para valorar la movilidad articular y la función muscular. Estas pruebas se describen en la Tabla 1 , (Coggon, 2007; Hoppenfeld, 1979; Mark Laslett, Oberg, Aprill, & McDonald, 2005) (M. Laslett, Aprill, McDonald, & Young, 2005).

**Tabla 1.** Test semiológicos para examen clínico de columna vertebral lumbar y pelvis

Test	Propósito	Descripción	Estándar
<b>Shobert toraxico o signo de Ott</b>	Evaluar la movilidad de la columna torácica	Paciente de pie, se marca C7 y 30 cm mas abajo. Luego se pide que se incline al máximo hacia delante y se marca la nueva medida, posteriormente se le solicita que extienda su col. dorsal y se mide la variación entre las marcas.	En Fx.: es + para Hipermovilidad sobre 4. Y para hipomovilidad bajo 2 En Ex: es + para Hipermovilidad sobre 2. y para hipomovilidad bajo 1

Test	Propósito	Descripción	Estándar
<b>Shobert lumbar</b>	Evaluar la movilidad de la columna lumbar	Paciente de pie, se le marca S1 y luego 10 cm mas arriba. Se le pide que incline el tronco hacia delante lo más posible y se evalúa la variación de la nueva marca.	Sobre 5 es + para hipermovilidad. Bajo 3 para hipomovilidad. Rango normal 3-5 cm.
<b>Springing sacro</b>	Evaluar flexibilidad sacroiliaca	Paciente prono, el Ex. aplica el talón de la mano derecha sobre la cresta sacra o examina cada articulación con el borde cubital de dicha mano, ejerciendo presión perpendicular con ayuda de la mano izq.	Es normal que el sacro ceda a la presión y se perciba cierta elasticidad. Cuando la(s) articulaciones sacroiliacas están bloqueadas y no ceden el test es +
<b>Springing lumbar</b>	Evaluar la flexibilidad de la columna lumbar	El paciente pronado, borde cubital de la mano se carga sobre los dedos medios e índice que están ubicados a ambos lados de cada apófisis espinosa lumbar.	Es normal que los segmentos lumbares cedan por su elasticidad al aplicarles una presión perpendicular. La prueba es + cuando no cede
<b>Inclinación anterior asistida</b>	Evaluar dolor de origen sacroiliaco	Paciente de pie, el Ex. detrás, le pide al paciente se incline hasta el dolor, luego el Ex sujeta la pelvis fijándola con ambas manos y el sacro contra su cadera. Solicita nuevamente inclinación anterior	La prueba es + si el dolor sin fijación de pelvis desaparece con la fijación (esto indica su origen sacroiliaco ). Si no desaparece el dolor está originado en columna lumbar.
<b>De flexión en bipedestación o standing flexión</b>	Evalúa movilidad de ASI	Paciente de pie, Examinador (Ex.). apoya sus pulgares en ambas EIPS le pide al paciente que flexione su tronco. El Ex. acompaña el movimiento de las EIPS	Es normal que las EIPS avancen y retrocedan al mismo tiempo. La prueba es + cuando ello no ocurre porque una ASI esta bloqueada.
<b>De las espinas iliacas postero superiores</b>	Evalúa movilidad de ASI	Paciente de pie, el Ex. se pone detrás pone un pulgar en una EIPS y otro en la cresta sacra, luego pide al paciente que flexione profundamente la cadera llevando la rodilla al pecho.	Es normal que la EIPS baje entre 0,5 – 2 cm. La prueba es + cuando la EIPS no se mueve o se mueve hacia arriba.

Test	Propósito	Descripción	Estándar
<b>Derbolowsky o long sitting test o prueba de supino a sentado.</b>	Detecta torsiones iliacas	Paciente acostado supino, el Ex. mide la altura de los maléolos acostado y luego con el pacto en 45°. La extremidad que se alarga es la ASI disfuncional.	Es + de torsión POST.: si la extremidad es más corta acostado y más larga sentado Es + de torsión ANT.: Si la extr. es más larga acostado y más larga aún al sentarse
<b>Patrick o fabere</b>	Evoca dolor articulaciones sacroiliacas	Paciente supino talón del pie en rodilla de pierna opuesta, el Ex. empuja la rodilla hacia la camilla.	El test es + cuando se produce dolor en la articulación sacroiliaca del mismo lado de la pierna (fx-abd-rot-ext)
<b>De presión sobre los hombros</b>	Evoca dolor articulaciones sacroiliacas	Paciente en apoyo unipodal, el Ex. detrás de él se carga sobre un hombro para aumentar la presión sobre la ASI del miembro en apoyo	La prueba es + cuando hay dolor en la articulación sacroiliaca explorada
<b>Ericssen 1</b>	Evoca dolor articulaciones sacroiliacas	Paciente supino, el Ex. separa los iliacos	+ cuando hay dolor a la separación
<b>Ericssen 2 o wolkman</b>	Evoca dolor articulaciones sacroiliacas	Paciente supino el Ex. junta los iliacos	+ cuando hay dolor a la unión
<b>Gaenslein 1</b>	Evoca dolor articulaciones sacroiliacas	Paciente supino, una extremidad colgando, otra con rodilla flexionada sobre la camilla. El Ex. empuja suavemente la pierna colgante induciendo rotaron posterior.	Es + cuando produce dolor en la ASI de la pierna que cuelga
<b>Mennell</b>	Evoca dolor	Paciente acostado decúbito lateral el Ex. se sitúa detrás y desde el tobillo flexa rodilla y extiende cadera con amplitud.	+ cuando provoca dolor en la articulación sacroiliaca explorada



Test	Propósito	Descripción	Estándar
<b>Lasege</b>	Evoca dolor radicular	Paciente acostado prono, el Ex. flexa el MMII con rodilla extendida.	+ cuando hay dolor entre los 40 – 50°
<b>Lasege invertido o test de elong. del nervio femoral</b>	Evoca dolor radicular	Paciente prono, el Ex. flexa su rodilla y extiende cadera alongando el N. femoral.	+ cuando hay dolor e indica lesión de L3-L4
<b>Lasege cruzado o de lasege montaud-martin</b>	Evoca dolor radicular	Paciente supino, el Ex. eleva la extremidad inferior asintomática con rodilla extendida y aparece dolor en el lado afecto.	+ cuando duele el lado afectado y se eleva la pierna "sana".
<b>Kerning</b>	Evoca dolor radicular	Idem que Lasege tradicional pero el paciente agrega flexión de cabeza y cuello.	+ cuando aparece dolor radicular
<b>Neri</b>	Evoca dolor radicular	Paciente supino, realiza flexión de cabeza y de cuello sin Lasege.	+ cuando aparece dolor radicular
<b>Neri forzado</b>	Evocar dolor radicular	Paciente sentado en la camilla flexiona la cadera y la columna	+ cuando aparece o de intensifica el dolor
<b>Bragard</b>	Evoca dolor radicular	Acostado supino, el K eleva el MMII desde el talón y mantiene rodilla bloqueada en extensión hasta que aparece dolor ciático. Luego baja el MMII hasta que el dolor cede y allí hace una flexión dorsal de tobillo, observando si vuelve a aparecer dolor ciático	+ cuando aparece dolor es L4-L5,S1
<b>Nafziger – jones</b>	Evoca dolor radicular	Acostado, el Ex. comprime - con sus dedos pulgar e índice – el cuello bajo el ángulo de la mandíbula.	+ cuando aparece dolor radicular en la zona de la lesión antes de 1 minuto

Test	Propósito	Descripción	Estándar
<b>Valsalva</b>	Evocar dolor radicular	Se solicita al paciente que haga la maniobra de "Pujar"	+ cuando al pujar el paciente desencadena el dolor
<b>Yeoman</b>	Evoca dolor articular I	Paciente acostado supino. El EX. le solicita flexión de cadera con rodilla extendida y luego flexión de cadera con rodilla flexionada.	+ cuando el dolor se mantiene a pesar de los cambios de posición de la extremidad.
<b>Milgram</b>	Evoca dolor articular lumbar	Paciente acostado supino, el Ex. separa los talones 10 cm de la camilla ( uno primero, otro después) y le solicita que mantenga dicha posición.	+ cuando aparece dolor antes de los 30s.
<b>De deslizamiento lateral de Mckenzie</b>	Dolor articular lumbar	Paciente de pie, el Ex. lo toma de lado fijando la cadera con la suya y luego abrazándolo atrae la columna lumbar (inclinación lateral).	+ cuando al atraer la CL aparece dolor en el lado contrario al que esta el Ex.
<b>Cuadrante lumbar</b>	Dolor articular lumbar	El paciente de pie, el Ex. le solicita que se realice extensión lumbar y que rote a derecha.( para comprimir las articulaciones facetarias del su lado izquierdo)	+ cuando aparece dolor al lado izquierdo ( o contrario al de la rotación)
<b>De hiperext. activa y pasiva</b>	Evoca dolor articular	Paciente acostado prono, el K Ex. le pide que activamente extienda la columna lumbar y se mantiene expectante al dolor. Luego él toma el hombro del paciente y lo tracciona hasta extender y rotar al mismo tiempo la CL y CD .	+ de dolor articular o muscular según aparición de dolor al movimiento activo o pasivo
<b>Signo del piriforme</b>	Detecta dolor similar a la ciática, pero por contractura del musc. piramidal	El paciente supino, el Ex. ejecuta una flexión, abd y rot interna de una extremidad y vigila la aparición de dolor. Otra...el paciente desvía la punta del pie hacia la rotación externa que al reducir manualmente provoca dolor.	+ de dolor similar a ciática (solo hasta rodilla) o dolor glúteo por contractura piramidal
<b>Arco de forestier</b>	Dolor lumbar por contractura de paravertebrales	Paciente de pie, el Ex. mantiene sus dedos índice y pulgar en la zona paravertebral mientras le solicita alternancia de apoyo de pies.	+ cuando el Ex. no aprecia cambios de tono muscular y no hay sincronismo de tono con la alternancia de apoyo de las extremidades

Test	Propósito	Descripción	Estándar
<b>Marcha en talones</b>	Detectar lesión L3 - L4	Paciente debe caminar apoyado en sus talones	+ cuando el paciente tiene imposibilidad o dificultad para realizar dicha marcha L3-L4
<b>Abreviaturas:</b> <b>Ex:</b> Examinador; <b>MMII:</b> Miembro inferior; <b>L3:</b> Vértebra lumbar 3; <b>L4:</b> Vértebra lumbar 4; <b>L5:</b> Vértebra lumbar 5; <b>S1:</b> Vértebra sacra 1; <b>ASI:</b> Articulacion sacrolfaca <b>EIPS:</b> Espina iliaca postero superior			

#### 1.6.4. Diagnostico etiológico

En el SDL se puede deducir el sitio anatómico del dolor a partir del diagnóstico clínico, pero para saber la causa real que lo genera es necesario lograr un diagnóstico etiológico. La causa mecánica degenerativa es la etiología más frecuente, su prevalencia es de un 97% en todos los SDL. En este grupo de etiología mecánica, la espondiloartrosis tiene una prevalencia de 10%, la estenosis espinal un 3%, la espondilolistesis un 2%, la HNP un 4% y porcentajes inferiores las fracturas por traumatismos y la patología congénita (Fontova, 2001). El SDL no mecánico puede estar asociado a alguna causa localizada en la columna vertebral o fuera de ella (pelvis, abdomen, espacio extraperitoneal), en estos casos el dolor no se relaciona con el movimiento ni se calma con el reposo. El SDL por patología pélvica y abdominal representa un 2% de los casos e incluye diagnósticos como úlcera duodenal posterior, pancreatitis, cáncer de páncreas, colon o recto, litiasis renal, pielonefritis, absceso perineal, prostatitis, endometriosis, aneurisma aórtico y hemorragia retroperitoneal (Deyo & Weinstein, 2001).

El SDL de etiología inflamatoria representa un 3% de los dolores lumbares siendo los diagnósticos más frecuentes la espondilitis anquilopoyética, espondilitis, psoriásica y síndrome de Reiter. La etiología infecciosa tiene una incidencia mínima (0,01%) y se asocia a espondilodiscitis, osteomielitis vertebral bacteriana, tuberculosa o fúngica, absceso paraespinal,

o absceso epidural, la norma es que estos pacientes presenten estados febriles (Deyo & Weinstein, 2001).

El SDL constante, preferentemente nocturno, claramente progresivo y sin mejoría con el reposo orienta hacia una etiología tumoral neoplásica (prevalencia del 0.7%), que puede generar invasión ósea (mieloma múltiple, osteoma osteoide) e invasión neural (plexopatía lumbosacra, carcinomatosis meníngea, síndrome de compresión espinal (García JM, 2001).

Finalmente, un porcentaje generalmente superior al 70% clasifica como SDL inespecífico o idiopático en el que factores laborales, psicológicos y/o sociológicos participan en su mantenimiento, gravedad y cronificación lo que obliga incorporar la evaluación de factores no biológicos. En todos los casos el diagnóstico correctamente orientado se inicia con la secuencia de historia clínica, examen físico, exploración neurológica y finaliza con pruebas complementarias y otras exploraciones de laboratorio. Con toda la información disponible se correlacionan los datos hasta llegar al diagnóstico etiológico (García JM, 2001).

Las pruebas complementarias pueden aportar información referida a los cambios anatómicos y su relación con el SDL, no obstante se ha observado que cambios degenerativos detectados tanto por radiografías convencionales, mielografías, tomografía axial computarizada (TAC), escáner y resonancia magnética nuclear (RMN) en algunos sujetos no se acompañan de sintomatología o bien, sólo de manifestaciones menores (Boden, Davis, Dina, Patronas, & Wiesel, 1990; Hitselberger & Witten, 1968; Wiesel, Tsourmas, Feffer, Citrin, & Patronas, 1984).

## **1.7. Pruebas diagnósticas complementarias**

La radiología convencional es una prueba de bajo costo destinada a valorar la anatomía ósea y articular, el alineamiento vertebral y sus curvaturas, las formas articulares y la altura de los espacios intervertebrales y discopatía. La radiología funcional obtenida en rangos de posición fuera de la vertical de

referencia, es importante porque permite identificar mejor los cambios en la alineación y recorrido articular (listesis) que la columna experimenta más allá de la posición estática (Cohn, Maurer, Keats, Dussault, & Kaplan, 1997).

La TAC aporta información sobre lesiones óseas en las que la radiografía no ha sido concluyente, es una buena alternativa para pesquisar las compresiones de origen discal y no discal y para identificar lesiones líticas en las espondilolistesis (Amundsen et al., 1995).

La RMN, a diferencia de la radiografía y el TAC, aporta información sobre los tejidos blandos, el disco intervertebral y el contenido medular, es la técnica de elección para evaluar una lesión o compresión medular y delimitar su causa en cuadros de SDL agudo o crónico acompañados de déficit, compromiso radicular o neurológico. Es importante en la identificación de procesos infecciosos, tumorales e inflamatorios (Hovi, Lamminen, Salonen, & Raininko, 1994; Rupp, Ebraheim, & Wong, 1996).

Otras exploraciones como la gammagrafía tienen valor especialmente en la identificación de procesos tumorales implantados en el tejido óseo, procesos inflamatorios agudos y crónicos y metabólicos (González-Escalada, 2005).

La densitometría es el procedimiento más sensible y preciso para detectar osteoporosis y medir la masa ósea en enfermedades metabólicas del hueso y complementada con la RMN permite explorar factores que pueden tener incidencia en la osteoporosis (Chun, 2011).

Exámenes funcionales como la electromiografía y la velocidad de conducción se utilizan para diagnósticos diferenciales de patología radicular, plexo, tronco nervioso o polineuropatías, evalúan el grado de afectación neurológica y los signos de reinervación. No se utilizan en SDL agudos sino que en cuadros de 3 o más semanas de evolución por las características del tiempo de deterioro neurológico normal (González-Escalada, 2005).

La mielografía es una prueba con indicaciones muy limitadas y reservada solo para identificar bloqueos medulares por tejidos blandos o duros, la mieloscopia por su parte permite evaluar antes de la cirugía el estado de la cola de caballo y estudiar su circulación, es el método de elección para casos como la fibrosis peridural (Erdem et al., 2004; Kang et al., 2010).

Finalmente en las pruebas diagnósticas complementarias es necesario incluir aquellas de evaluación psicológica como el cuestionario de dolor de McGill, los test de personalidad (MMPI), los test de ansiedad (STAI), de depresión (Beck) y el cuestionario de Wadell por mencionar algunos que indudablemente requieren la recomendación de un psiquiatra o psicólogo (Braddom, 1998; Waddell, McCulloch, Kummel, & Venner, 1980).

## **1.8. Tratamiento del SDL**

El dolor lumbar tiende a reducirse, en un primer momento, con el reposo y la inactividad, pero ello se puede constituir en causa de cronificación porque las actividades diarias laborales y sociales, se ven reducidas y con ellas un buen número de actividades placenteras y de refuerzo para el paciente, lo cual facilita la focalización de la atención en el dolor y por lo tanto se incrementa su percepción y el miedo al mismo. Paralelamente, la reducción de la movilidad aumenta la distrofia muscular y dificulta la recuperación. Los trabajadores mayores de 50 años de edad tienen síntomas más prolongados y severos y que ven más afectadas sus actividades de la vida tanto diaria como laboral. Los trabajadores de mayor edad tienen una respuesta más lenta y menos favorable al tratamiento y un mayor riesgo de incapacidad a largo plazo. (Babb & Babb, 2009; Buchbinder, et al., 2010; Casado Morales, et al., 2008b).

No obstante hasta el 80% de la población puede presentar dolor lumbar en algún momento de la vida, hay que reseñar que en la mayoría de los casos, el dolor desaparece en unos pocos días o semanas, con la aplicación de los tratamientos convencionales o incluso sin tratamiento, característica que convierte al SDL en autolimitado. Respecto del total de casos con SDL,

alrededor de un 10% de los pacientes desarrollarán un cuadro de dolor lumbar crónico con alto índice de incapacidad. El mayor porcentaje dentro de este grupo, corresponde a casos en que el dolor se considera inespecífico o inclasificable, en los cuales el tratamiento convencional con frecuencia ineficiente (Casado Morales, et al., 2008b).

En la rehabilitación de los pacientes con SDL se puede incluir ejercicios de flexión y extensión de columna vertebral, mejorar la propioceptividad de la columna vertebral y la pelvis, terapia en piscina, escuela de espalda, y la rehabilitación funcional. Cada recurso terapéutico incluye objetivos para la disminuir el dolor a corto plazo, mejorar el autocontrol del dolor, fortalecer la musculatura abdominal y lumbar, incrementar la movilidad de la cadera y de la columna lumbar, mejorar la propioceptividad lumbar y pélvica, mejorar la estabilización intervertebral, mejorar la postura lumbar y la aptitud general. En 1995 se realizó una revisión sistemática sobre el tema de la rehabilitación, seleccionando 30 estudios que cumplieran los criterios de validez y para ensayos terapéuticos que habían evaluado la eficacia clínica de la rehabilitación en pacientes con SDL. El autor encontró que la mayoría de los estudios sobre la escuela de espalda no tenían ninguna ventaja, que los programas de ejercicios de columna en flexión extensión generaban mejoras de corta duración sin diferencias relevantes con otros métodos, y finalmente que existía evidencia que los programas de rehabilitación funcional basados en actividades seleccionadas pueden proporcionar ventajas de largo plazo, incluyendo mejores resultados sociales y ocupacionales (Revel, 1995).

Diversos estudios de rehabilitación hechos en sujetos con SDL demuestran evidencia razonable que aconseja continuar con las actividades de la vida diaria tan rápido como sea posible a pesar del dolor, porque se produce una recuperación más rápida, se establece un mayor control sobre los síntomas agudos y disminuye los días de ausentismo laboral. Hay evidencias epidemiológicas que indican que la mayoría de los trabajadores con SDL continúe trabajando o que vuelva al trabajo dentro de algunos días, incluso si todavía tienen algunos síntomas residuales o recurrentes y que no necesitan esperar hasta que estén totalmente recuperados del dolor (DeRosa &

Porterfield, 1992; M. Heymans et al., 2009; Schultz, Crook, Berkowitz, Milner, & Meloche, 2005).

Lo anterior se complementa con estudios que refieren que la vuelta temprana al trabajo aún con algún dolor, no incrementa el riesgo de reagudización sino que reduce las recaídas y el absentismo por enfermedad al año siguiente y que la vuelta tardía al trabajo por SDL genera menor probabilidad de recuperación oportuna (Schaafsma, Schonstein, Ojarvi, & Verbeek, 2010).

En el estudio del tratamiento clínico del SDL agudo (0-4 semanas) y subagudo (4-12 semanas) se ha hallado fuerte evidencia de mejoría en pacientes que consumen antiinflamatorios no esteroideos (AINES) y relajantes musculares, que practican el auto cuidado, se someten a terapia manipulativa, evitan el reposo en cama y permanecen activos (Waddell & Burton, 2001).

Por otra parte, el año 2004 fue publicada una revisión sistemática que implicaba 50 ensayos controlados (4863 pacientes) desde el año 1980 en adelante para determinar eficacia y seguridad de las medicaciones del SDL. La evidencia disponible apoyó la eficacia de los AINES en el SDL agudo y crónico, de los relajantes musculares en el SDL agudo, y de los antidepresivos en el SDL crónico. Al respecto, si el dolor es recurrente o se aprecia poca mejoría con la administración oral de medicamentos, está indicada la administración de medicamentos por vía intramuscular o vía epidural (Schnitzer, Ferraro, Hunsche, & Kong, 2004).

El reposo en cama no es un tratamiento eficaz para el SDL agudo/subagudo y puede retrasar la recuperación, por el contrario, permanecer en actividad o continuar con las actividades normales, genera menor discapacidad y acorta el tiempo fuera del trabajo. Al respecto, entre abril del año 1966 y abril de año 1996 se reportó el resultado de una revisión sistemática referida al reposo en cama y al consejo médico de permanecer activo y continuar actividades diarias. Los autores encontraron 10 ensayos del reposo en cama y ocho ensayos de consejo a permanecer activo. Los resultados mostraron que el reposo de cama no es un tratamiento eficaz para el dolor de



espalda agudo y retrasa la recuperación. El permanecer activo y continuar con actividades ordinarias permite una vuelta más rápida al trabajo, disminuye la discapacidad y la recurrencia del SDL. Los autores concluyen que un cambio simple de prescripción tradicional del reposo en cama, al consejo de permanecer activo podría mejorar los resultados clínicos y reducir el impacto personal y social del SDL (Waddell, et al., 1997).

En el SDL agudo, la terapia de ejercicio es más eficaz que el cuidado usual, pero no es el tratamiento de elección por su mayor eficacia ya que en el SDL agudo el principal problema del paciente es el dolor, de allí la utilidad de los AINES (Nordin, Skovron, Brisson, Kula, & et al., 1994). Aquellos pacientes con SDL agudo o subagudo, moderado o intermitente, además de tratarles el dolor deberían ser exhortados a seguir un programa de ejercicios controlado por un fisioterapeuta. Los ejercicios son útiles dentro de un programa activo de rehabilitación, cuando tienen como objetivo el retorno a las actividades diarias normales y el trabajo (Abenhaim et al., 1976a).

El 90% de los pacientes con SDL agudo, se recupera a la cuarta semana de evolución, por ello se le identifica como un cuadro autolimitado. El 5% de los pacientes, cronifica su dolor, siendo esta proporción de casos suficiente para que los costos médicos de este grupo sean mayores que aquellos con SDL agudo (Bronfort, et al., 2004).

En el caso del tratamiento para el SDL crónico (> 12 semanas), existe evidencia clínica favorable para los medicamentos tipo AINEs, y para el acetaminofeno (que inhibe la ciclo-oxigenasa, tanto a nivel medular como periférico, disminuyendo la hiperalgesia neurológica). Una revisión sistemática de ensayos clínicos de información inglesa, danesa, sueca, noruega y holandesa hasta finales de 2002, señaló que se puede recomendar con cierta confianza el uso de la manipulación vertebral y movilización vertebral como opciones viables para el tratamiento del SDL y la cervicobraquialgia. Los autores proponen estudiar a futuro estas terapias en subgrupos de casos agudos y crónicos de dolor de columna vertebral, determinar el número óptimo de sesiones de tratamiento y estudiar el costo de las atenciones asociadas a estas terapias (Bronfort, et al., 2004).

Para reducir la intensidad del dolor en el caso del SDL, algunos investigadores han reportado evidencia para la terapia con ultrasonido, el masaje, la educación del paciente, la acupuntura, los relajantes musculares, estimulación eléctrica transcutánea, inyecciones en los puntos de gatillo (trigger point), termoterapia superficial, antidepresivos, terapia láser, tracción lumbar y programas de ejercicios terapéuticos que afronten la dolencia multidisciplinariamente (Durmus et al., 2009).

Respecto del masaje y su utilidad como intervención en el SDL, existe información basada en revisiones sistemáticas de artículos de bases MEDLINE, Embase, Cochrane, HealthSTAR, CINAHL, en el que se comparó el masaje con un tratamiento placebo (láser placebo) evidenciando que el masaje terapéutico era superior, especialmente si se aplicaba conjuntamente con ejercicios y educación del paciente. En los otros siete estudios, el masaje fue comparado con diversos tratamientos activos, demostrando que era inferior a la manipulación y al estímulo eléctrico transcutáneo del nervio. El masaje resultó igual a los corsés y a los ejercicios; y superior a la terapia de relajación, a la acupuntura, y a la educación de auto cuidado. Los autores concluyen que el masaje puede ser beneficioso para los pacientes con SDL no específico, subagudo y crónico, especialmente cuando se combina con ejercicios y educación, pero que son necesarios más estudios para determinar el efecto del masaje sobre otros aspectos como el tiempo de retorno al trabajo y los efectos a más largo plazo (Furlan, Brosseau, Imamura, & Irvin, 1976).

Respecto de los ejercicios y el manejo del SDL agudo y SDL crónico, se evaluó la eficacia de la terapia del ejercicio sobre la intensidad del dolor, la mejora total, y el tiempo de la vuelta al trabajo mediante una revisión de 39 ensayos controlados y se concluyó que la terapia de ejercicios es provechosa para los pacientes con SDL crónico para disminuir el tiempo de reintegro al trabajo ocupacional y diario. La evidencia no indica que los ejercicios específicos sean eficaces para el tratamiento del SDL agudo (van Tulder, Malmivaara, Esmail, & Koes, 1976).

Algo similar encontró al revisar la evidencia disponible sobre la eficacia de la terapia de ejercicios en pacientes con desórdenes del sistema músculo-

esquelético. Luego de estudiar sistemáticamente artículos científicos de 11 bases de datos de referencias bibliográficas. La conclusión es que la terapia con ejercicios no es eficaz para los pacientes con dolor de espalda agudo, pero que existe evidencia de su eficacia para los trastornos crónicos (Smidt et al., 2005).

Por otra parte, en un estudio para evaluar el resultado de la rehabilitación activa en 132 pacientes con al menos de 6 meses de SDL crónico sometidos a tres programa multidisciplinarios con ejercicios físicos de intensidad variable, encontró (4 meses después del tratamiento), que el programa multidisciplinario intensivo fue superior a los programas menos intensivos ya que los sujetos volvieron rápidamente al trabajo, disminuyeron el cuidado médico, la inhabilidad y además permanecieron físicamente activos (Bendix, Bendix, Ostefeld, Bush, & Andersen, 1995).

Un estudio sobre el SDL no específico y la vuelta al trabajo, señala que los tratamientos crónicos del SDL que pueden mejorar los resultados en pacientes incluyen medicaciones analgésicas y antiinflamatorias, masaje conjuntamente con ejercicio y educación del paciente. Los autores señalan que la evidencia de tratamientos cuya eficacia es confusa incluye la acupuntura, inyecciones esteroides epidurales, relajantes musculares, manipulación vertebral estimulación eléctrica transcutánea del nervio, inyecciones del punto de gatillo, termoterapia, y ultrasonido terapéutico. Las inyecciones de la faceta articular no son recomendadas, el reposo de cama se debe limitar a dos días y los sujetos con SDL deben que seguir tan activos como sea posible (Nguyen & Randolph, 2007).

Respecto de los ejercicios, proponen que estos están altamente recomendados como terapia en el inicio del tratamiento del SDL cuando son conducidos bajo supervisión de un terapeuta por tres a cinco veces por semana, iniciando un tratamiento pasivo inicial y progresando en el plazo de una semana al ejercicio activo y a la autosuficiencia del paciente (Nguyen & Randolph, 2007).

El ejercicio físico y actividad física son útiles para prevenir el SDL en el trabajo, diversos autores han reportado este hecho desde el año 1994. Los beneficios de realizar actividad física controlada tienen efectos positivos moderados y más en la prevención del dolor lumbar (Lahad, Malter, Berg, & Deyo, 1994; Waddell & Burton, 2001). De hecho, la pauta europea para la prevención del SDL, recomienda la actividad física para la prevenir el SDL en el trabajo y para prevenir las repeticiones del SDL (Burton, et al., 2006).

Respecto de la información que se entrega a los trabajadores para prevenir el SDL, aquella sobre biomecánica, técnicas de levantamiento, posturas, etc., no tienen evidencia que sea eficaz y hay evidencia escasa sobre la información psicosocial entregada a los trabajadores para prevenir el SDL. Solo la información destinada a promover la actividad física puede generar un cambio positivo en la creencia del trabajador (Burton, et al., 2004).

Entre un 85% a un 90% de las personas con dolor de espalda no específico deben volver al trabajo en un corto período de tiempo mientras no se presente ninguna signo de alarma. El sujeto con SDL debería ser animado para que siga tan activo como sea posible, en tanto que las intervención quirúrgicas deberían ser reducidas al mínimo cuando el paciente está teniendo dificultad el volver al trabajo después de cuatro a seis semanas, siendo en ese caso el objetivo médico lograr un acertado diagnóstico etiológico para reorientar el tratamiento y evaluar los factores psicosociales personales y ocupacionales. Es necesario considerar fuertemente la utilización de un programa de rehabilitación multidisciplinario para prevenir la inhabilidad crónica e intervenciones quirúrgicas innecesarias e ineficaces, la pérdida prolongada del trabajo, el desempleo, y la inhabilidad crónica (Nguyen & Randolph, 2007).

Un estudio basado en la revisión sistemática de 669 artículos sobre el manejo clínico del SDL agudo, halló utilidad evidente de la educación al paciente, el uso de acetaminofeno, drogas antiinflamatorias no esteroideas y manipulación vertebral. Para el SDL crónico, encontró evidencia de utilidad para los ejercicios de espalda, la terapia del comportamiento y los analgésicos opiáceos. Respecto del SDL crónico se destaca la importancia de contar con un

acertado diagnóstico etiológico particularmente en los casos de patología vertebral potencialmente seria (particularmente con implicancias neurológicas) y la utilidad de aclarar la etiología de los SDL específicos (Dagenais, et al., 2010).

De hecho, algunos autores han reportado la positiva influencia que puede tener un programa de terapia física como medio preventivo o anticipatorio de dolor lumbar cuando se practica 3 veces por semana, 2 horas cada vez durante seis semanas, ya que mejora la flexibilidad de las personas y sus actividades de la vida diaria y laborales (Rainville, Hartigan, Jouve, & Martinez, 2004).

En algunos SDL, se producen contracturas musculares protectoras, se trata de una contracción muscular permanente que intenta impedir el movimiento de la zona raquídea lesionada, llegando a convertirse en el origen de impulsos nociceptores, para esto se puede utilizar relajantes musculares por vía oral, inyectables o agentes físicos (reposo de dos o tres días, crioterapia, calor terapéutico, masaje, tracción vertebral, entre otros (Sartini & Guerra, 2008).

Hoy en día se acepta como pauta clásica indicada para el SDL agudo, dos o tres días de reposo controlado, analgésicos y mantener la actividad física para no deteriorar la funcionalidad, disminuir la percepción de dolor y mejorar la conducta del paciente. Este efecto beneficioso ha llevado al desarrollo de las escuelas de espalda, donde se trabaja con educación sanitaria, higiene postural, inducción a la tolerancia al ejercicio y fortalecimientos musculares entre otras (Casado Morales, et al., 2008b).

En todo caso, los tratamientos multidisciplinarios arrojan gran evidencia de ser superiores a cualquier otra técnica en solitario de tratamiento médico o fisioterapia (Mayer et al., 2010).

Con el propósito de determinar el efecto de dos protocolos de tratamiento sobre pacientes trabajadores varones se trató un total de 102 trabajadores entre 20-40 años de edad con SDL no específico subagudo o

crónico con dos tratamientos, un tratamiento convencional combinación de ultrasonido y diatermia (onda corta) y otro tratamiento con ejercicios de fortalecimiento lumbar o técnicas musculares dinámicas de la estabilización. El dolor y la fuerza física de los erectores espinales y los músculos abdominales se utilizaron como medida de resultado. Los resultados encontrados indicaron que el dolor mejoró perceptiblemente ( $p < 0.01$ ) en ambos tratamientos pero más con ejercicios de fortalecimiento. Los autores concluyeron que los ejercicios de fortalecimiento combinados con ultrasonido y diatermia son un tratamiento más eficaz que el tratamiento convencional y que los resultados del estudio pueden ser provechosos para el manejo del SDL en el trabajo (Kumar et al., 2009).

En 1995, se publicó el resultado de tres programas diversos de rehabilitación tomando como variables el tiempo de retorno al trabajo, los días de baja médica, la frecuencia de consulta por cuidado médico, el nivel de dolor, los días de inhabilidad y la capacidad de permanecer físicamente activo. El estudio incluyó 132 pacientes con 6 meses o más de SDL crónico. Los pacientes fueron asignados al azar a uno de tres programas: El programa 1 era multidisciplinar de 3 semanas a tiempo completo, intensivo, incluía un entrenamiento físico y ergonómico activo y manejo psicológico del dolor, realizado 1 día a la semana durante las 3 semanas subsecuentes; El programa 2 era de entrenamiento físico activo, 2 veces por semana por 6 semanas, para un total de 24 horas y el programa 3 consistía en el manejo psicológico del dolor combinado con entrenamiento físico activo, 2 veces por semana durante 6 semanas, también para un total de 24 horas. Después de 4 meses, los autores encontraron que el programa multidisciplinar intensivo (programa 1) era superior a los otros 2 programas porque aceleraba el retorno al trabajo, disminuía las consultas de cuidado médico, disminuía el dolor y la inhabilidad, además de mantener a las personas físicamente más activas (Bendix, et al., 1995).

Algunos autores han publicado evidencias sobre la eficacia de las recomendaciones entregadas a los pacientes con SDL agudo, subagudo y crónico. Una revisión sistemática de 39 ensayos controlados seleccionados al azar que implicaban a 7347 pacientes, se reportó que el consejo de

permanecer activo es suficiente para el SDL agudo, que la educación y el conocimiento de las causas y las consecuencias del dolor de espalda puede ser un componente muy valioso del tratamiento del SDL subagudo y en particular en el SDL crónico y que existe evidencia para apoyar el consejo de mantenerse en actividad y realizar terapia con ejercicios específicos apropiado, y/o actividades funcionales que promuevan el auto cuidado activo (Liddle, Gracey, & Baxter, 2007).

Respecto de la eficacia de intervenciones ergonómicas, mediante estudios sistemáticos, se ha proporcionado una descripción sólida de evidencia epidemiológica de alta calidad referida a la eficacia de las intervenciones ergonómicas en casos de SDL y cervicalgia. El año 2010 un estudio halló evidencia que en los casos de SDL y cervicalgia aguda y crónica las intervenciones ergonómicas físicas y organizacionales eran eficaces y que incluyen medidas ergonómicas físicas elementales como, no sentarse en posición incorrecta en la silla y usar el apoyabrazos, reducen del dolor cervical y que el uso del apoyo lumbar reduce la aparición y controla el dolor lumbar (Driessen et al., 2010).

Además, se ha evaluado los niveles de activación del transverso abdominal y del recto anterior del abdomen en cinco ejercicios comunes de estabilización de tronco realizados en posiciones de rodilla, supino y de cuatro puntos, con y sin instrucción de contraer continuamente la parte inferior del abdomen. Nueve mujeres habitualmente activas participaron y la actividad muscular fue registrada con electrodos intramusculares. Los resultados demostraron que los ejercicios podían aumentar selectivamente la activación del transverso abdominal aislado del recto anterior, con la instrucción específica mantener la contracción de abdominales y que seguía habiendo diferencias durante las inclinaciones laterales o con ejercicios asimétricos. Los ejercicios investigados incrementaron los niveles de activación electromiográfica del transverso abdominal desde un 4% y hasta 43% durante esfuerzo máximo. Los autores estiman que se pueden utilizar los ejercicios al diseñar programas de actividad física que tengan como objetivo el entrenamiento muscular de estabilización de tronco como en el caso del SDL crónico (Bjerkefors, Ekblom, Josefsson, & Thorstensson, 2010).

Al comparar la aplicación durante 12 semanas de una pauta de fisioterapia usual contra un protocolo de entrenamiento grupal intensivo, que incluía ejercicios terapéuticos, escuela de espalda y condicionamiento operante en trabajadores con SDL crónico, se encontró que el protocolo grupal genera mayor disminución en la intensidad del dolor y una mejor percepción de recuperación, particularmente en la semana 26, pero los efectos desaparecen a la semana 52, emparejando los resultados entre ambos tratamientos (van der Roer et al., 2008).

En España, se ha trabajado desde esta línea multidisciplinar para conseguir la unificación de criterios en la intervención de la lumbalgia crónica inespecífica. Resultado de este esfuerzo es el desarrollo de la guía de práctica clínica para la lumbalgia inespecífica del programa europeo COST B13 (Grupo de Trabajo Programa Europeo COST B13, 2006) que pretende mejorar los resultados de los tratamientos, reducir el riesgo de iatrogenia y reducir los costes sanitarios orientando a médicos y pacientes (Casado Morales, et al., 2008b).

El tratamiento propuesto en esta guía consistiría en evitar el reposo en cama, mantener el mayor grado posible de actividad física, prescribir fármacos de primera línea (paracetamol, AINEs), dar información positiva y tranquilizadora al paciente, derivar al paciente a una unidad especializada en la realización de intervenciones neuroreflejo-terápicas a partir de los 14 días de dolor, prescribir ejercicio a partir de las 2-6 semanas, "escuela de espalda" a partir de las 4-6 semanas, antidepresivos a dosis analgésicas (esté o no deprimido el paciente), tratamiento psicológico cognitivo-conductual a partir de las 6 semanas o 3 meses (según si tiene o no signos psicosociales de mal pronóstico), parches de capsaicina a los 3 o más meses, opiáceos si es resistente a los tratamientos anteriores, programas rehabilitadores multidisciplinarios a partir de los 3 meses o más, y estimulación eléctrica transcutánea (TENS) como última opción de tratamiento (Casado Morales, et al., 2008b).

Sin embargo, el tratamiento específico dependerá si el SDL es agudo, subagudo o crónico y de las causas involucradas en el dolor. En todos los casos



el objetivo principal del tratamiento será recuperar la función y actividad normal del paciente en un tiempo justo. Lamentablemente la desaparición total del dolor no es siempre posible, aún así y como se mencionó anteriormente, el paciente debe ser estimulado a recuperar su actividad lo antes posible porque el reposo prolongado afecta el tiempo de reinserción laboral (Johanning, 2000; Kaplansky, Wei, & Reecer, 1998).

Además del tratamiento propuesto en la Guía de Práctica Clínica para la Lumbalgia Inespecífica del Programa Europeo COST B13 (Burton, et al., 2006) existen otras alternativa de terapia física que se pueden aplicar según sea el SDL agudo, subagudo o crónico.

En la etapa aguda del SDL el tratamiento es solo sintomático porque el diagnóstico es sindromático (SDL inespecífico) rara vez basado en exámenes de laboratorio o radiografías sino en la anamnesis del paciente y en los signos y síntomas clínicos del examen físico. Los objetivos de tratamiento son la elevación del umbral doloroso, disminución del tono muscular aumentado como respuesta muscular refleja, optimizar las condiciones biológicas para los procesos de cicatrización y regeneración de probables microlesiones locales, acortar el período de evolución. Los procedimientos que se deben utilizar son la fisioterapia (crioterapia, estimulación eléctrica transcutánea, electroterapia interferencial), terapia manual (movilización vertebral y movilización de tejidos blandos mediante masoterapia y estiramientos), técnicas de relajación de Jacobson y educación respecto de las normas de auto cuidado (Babb & Babb, 2009; Bendix, et al., 1995; Bronfort, et al., 2004; Buchbinder, et al., 2010; DeRosa & Porterfield, 1992).

En la etapa subaguda del SDL, el paciente por lo general tiene diagnóstico etiológico y está clasificado en alguna categoría diagnóstica ya sea como dolor lumbar sin irradiación, dolor lumbar con irradiación sobre rodilla, dolor lumbar con irradiación bajo rodilla y sin signos neurológicos o dolor lumbar irradiado a un dermatoma específico o a la extremidad inferior en su totalidad, con o sin signos neurológicos. En esta etapa se suele identificar el SDL como facetario, discógeno (disruptivo, radicular irritativo, radicular deficitario), triarticular (inestabilidad, estenosis degenerativa), miofascial

(fibromialgia primaria, síndrome miofascial inespecífico) SDL atípico u otros SDL como el asociado a la estenosis del canal raquídeo. Los objetivos del tratamiento son sedar el dolor, entrenar técnicas de auto manejo del síndrome, prevenir la recurrencia y cronicidad de los síntomas, inducir un bioestilo saludable. Los procedimientos terapéuticos son la fisioterapia específica (según el tejido lesionado, ultrasonido, láser, estimulación eléctrica transcutánea electroterapia interferencial, termoterapia profunda), terapia manual y ejercicios específicos (según las características del desequilibrio biomecánico que acompaña al SDL y al deterioro músculo esquelético del paciente), reacondicionamiento general y específico pertinente con la fisiopatología y factores de riesgo. (Babb & Babb, 2009; Bendix, et al., 1995; Bronfort, et al., 2004; Buchbinder, et al., 2010; Dagenais, et al., 2010).

En la etapa crónica los objetivos son, lograr niveles eficientes de funcionalidad y mejorar la calidad de vida. Los procedimientos son aplicar un programa de reacondicionamiento físico (incremento de la flexibilidad, fuerza, coordinación, equilibrio y capacidad aeróbica), técnicas de relajación de Jacobson, reeducación del gesto motor, recomendaciones ergonómicas físicas al paciente y a su empleador si el paciente trabaja (Babb & Babb, 2009; Bendix, et al., 1995; Bronfort, et al., 2004; Buchbinder, et al., 2010; Dagenais, et al., 2010; Hazard, 1994).

## **1.9. Análisis ergonómico del entorno laboral**

El análisis de la causalidad del SDL debe estar basado en fundamentos ergonómicos y centrados en la observación práctica del ergo sistema hombre-máquina-entorno, solo así se puede identificar las causas asociadas a una o más partes de este sistema y la relación que el SDL podría tener con la condición física insuficiente del hombre, la inadecuada ejecución de los procedimientos en su trabajo o los factores del ambiente laboral.

La ergonomía es un área especializada en el análisis multidisciplinar de situaciones concretas denominadas ergosistemas (Whistance, Adams, van

Geems, & Bridger, 1995). La consideración de los distintos elementos constituyentes del ergosistema y de las diversas interacciones que se producen entre ellos, otorga a la ergonomía una perspectiva amplia y generalista con la cual se pueden analizar tanto los elementos que constituyen el ergosistema como las interacciones existentes entre sus partes, destacando que la base de la ergonomía reside en conocimientos procedentes del ámbito biológico (biomecánica, fisiología, etc.) y psicosocial entre otras perspectivas (Kumar, et al., 1999).

La evidencia basada en publicaciones de los últimos años, señala que los únicos resultados positivos en el control del SDL en el ámbito laboral, han sido aquellos vinculados a los modelos integrales de intervención con una clara metodología ergonómica en su concepción y estrategia vinculados al sistema Hombre-Máquina-Entorno, es decir el componente humano, el componente máquina-utensilios y el componente de entorno (Marras, 2001).

Los modelos unidisciplinarios, sean estos de control biomédico, ingenieril, psicosocial, educacional, etc., tienen un efecto marginal en el resultado del control del síndrome. La evidencia recomienda abordar las intervenciones de control del SDL en el trabajo con un modelo ergonómico integral que impliquen, al menos, aspectos biológicos y psicosociales (Marras, 2001; Snook & Ciriello, 1991).

Por componente humano entendemos a la población implicada en el análisis ergonómico. Por componente máquina, todo el material, indumentaria, calzado o equipamiento utilizado por el trabajador del ergosistema analizado y por último, por componente entorno se entiende al espacio físico y los aspectos ambientales que rodean e interactúan con el sistema estudiado (Thorbjornsson, et al., 2000).

Considerando la multicausalidad del SDL y en particular de aquel síndrome asociado a la ocupación laboral, resulta importante la identificación del riesgo laboral ya sea como mecanismo causal o como factor de mantenimiento o agravamiento de dicho dolor ya que puede estar asociado a las exigencias físicas de las tareas con demanda músculo esquelética generada

durante la jornada de trabajo. Por lo anterior, diversos autores han invertido esfuerzos para generar procedimientos que permitan valorar el efecto conjunto de diversas variables (altura, distancia horizontal, ángulo de desplazamiento, frecuencia, acoplamiento, género, etc.) sobre la columna lumbar en diversas tareas manuales, sean estas de elevación, descenso, empuje y/o arrastre de cargas. Algunos de estos métodos son: Método MAC o manual handling assessment charts (Snook & Ciriello, 1991), Tablas Liberty mutual (Ayoub & Dempsey, 1999) y ecuación NIOSH (Waters, et al., 2006). Más allá de las causalidades músculo esqueléticas y de las tareas impuestas por la ocupación, además es necesario considerar la posibilidad de encontrar factores psicosociales presentes ya sea en la causa, manutención o incremento del SDL (Hasenbring, et al., 1994; Plouvier, et al., 2009; Thorbjornsson, et al., 2000).

Se han descrito consideraciones que relacionan el trabajo con el SDL, haciendo referencia a factores de riesgo ocupacional (tales como elevación, malas posiciones de trabajo, factores socioeconómicos, psicosociales, vibración de cuerpo entero, entre otros) y otorgando importancia a la historia ocupacional, la evaluación de la capacidad física, las pruebas clínicas y diagnósticas, el cuidado médico y la prevención (Johanning, 2000). El autor de esta publicación acentúa la importancia de los médicos del trabajo en la valoración de la exposición ocupacional, el cuidado de trabajadores con SDL y la prevención del SDL. Se refiere a la importancia de la rehabilitación para el reintegro del enfermo al trabajo y destaca que las estrategias de prevención deben formar parte de la gestión para evitar la inhabilidad, comenta finalmente que debe implicar al trabajador con SDL, al proveedor de salud, a los directivos de la empresa y los sindicatos de trabajador.

La diferencia entre el SDL y la discapacidad de la zona lumbar es que el SDL es un cuadro doloroso en una región definida de la espalda y la discapacidad es la pérdida del tiempo o tarea restringida debido a dicha sensación dolorosa. Ambas cosas están relacionadas, pero la discapacidad está influenciada por variables no médicas, como el tipo de trabajo, el estilo de gestión de la empresa, la relación con supervisores y litigio. Las empresas que entienden esta diferencia y se hacen cargo del manejo del manejo del SDL como discapacidad obtienen mejores logros (Halpern, 1992).

En la práctica, la ergonomía, para ser aplicable y sustentable en el tiempo, debe ser capaz de mejorar la rentabilidad de la empresa mejorando los puestos de trabajo (PT), incrementando el bienestar de los trabajadores, disminuyendo el riesgo de ausentismo por lesiones y aumentando la productividad de los mismos. La rentabilidad de las intervenciones de medicina del trabajo y en particular de los programas intensivos de ergonomía han dado muestras del interesante incremento en el rango costo efectividad cuando se aplican como intervenciones para reducir riesgos en el trabajo (Lahiri, Levenstein, Nelson, & Rosenberg, 2005).

Aplicando metodologías ergonómicas, el análisis de los diversos factores de riesgo relacionados con el SDL requiere el estudio del entorno laboral con una perspectiva multidisciplinar que incluya los 3 tipos de abordajes (Hazard, 1994):

- Análisis de la carga física generada en el propio ámbito laboral.
- Análisis de los aspectos psicosociales implícitos en el ámbito laboral.
- Análisis de la salud laboral.

A continuación analizaremos las metodologías de análisis de factores de riesgo ergonómicos de los anteriores grupos de variables. En la presente tesis doctoral emplearemos una batería de diversos tests en los cuales juegan un papel importante las variables de tipo ergonómico obtenidas durante el propio desempeño de la actividad laboral.

### **1.10. Análisis ergonómico de la carga física laboral**

Con el propósito de controlar o resolver los SDL ocurridos el ambiente laboral, la ergonomía física rediseña los PT de modo que las exigencias de la ocupación se ajusten a las capacidades del trabajador. Para iniciar el estudio ergonómico del ambiente de trabajo algunos autores han propuesto métodos generales de observación que en el caso específico de las exigencias físicas de columna vertebral, se aplican y seleccionan previo conocimiento del puesto de

trabajo, identificación de la posición corporal, movimientos predominantes del trabajador y carga biomecánica a la que se somete (Sato Tde & Coury, 2009). La posición puede ser predominantemente de pie o sentado y la carga predominantemente estática o dinámica, ambas posiciones pueden tener o no carga adicional que elevar, descender, traccionar, empujar y/o transportar. Hecho lo anterior, se selecciona el método específico para valorar el riesgo del trabajo (Blanck & Pransky, 1999; Halpern, 1992).

Algunos métodos ergonómicos generales utilizados son: LEST (Laboratoire de économie et sociologie du travail), ANACT (Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail), EWA (ergonomic workplace analysis: Análisis ergonómico del puesto de trabajo), PYMES (método de evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas), EWA (Sato Tde & Coury, 2009). Todos estos métodos tienen en común que son de aplicación externa, es decir, el trabajador participa en la obtención de los resultados, pero no es él quien aplica el método (Sato Tde & Coury, 2009).

Los métodos ergonómicos específicos más utilizados en carga física de columna vertebral son: Tablas Liberty Mutual (Ayoub & Dempsey, 1999; Snook & Ciriello, 1991), ecuación NIOSH (Waters, et al., 2006), método MAC (Snook & Ciriello, 1991), método RULA (rapid upper limb assessment), REBA (rapid entire body assessment) (Jones & Kumar, 2010), método OWAS (Gilkey et al., 2007).

En la siguiente tabla 2, se muestra, a modo de resumen, las características más importantes de los 3 métodos que presentan más utilidad para la cuantificación de la carga física en el entorno laboral elegido en nuestra tesis doctoral: los métodos Liberty mutual, NIOSH y MAC.

**Tabla 2.** Características para aplicación de cada método.

MÉTODO	AUTOR	CARACTERÍSTICAS PARA SU APLICACIÓN
Tablas de Liberty Mutual	Snook y Ciriello 1991(USA)	Calcula los límites aceptables de masa y fuerza en levantamiento, descenso, transporte, empuje y arrastre de carga basados en criterios psicofísicos
Ecuación NIOSH 1991	Waters et al. 1993 (USA)	Calcula el límite de masa recomendada para levantamientos y descensos de carga. Basada en criterios de biomecánica, fisiología y psicofísica.
MAC (manual handling assessment charts)	Monnington et al. 2.003, (Snook & Ciriello, 1991)	Estima el factores de riesgo para tareas de levantamiento, descenso (individual y en equipo) y transporte de carga. Basado en criterios psicofísicos, biomecánicos y de entorno físico del proceso.

### 1.10.1. Método basado en el empleo de las tablas Liberty Mutual

Constituyen un conjunto de tablas (Ayoub & Dempsey, 1999; Snook & Ciriello, 1991) generadas originalmente en 1991 por Snook y Ciriello en el Liberty Mutual Research Center, que permiten evaluar el levantamiento y descenso de cargas basándose en un criterio psicofísico. En estas tablas se describen las cargas recomendadas para hombres y mujeres y utiliza una metodología psicofísica, aportando información importante sobre las capacidades del trabajador y sus límites, además del diseño de las tareas manuales para reducir lesiones de espalda baja.

La investigación realizada por Snook y Ciriello en el seno de la compañía aseguradora Liberty Mutual sobre manipulación manual de cargas, dio lugar en 1978 a un conjunto de tablas con pesos máximos aceptables para acciones como el levantamiento, el descenso, el empuje, el arrastre y el transporte de cargas, diferenciados por géneros. Posteriormente, a raíz de nuevos

experimentos, los mismos autores publicaron en 1991 la revisión de dichas tablas.

El peso máximo aceptable corresponde al mayor peso que una persona puede levantar con una frecuencia dada y durante determinado tiempo, sin llegar a estresarse o a cansarse excesivamente. Los pesos máximos aceptables están determinados para cinco percentiles (10, 25, 50, 75 y 90), que señalan los pesos máximos permitidos para que la acción de elevación y transporte sea segura para el 10, 25, 50, 75 y 90% de la población masculina o femenina. En consecuencia, las tablas proveen los porcentajes de población masculina y femenina que estarían protegidas o desprotegidas por las características del trabajo que ejecutan.

Este método fue desarrollado con la finalidad de controlar los costos asociados a las tareas manuales atribuibles a las lesiones lumbares, la reducción de la productividad y calidad debido al bajo rendimiento y provee la valoración objetiva del riesgo que puede presentar una tarea manual y los fundamentos en los que se deben basar las soluciones de los problemas dado que:

- Ayudan a reconocer los factores de riesgo asociados con las actividades manuales.
- Ayudan a tomar buenas decisiones de negocio en cuanto a los costos de implementación y efectividad de las soluciones ergonómicas.

Algunas restricciones para su utilización son: No se pueden utilizar cuando el levantamiento y transporte del objeto se hacen con una mano y/o cuando el movimientos del cuerpo incluye torsión de tronco ya sea durante la elevación, descenso y /o transporte.

El objetivo de las tablas es proporcionar directrices para la evaluación y el diseño de tareas con manipulación manual de cargas sensibles a las limitaciones y capacidades de los trabajadores, y de este modo, contribuir a la



reducción de las lesiones de tipo lumbar. Las tablas son auto-explicativas y de fácil uso. Utiliza los siguientes factores:

- Peso del objeto.
- Distancia de la mano respecto al cuerpo.
- Altura de la mano al comienzo.
- Altura de la mano al final.
- Frecuencia de la tarea.

El método incluye tablas con los pesos máximos aceptables para:

- Levantamiento para hombres.
- Levantamiento para mujeres.
- Descarga para hombres.
- Descarga para mujeres.
- Arrastre para hombres.
- Arrastre para mujeres.
- Empuje para hombres.
- Empuje para mujeres.
- Transporte para hombres/mujeres (en este caso la misma tabla contiene los valores para hombres y mujeres).

Para la consulta de las tablas de elevación y descarga son necesarios los datos que se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Datos necesarios para la consulta de las tablas de elevación y descarga.

<p style="text-align: center;"><b>Sexo del trabajador:</b> Hombre, Mujer.</p> <p style="text-align: center;"><b>Anchura de la carga:</b> 75 cm., 49 cm., 34 cm.</p> <p><b>Distancia vertical:</b> diferencia entre la altura inicial de la carga y la final medida en cm. Las entradas tabuladas son 25 cm., 51 cm., 76 cm.</p> <p><b>Percentil</b> (porcentaje de la población protegida): 10, 25, 50, 75, 90.</p> <p><b>Zona de manipulación de la carga:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Desde el nivel del suelo a la altura de los nudillos.</li><li>• Desde la altura de los nudillos a la altura del los hombros.</li><li>• Desde la altura de los hombros hasta el alcance vertical de los brazos.</li></ul> <p><b>Frecuencia:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Una acción cada 5, 9 o 14 segundos.</li><li>• Una acción cada 1, 2, 5, 30 minutos.</li><li>• Una acción cada 8 horas.</li></ul>
--

Para la consulta de las tablas de empuje y arrastre son necesarios los datos que se recogen en la tabla 4. En estas tablas los valores de frecuencia tabulados varían según la distancia recorrida. La anchura de la carga no consideró puesto que los experimentos realizados indicaron que en este tipo de acciones dicha característica no influía significativamente en el peso máximo aceptable.

**Tabla 4.** Datos necesarios para la consulta de las tablas de empuje y arrastre

**Sexo del trabajador:** Hombre, Mujer.

**Altura de manejo de la carga:** 144 cm., 95cm., 64 cm.

**Percentil** (porcentaje de la población protegida): 10, 25, 50, 75, 90.

**Distancia recorrida y frecuencia:**

- **2.1 m.:**  
**Frecuencia:** una acción cada: 6,12 segundos; 1, 2, 5, 30 minutos; 8 horas.
- **7.6 m.:**  
**Frecuencia:** una acción cada: 15, 22 segundos; 1, 2, 5,30 minutos; 8 horas.
- **15.2 m.:**  
**Frecuencia:** una acción cada 25, 35 segundos; 1, 2, 5, 30 minutos; 8 horas.
- **30.5 m.:**  
**Frecuencia:** una acción cada 1, 2, 5, 30 minutos; 8 horas.
- **45.7 m.**  
**Frecuencia:** una acción cada 1, 2, 5, 30 minutos; 8 horas.
- **61 m.:**  
**Frecuencia:** una acción cada 2, 5, 30 minutos; 8 horas.

**Tipo de fuerza:** sólo impulso inicial o sostenida.

Para la consulta de la tabla de **transporte** son necesarios los datos de la tabla 5.

**Tabla 5.** Datos necesarios para la consulta de la tabla de transportes

**Sexo del trabajador:** Hombre, Mujer.

**Altura de manejo de la carga:** Hombres: 111 cm., 79 cm., 64 cm. ;  
Mujeres: 105 cm., 72 cm.

**Percentil** (porcentaje de la población protegida): 10, 25, 50, 75, 90.

**Distancia recorrida:**

- **2.1 m.:**  
**Frecuencias:** una acción cada: 6,12 segundos; 1, 2, 5,30 minutos; 8 horas.
- **4.3 m.:**  
**Frecuencias:** una acción cada: 10,16 segundos; 1, 2, 5,30 minutos; 8 horas.
- **8.5 m.:**  
**Frecuencias:** una acción cada: 18, 24 segundos; 1, 2, 5,30 minutos; 8 horas.

Los pesos máximos tabulados deberán corregirse en los casos recogidos en la tabla 6.

**Tabla 6.** Correcciones para los pesos máximos

**Si la carga no tiene asas el peso máximo aceptable debería reducirse un 15%.**

**Si la carga se maneja alejada del cuerpo: el peso máximo aceptable debería reducirse un 50%.**

Observaciones al método: los pesos máximos aceptables de todas las tablas corresponden a la manipulación de cajas con asas y cerca del cuerpo.

Los valores de las tablas corresponden a tareas de manipulación manual de cargas simples. Los autores recomiendan analizar cada componente de la tarea múltiple de forma individual utilizando la frecuencia de la tarea

combinada. El peso del componente con menor porcentaje de población se tomará como el peso máximo aceptable para la tarea compuesta. Sin embargo, cabe remarcar que el coste fisiológico de tareas compuestas será mayor que el coste para los componentes individuales y puede ocurrir que la tarea compuesta exceda los límites fisiológicos recomendados para periodos largos indicados en el párrafo anterior.

### 1.10.2. Método NIOSH

Esta metodología es el fundamento de la norma ISO 11228-1 y de la norma europea en 1.005-2 del año 2003 y está basada en variables de tipo biomecánicas (fuerza compresiva sobre la región lumbar), fisiológicas (gasto energético de la tarea) y psicofísicas (percepción del esfuerzo físico). Plantea estimar el riesgo mediante una ecuación que calcula el límite de peso recomendado (LPR) y el índice de levantamiento (LI) (Waters, et al., 2006).

El índice de levantamiento (LI) (Ecuación 1), permite identificar la presencia de riesgo en las tareas y la necesidad de intervenir ergonómicamente el puesto de trabajo, en tanto que el límite de peso recomendado (LPR) (Ecuación 2) es el peso de la carga que todo trabajador sano puede elevar durante un tiempo (hasta 8 horas) sin incrementar el riesgo de dolor lumbar.

El índice de levantamiento (LI) (Ecuación 3), permite identificar la presencia de riesgo en las tareas y la necesidad de intervenir ergonómicamente el puesto de trabajo, en tanto que el límite de peso recomendado (LPR) (Ecuación 4) es el peso de la carga que todo trabajador sano puede elevar durante un tiempo (hasta 8 horas) sin incrementar el riesgo de dolor lumbar.

(Ecuación 1)

$$\text{LI} = \text{peso elevado} / \text{límite de peso recomendado}$$

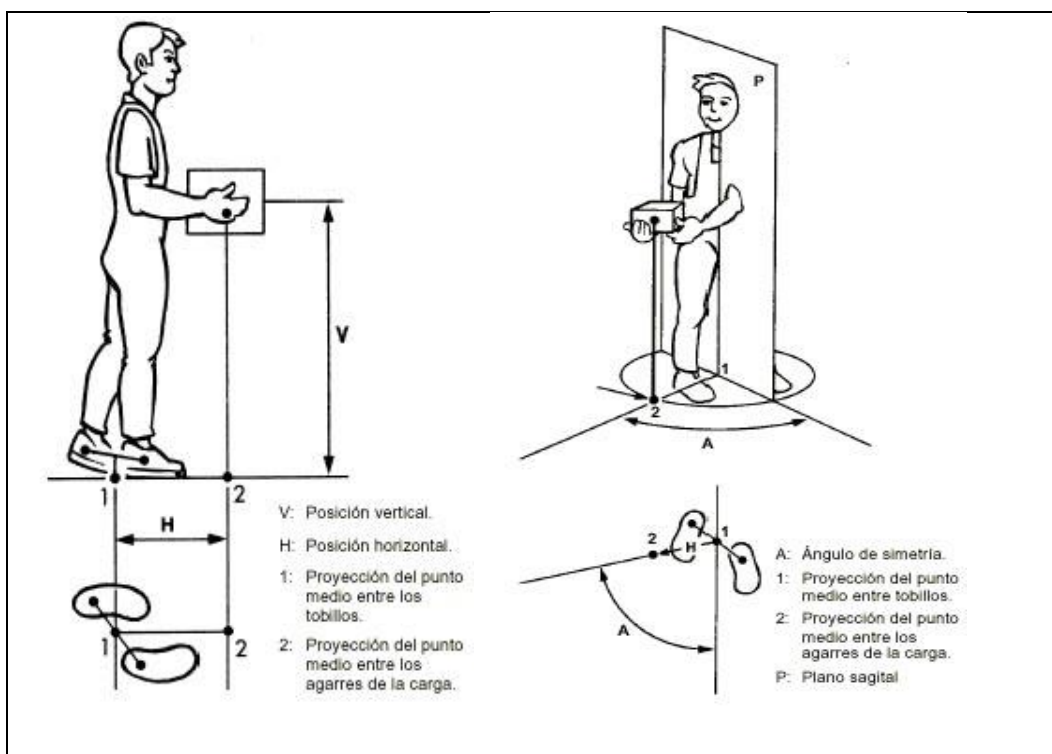
La ecuación NIOSH-1991 (Tabla 7 y Figura 14) incluye seis factores que modifican la constante de carga (CC) que representa el máximo peso aceptable

que se debe levantar, bajo condiciones ideales y que viene expresada en la ecuación de la LPR Ecuación 2.

(Ecuación 2)

$$LPR = CC \times FH \times FV \times FD \times FA \times FF \times FC$$

Cada una de las abreviaturas de la ecuación 2, están indicadas en la Tabla 7.



**Figura 14.** Referencias de distancias y ángulo de acoplamiento consideradas en método NIOSH.

**Tabla 7.** Factores y variables de la ecuación NIOSH-1991.

<b>Factor</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Fórmula</b>
Factor Horizontal	<b>FH</b>	<b>(25 / H)</b>
Factor Vertical	<b>FV</b>	<b>1- (0,003  V-75 )</b>
Factor de Desplazamiento	<b>FD</b>	<b>0,82 + (4,5/D)</b>
Factor de Asimetría	<b>FA</b>	<b>1- (0,0032A)</b>
Factor de Frecuencia	<b>FF</b>	Se obtiene en tabla específica (es función de V, duración y frecuencia)
Factor de Acoplamiento	<b>FC</b>	Se obtiene en tabla específica (es función de V)

**Tabla 8.** Clasificación del riesgo de carga física según valores del LI

<b>Nº</b>	<b>Valor del LI</b>	<b>Interpretación</b>
1	Menor que 1	La tarea no representa riesgo
2	Entre 1 y 3	La tarea debe ser revisada
3	Sobre 3	Existe riesgo evidente de lesión

Cada factor de la ecuación se calcula considerando las constantes que se indican en la Tabla 8.

Usando 23 kg como constante de carga, el LPR calculado podría ser considerado como conservador para la población masculina joven y entrenada. Al respecto, el LI, entrega una manera alternativa de interpretar los resultados de la ecuación NIOSH, que establece que con valores que exceden a 3.0 (LI mayor de 3.0) se estaría exponiendo a muchos trabajadores a un elevado riesgo de dolor lumbar (Waters, et al., 2006).

Por otra parte, la norma ISO 11228-1 y la norma europea EN 1005-2 establecen 25 kg como constante de carga, lo que protegería de dolor lumbar al 70% de la población laboral femenina y al 95% de la población laboral masculina. Ambas normas proponen que se podría ocupar 40 kg para esta constante, pero bajo condiciones de incertidumbre respecto de la real proporción de trabajadores que estaría protegida En Chile y en consecuencia

en la población que se incluyó en el presente estudio, el valor de la constante de carga considerada por la ley 20.001 es de 25 kg.

#### **a) Restricciones de uso del método NIOSH**

Esta ecuación no es aplicable para estimar riesgo en tareas de elevación y descenso cuando:

- El peso a elevar sea igual o superior a 23 kg.
- Se ejecuten con una mano.
- Se ejecuten por un período mayor a ocho horas.
- Se ejecuten en posición de sentado o de rodillas.
- Se ejecuten en espacios restringidos.
- Se ejecuten en posición Inestable.
- Se acarree, empuje o tire de alguna carga.
- Se traslade con carretillas de mano.
- Cuando cada levantamiento dure menos de 30 segundos.
- Cuando los levantamientos se ejecuten en piso deslizante o con un bajo grado de fricción entre el zapato del operador y el piso.
- En ambientes desfavorables, como temperaturas fuera del rango de los 19 a 26 °C y humedad fuera del rango de los 35 al 50%.

### **1.10.3. METODO MAC**

El método MAC se describe brevemente en este apartado, ya que la metodología del mismo, fue utilizada en la evaluación de esta tesis doctoral y se encuentra desarrollada en el apartado de método de la presente tesis, donde se detalla en profundidad la aplicación y escalas de este método de evaluación del trabajador.

El método MAC fue desarrollado en Inglaterra, orientado a la evaluación rápida y en terreno del riesgo de padecer dolor lumbar (Snook & Ciriello, 1991). Fue valorado por la Health & Safety Executive de Inglaterra (HSE) por contraste con los modelos de NIOSH, OWAS, REBA y QEC. Considera variables psicofísicas, biomecánicas y del entorno físico de trabajo, es un método



cuantitativo que usa una escala aditiva para valorar factores de riesgo y un código de colores para calificarlos. Los factores de riesgo que considera son: El peso de la carga, frecuencia de manejo, distancia entre las manos y la región lumbar, distancia vertical del levantamiento/descenso, torsión y lateralización del tronco, restricciones posturales, acoplamiento mano/objeto, superficie de trabajo y factores ambientales (Snook & Ciriello, 1991).

MAC identifica factores de riesgo para tres tipos de manipulación manual: Operaciones de levantamiento, operaciones de transporte y manipulación de cargas entre dos o más personas. También ayuda a identificar las tareas que necesitan mejorarse primero en un lugar de trabajo y utiliza una hoja de puntuación en la cual el usuario describe la tarea y después considera los factores de riesgo utilizando uno de los 3 diagramas de flujo que se ocupan, ya sea en las operaciones de levantamiento, de transporte y de manipulación para una o más personas. El examinador asigna a cada factor de riesgo un color y una puntuación, utilizando una guía simple que incorpora colores ayudar a mostrar el riesgo en cada factor (Snook & Ciriello, 1991).

Las puntuaciones totales pueden utilizarse para dar prioridad a la acción entre diferentes tareas. Pueden compararse dos o más tareas (las puntuaciones más altas presentan un riesgo mayor y deben solucionarse primero). Las puntuaciones también pueden compararse para elegir entre las mejoras propuestas (para ver cuál de ellas proporciona una mayor reducción del riesgo).

La operacionalización del método MAC se apoya en tablas de clasificación del riesgo de carga física para tareas de levantamiento y descenso ejecutadas por una sola persona y para tareas de transporte (caminar con carga) ejecutadas por una sola persona y considera la evaluación de factores de riesgo en tareas de levantamiento y descenso transporte (caminar con carga), ejecutadas por una sola persona. Los cuadros para operacionalización del método se describen en el anexo 4.

#### **1.10.4. Métodos ergonómicos empleados en este trabajo**

Hemos descrito previamente los tres métodos más útiles para la evaluación de la carga física en nuestra tesis doctoral: los métodos Liberty mutual, NIOSH y MAC, pero fue este último método el que se utilizó en este estudio porque fue quien mejor se ajustó a las características de los trabajos que los sujetos realizaban en su ámbito laboral.

Las tablas de Liberty Mutual finalmente no se utilizaron en el presente estudio, tampoco se utilizó el método NIOSH. porque una vez iniciado el trabajo en terreno e identificadas las características particulares de cada tarea, se concluyó que para el presente estudio el único método que aplicaba sin restricciones para estimar la carga física de las tareas, era el método MAC .

El método de las tablas de Mutual Liberty no resulta adecuado aplicarlo en nuestro estudio para estimar el riesgo de SDL asociado a la carga física porque en todas las tareas observadas, los trabajadores incorporaban movimientos de torsión de tronco, lo que hace inaplicable el método.

El método NIOSH tampoco ha sido utilizado porque la constante de carga propuesta por el método (23 kg) era menor que el peso que manipulaban los trabajadores del estudio (25 kg o más) y porque además este método no se aplica para el transporte manual de cargas, una actividad siempre presente en las tareas observadas.

#### **1.11. Análisis de los aspectos psicosociales implícitos en el ámbito laboral**

La evaluación psicosocial permite adaptar el trabajo a la persona y reducir los efectos nocivos que este puede tener para su salud, planificar la prevención integrando la técnica, la organización del trabajo, las condiciones del trabajo, las relaciones sociales, y la influencia de los factores ambientales a partir de indicadores laborales como el tipo de actividad y PT, la baja de la productividad (cantidad, calidad, o ambas), el índice de absentismo, problemas

disciplinarios, incremento solicitudes de cambio de PT, falta de cooperación, trabajo a turnos o trabajos nocturnos, además de indicadores médicos ocupacionales como la prevalencia de enfermedades de carácter físico o psíquico entre otros factores (Gatchel, Polatin, & Mayer, 1995).

A partir de estos indicadores se debe evaluar los riesgos psicosociales mediante métodos generales o específicos (evaluación psicosocial propiamente tal). Algunos de los métodos generales más utilizados son (Meliá, 2005):

- Método AIP.
- Manual para evaluación de riesgos psicosociales en PYMES.
- Cuestionario de evaluación de riesgos psicosociales del Instituto Navarro de Salud Laboral.
- Método ISTAS 21.

Los métodos específicos o evaluación psicosocial propiamente tal, requieren de un experto en ergonomía y factores psicosociales ya que la realización de encuestas y cuestionarios debe ser apoyada por la comprobación y observación personal del experto mediante visita a los PT (Colombini & Occhipinti, 2011; Pickup, Wilson, & Lowe; Snook & Ciriello, 1991; Waters, et al., 2006).

El éxito de la ergonomía requiere del conocimiento de los sistemas, procesos, operaciones y tareas que se ejecutan en la empresa y requiere de estrategias y metodologías adecuadas para llegar a buenos resultados, sin embargo la sola identificación del riesgo físico asociado al trabajo no asegura el éxito si no se consideran las características físicas del trabajador, por ello es necesaria la coordinación con quienes proveen atención de salud física y psicosocial para otorgar una perspectiva multidisciplinar combinada que incluya los 3 tipos de abordajes antes mencionados (Haro & Kleiner, 2008; Hazard, 1994).

Diversos autores proponen intervenciones basadas en la ergonomía participativa (EP) que incorpora a los trabajadores, los supervisores, la gerencia, los médicos, etc. Estas intervenciones de EP han sido reportadas como experiencias ergonómicas exitosas porque las personas que participan del problema se incorporan a la propuesta de solución (Driessen, et al., 2010; Moore & Garg, 1996).

Otros autores coinciden en que la EP constituye una estrategia de elección a la hora de programar una intervención ergonómica en la empresa (Driessen, et al., 2010; Halpern, 1992; Hess, Hecker, Weinstein, & Lunger, 2004; Kleiner, 2006; Moore & Garg, 1996; Webster, 2006).

Basados en la evidencia de intervenciones exitosas, algunos autores proponen algunas consideraciones necesarias al momento de programar y aplicar la EP. Destacan la necesidad de contar con el compromiso de la gerencia en la formulación y desarrollo de metas y objetivos reales y en los acuerdos sobre la necesidad de rediseño de algunos PT (Driessen, et al., 2010).

Otros autores agregan la necesidad de capacitar a los supervisores respecto de las causas y características del SDL e incorporar a todas las personas que corresponda en las actividades de prevención de la discapacidad (profesionales en seguridad, recursos humanos, ingeniería, supervisores, gerentes y personal de salud ocupacional) y coordinarse con el sindicato de trabajadores e incluirlos en los comités de ergonomía encargado de rediseñar los PT problemáticos. La cooperación entre los sindicatos y la empresa es clave para éxito (Kleiner, 2006).

También es muy necesario generar descripciones propias de PT a partir del análisis detallado de las tareas y que los médicos de la empresa se familiaricen con los procesos, operaciones y tareas de la empresa para que incorporen nuevas variables causales en las propuesta de soluciones del SDL (Hess, et al., 2004).

Un factor psicosocial relevante en el trabajo es la carga mental derivada de las exigencias de su trabajo y los recursos mentales del sujeto para hacer

frente a exigencias de la tarea, factores sociales y de la organización del trabajo (Plumer & Trojan, 2004). Para evaluar dicha carga se han publicado métodos como el de INSHT, LEST (del Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo), ANACT (de la Agencia Nacional para la Mejora de las Condiciones de Trabajo), EWA (Análisis Ergonómico de PT), IBV (adaptación de PT para minusválidos), método NASA y el TLX (Task Load Index) (Dey & Mann; Grzybowski, 2001).

El ambiente de trabajo puede afectar a la persona con demandas psicológicas que pueden generar estrés o enfermedad, pero en ello es fundamental el grado de control que el trabajador tiene en su tarea, lo que funciona como un mecanismo moderador. La tensión laboral surge cuando las exigencias del trabajo son elevadas y la oportunidad de control es escasa. Dicha suposición fue comprobada inicialmente en extensas bases de datos con trabajadores suecos y norteamericanos, estableciéndose el potencial predictivo del modelo demanda control (Flynn & James, 2009). Las demandas psicológicas (cuánto y a qué ritmo se trabaja) en combinación con el control (campo autonomía y utilización de habilidades) determinan 4 condiciones de riesgo psicosocial: trabajos de tensión alta, trabajos activos, trabajos de poca tensión y trabajos pasivos (Schnall, Belkic, Landsbergis, & Baker, 2000) entre otros (Flynn & James, 2009).

Algunos autores plantean lo importancia de buscar intencionadamente aspectos psicosociales en los trabajadores mediante la utilización de instrumentos específicos como el inventario de depresión de Beck (Beck, Ward, Mendelson, Mock, & Erbaugh, 1961) la escala de depresión y melancolía de Hamilton, la escala de ansiedad de Hamilton o la escala de reajuste psicosocial (Gershon et al., 1980), la prueba sobre ansiedad de Golberg o el Test de Salud Total de Langner-Amielo, el CSQ (Coping with Shiftwork Questionnaire) que contempla 4 posibilidades de adaptación para cada una de las áreas que se ven afectadas con el trabajo a turnos: sueño, vida social, vida familiar y trabajo (Ljosa & Lau, 2009).

Por otra parte, la organización del trabajo expresada en el diseño de sus horarios y trabajo diurno y/o nocturno, constituye un factor de riesgo psicosocial cuando la deficiente organización de los turnos produce

disminución de las horas de sueño, alteraciones digestivas, cardiovasculares, menstruales y nerviosas, alteraciones de la vida familiar y personal. Estos efectos están moderados por variables personales de mayor o menor flexibilidad en los hábitos de sueño y la capacidad del sujeto de controlar las situaciones para que estas no influyan en la percepción de amenaza de las mismas (Buxton et al., 2009). Uno de los métodos de valoración de riesgos por trabajo en turnos y/o nocturno más citados en la bibliografía especializada es el Standard Shiftwork Index (SSI) que mediante una batería de cuestionarios auto administrados valora el efecto del efecto de los turnos de trabajo (Taylor, Folkard, & Shapiro, 1997).

### **1.12. Análisis de la salud laboral en el entorno laboral (prevención y promoción de salud)**

La organización internacional del trabajo (OIT) y la organización mundial de la salud (OMS), definieron la salud laboral como aquella actividad que tiene como finalidad fomentar y mantener el más alto nivel de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones, prevenir todo daño a la salud de estos por las condiciones de su trabajo, protegerlos en su empleo contra los riesgos para la salud y colocar y mantener al trabajador en un empleo que convenga a sus aptitudes psicológicas y fisiológicas. En suma, adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo (Organización Internacional del Trabajo, 1989).

A partir de ello, se enunciaron los objetivos generales de la salud laboral que son la prevenir las enfermedades y promover de la salud, propósitos propios de una disciplina no terapéutica y anticipatoria por definición, que se debe practicar antes que ocurran los problemas de salud en el trabajo derivados del accidente laboral, la enfermedad profesional o los problemas de desadaptación al trabajo expresados mediante molestias, falta de confort, dolor, aun cuando no constituyan enfermedad (Armstrong et al., 1993).

Muy importante para el ejercicio de salud laboral en la empresa es el establecimiento de la política de salud ocupacional en empresa ya que ella determina su curso de acción y el diseño definitivo de los programas de vigilancia epidemiológica para mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores. Todo programa de salud ocupacional debe definir las actividades de promoción y prevención que permitan mejorar las condiciones de trabajo y de salud de los trabajadores e identificar el origen de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales y controlar los factores de riesgo relacionados (Sundin, Pedersen, & Frazier, 1986; Wetterhall, Pappaioanou, Thacker, Eaker, & Churchill, 1992).

La salud laboral debe realizar actividades de vigilancia epidemiológica dirigida al hombre (detección precoz de los problemas de salud relacionados con el trabajo) y al ambiente (detección de los riesgos físicos, químicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos). Ambas han sido denominadas por los autores como vigilancia médica (hombre) y vigilancia ambiental (entorno laboral) respectivamente, sin embargo lo que la OMS promueve para su aplicación en el trabajo es la vigilancia mixta que simultánea e intencionadamente explora la salud del hombre y las condiciones del ambiente para saber cómo prevenir el daño y que hacer en caso que este ya se haya generado (Rutstein et al., 1983).

La vigilancia médica se inicia con la prevención primaria mediante el examen médico de ingreso o pre-ocupacional del trabajador. Luego con la prevención secundaria, mediante exámenes de morbilidad periódicos para diagnosticar precozmente las probables alteraciones de salud provocadas por la exposición ocupacional, y concluye con la prevención terciaria mediante la rehabilitación laboral del trabajador discapacitado para integrarlo a un ambiente laboral seguro y saludable (Rutstein et al., 1983)

La vigilancia epidemiológica en la empresa tiene los siguientes propósitos (Mullan & Murthy, 1991):

- Identificar las áreas, cargos, tareas según exigencias biomecánicas, fisiológicas, cognitivas y organizacionales y las poblaciones expuestas a riesgo de ocurrencia de SDL.
- Clasificar el nivel de riesgo individual y por cargo de los trabajadores.
- Aplicar y supervisar las medidas de control organizacional, higiene industrial, diseño y tecnológicos tendientes a reducir riesgos.
- Promover la implementación de prácticas seguras de trabajo, centradas en aspectos biomecánicos (posturas, movimientos, manipulación y transporte de cargas), utilización de herramientas y elementos de trabajo que permitan el control de los factores de riesgo del SDL.
- Disminuir prevalencia de SDL y evitar la incidencia de SDL.

### **1.13. SDL y su relación con el mundo laboral**

En el último informe del ministerio de salud pública chileno publicado el año 2000 en el capítulo de salud ocupacional, se señala que en Chile el 30% las enfermedades profesionales de los trabajadores corresponden a patologías osteomusculares. Los mencionados problemas son fundamentalmente dolencias que afectan la columna vertebral y en particular a la zona lumbar como también a los tejidos blandos de las extremidades, que muy probablemente se vinculan al trabajo físico que las personas ejerce (Ministerio de Salud de Chile, 2000).

El SDL constituye una de las causas más frecuentes de consulta clínica en trabajadores y una de las más frecuentes razones de salud por las cuales las personas se ausentan de su trabajo (Anderson, et al., 2007; Chibnall, et al., 2006; Nguyen & Randolph, 2007; Rainville, et al., 2004; Staal et al., 2003).

Mediante un estudio destinado a identificar el patrón de reclutamiento muscular durante las tareas de elevación de cargas de 6 y 12 kg en 10 sujetos



con SDL crónico y 10 sujetos controles sanos emparejados por sexo y edad. Se evaluó la actividad electromiográfica de los músculos del tronco durante la elevación de cargas. Los autores hallaron una menor activación de los músculos abdominales en pacientes con SDL crónico en comparación con los sujetos sanos concluyendo que esto podría significar que el dolor modifica la función del sistema de control neuromuscular afectando el reclutamiento de los músculos abdominales. Por otra parte, proponen que el incremento de la actividad electromiográfica encontrado en los músculos erectores espinales de los sujetos con SDL crónico durante la flexión del tronco, es probablemente una respuesta muscular necesaria para estabilizar y controlar la flexión de tronco (Ershad, Kahrizi, Abadi, & Zadeh, 2009).

Según lo anterior, es razonable suponer que los trabajadores con SDL crónico posean menor activación de sus músculos abdominales y menor capacidad física para realizar tareas de elevación manual de cargas, esto es importante ya que los músculos abdominales participan en el incremento de la PIA y porque una mayor actividad de los erectores espinales combinada con una disminución de la actividad abdominal podría derivar en un desequilibrio pélvico antero-posterior y generar anteversión pélvica e hiperlordosis incrementando el riesgo de lesión de los trabajadores con SDL crónico (Evcik & Yucel, 2003).

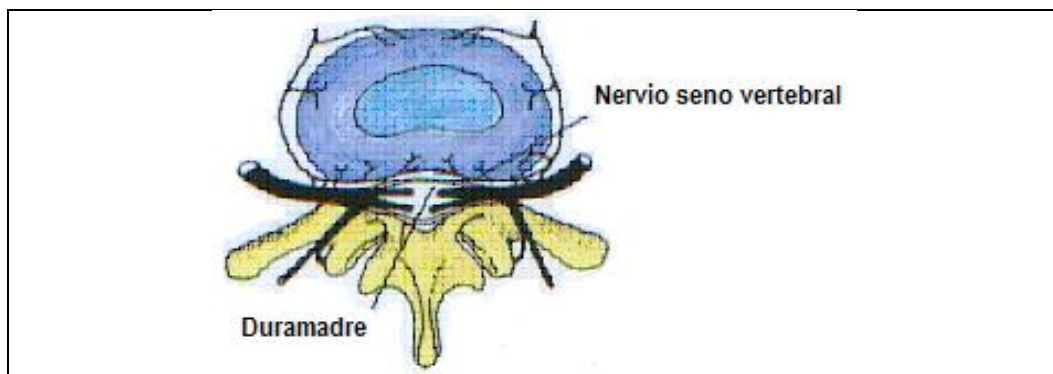
Se ha identificado la asociación entre diversas variables personales, la inclinación pélvica y la lordosis lumbar mediante un estudio ejecutado en 30 hombres y 30 mujeres con SDL crónico y 54.9 años de edad promedio. Se determinó la asociación entre la inclinación pélvica y la magnitud de la lordosis lumbar con la edad, sexo, el índice de masa corporal, inhabilidad según Oswestry, el nivel de actividad física, la longitud de los músculos de flexores de la cadera, la fuerza de los músculos abdominal, y el rango de movimiento para la flexión y la extensión lumbares. En las mujeres, la edad, el IMC y la inhabilidad se asociaron a la inclinación pélvica y la lordosis. En hombres, la disminución del rango de movimiento lumbar a la extensión fue relacionada con la inclinación pélvica y la lordosis aumentada; el envejecimiento y el incremento de la inhabilidad. Aunque mayor en los hombres, se halló correlación débil entre el ángulo de la inclinación pélvica y la magnitud de

lordosis lumbar. Los autores proponen finalmente que en los pacientes con SDL crónico, la magnitud de la lordosis lumbar y la inclinación pélvica en la posición de pie, no se asocia a la fuerza de los músculos abdominales (Youdas, Garrett, Egan, & Therneau, 2000).

Al respecto, se ha estudiado prospectivamente a trabajadores franceses con más de seis meses de absentismo laboral, para identificar los factores que se asocian con mayor frecuencia a la concurrencia del SDL (Valat, et al., 1997), y mediante análisis multivariado se demostró que en la medida que la edad de los trabajadores se incrementa, mayor es la asociación entre esta variable y el riesgo de concurrencia del SDL en el trabajo. Los autores proponen la aplicación de un cuestionario para identificar este y otros factores de riesgo estudiados con el objeto de mejorar las probabilidades de éxito en el tratamiento.

Efectos sensitivos y/o motores asociados al SDL se pueden generar porque los nervios raquídeos pueden ser comprimidos por tejidos duros (fragmentos óseos fracturados, osteofitos) o blandos (disco herniado, ligamentos). Por ejemplo, en animales de experimentación se ha demostrado que al ejercer presión en los nervios periféricos sobre 50mmHg se altera la circulación sanguínea, la permeabilidad vascular y el transporte axonal. La función sensitiva también se altera si una presión de 200 mmHg o más persiste más de cuatro horas (Rydevik, Brown, & Lundborg, 1984). Compresiones de 50mmHg, independiente del tiempo que actúe, no producen alteraciones permanentes. Presiones de 100mmHg durante dos horas generan alteraciones de la conducción de un 43%, pero se recuperan en 40 minutos (Rydevik, et al., 1984).

La observación confirma la alteración de la finas fibras sensitivas en primer lugar y, posteriormente, de las gruesas motoras. La compresión sobre un nervio sano provoca parestesia, pero sobre un nervio inflamado provoca dolor. La inervación de la columna corre a expensas del ramo posterior del nervio raquídeo y del nervio sino vertebral (Figura 15) (Kumar, Berger, Dunsker, & Keller, 1996).



**Figura 15.** El nervio seno vertebral.

El año 2007 se publicaron los resultados de una investigación destinada a recopilar la evidencia sobre la asociación de trabajar en posición sentada y la presencia de SDL. Se trató de una revisión sistemática que seleccionó cuidadosamente 25 estudios y se restringió a ocupaciones que requieren sentarse más de la mitad de la jornada laboral y en las que los trabajadores tienen factores físicos de co-exposición tales como vibración del cuerpo entero y/o posturas incómodas. Los autores concluyeron que el riesgo de SDL se incrementó cuatro veces cuando los factores de co-exposición como las vibraciones de cuerpo entero y las posturas incómodas fueron incluidas en el análisis. La postura incómoda y la vibración de cuerpo entero por separado también se asociaron aunque menos, al SDL. Refieren que el sentarse por sí mismo no aumenta el riesgo de SDL sin embargo, el sentarse más que mitad de la jornada laboral, conjuntamente con vibraciones de cuerpo entero y/o posturas incómodas, aumenta la probabilidad del tener la SDL y/o ciática, y es la combinación de esos factores de riesgo, que lleva al aumento más grande del SDL (Angela Maria, et al., 2007).

En relación al SDL y la posición sentada, se publicó el año 2009 un estudio referido a la conducción de automóviles con y sin ayuda de apoyos lumbares. Se evaluó su efecto sobre la transmisión de la vibración a través del tronco y las consecuencias sobre la activación muscular de la espalda. La muestra estaba compuesta por hombre sanos que condujeron cerca de 1 hora en caminos normales en un asiento con respaldo fijo. Los autores evaluaron con electromiografía superficial en el nivel de la quinta vértebra lumbar. Las aceleraciones verticales fueron medidas en el asiento, respaldo y en la columna

en los niveles de la segunda vértebra sacra y la séptima vértebra cervical. Al agregar el apoyo lumbar movable se redujo perceptiblemente aceleraciones en C7 por hasta 11.9% en la banda de frecuencia de 5 hertzios y la transmisión de las aceleraciones entre S2 y C7. El registro electromiográfico en ambos lados de L5 bajó en promedio un 28% más al usar el respaldo movable. Los autores concluyeron que el respaldo movable reduce la transmisión de la vibración a través del tronco y la actividad electromiográfica de los músculos de la espalda. La conducción de automóviles se asocia al riesgo de desarrollar dolor de espalda y esto se puede relacionar con la exposición a la vibración del cuerpo entero (Kingma & van Dieën, 2009b). Este estudio demostró que una medida ergonómica simple puede reducir el efecto mecánico de la transmisión de la vibración a través del tronco, reducir la activación de los músculos de espalda y prevenir la ocurrencia de SDL en sujetos que trabajan sentados expuestos a vibraciones.

Al mantener posiciones predominantemente estáticas (sentado con flexión de columna, de pie con hiperlordosis) las fuerzas de tensión tienden a deformar el colágeno alargándolo activando un mecanismo de control postural que incrementa la actividad muscular para mantener la estabilidad articular. La actividad muscular permanente e intensa comprime los capilares sanguíneos intramusculares, generando isquemia, cambios bioquímicos e histológicos, distrofia, disminución de la capacidad funcional, desequilibrios musculares y como resultado de todo lo anterior, alteraciones posturales y dolor (Panjabi, 2003; Panjabi & White, 1980; White, Panjabi, Posner, Edwards, & Hayes, 1981).

Otra propuesta tiene una dirección similar ya que plantea que la naturaleza visco elástica del colágeno le permite mantener la postura estática prolongada solo hasta que comienza su alargamiento y se incrementa propioceptivamente el tono muscular, el consumo de oxígeno y la isquemia. La contracción muscular mantenida, inclusive con un esfuerzo mínimo equivalente al 8% o 10% de la contracción voluntaria máxima, disminuye el flujo sanguíneo. Esto ocurre en las disfunciones de espalda asociadas a posturas mantenidas por periodos prolongados de contracción muscular. Esto explicaría por qué algunos trabajadores que permanecen mucho tiempo de pie o sentados pueden manifestar dolor lumbar alrededor de la mitad de su jornada laboral,

cuando la isquemia asociada a la contracción muscular permanente comienza a generar dolor. En estos casos, la práctica de estiramientos musculares en el trabajo contribuye a disminuir el tono muscular, regularizar la circulación sanguínea intramuscular y disminuir el dolor lumbar (Kumar, 2001).

Los efectos de los ejercicios de estiramiento sobre el dolor asociado al trabajo de sujetos que permanecían sentados frente al computador, se estudiaron en 60 voluntarios que trabajaban en las computadoras por períodos de tiempo diario prolongado y con dolor por lo menos tres semanas antes de la evaluación. Se formaron tres grupos, grupo 1 con elongaciones cada 6 minutos recordadas por la pantalla de su computador, grupo 2 con elongaciones cada 6 minutos recordadas mediante un afiche y grupo 3 que no fue intervenido. Al término del estudio el autor concluyó que los estiramientos musculares redujeron el dolor en un 74% en el grupo 1 sin necesidad de realizar ningún cambio ergonómico en el sitio de trabajo. Y un 64% en el grupo 2, mientras que el grupo 3 se incrementó el dolor en un 1% (Marangoni, 2010).

Si a la condición anteriormente descrita se suma una mala capacidad aeróbica muscular de los trabajadores, encontraremos sujetos con poca tolerancia al trabajo continuo asociado a las posturas estáticas de pie. Esto ha sido reportado como un factor asociado al SDL y una prueba predictora de concurrencia futura de SDL (Biering-Sorensen, 1984).

El mismo autor estudió 449 hombres y 479 mujeres con edades entre 40 y 60 años, todos habitantes de Copenhague, y a quienes sometió a una encuesta de salud general, que incluyó un examen físico minucioso de columna lumbar, medidas antropométricas, de flexibilidad/elasticidad de los músculos y tendones isquiotibiales y pruebas de fuerza muscular y resistencia de los músculos extensores de tronco. Tras 12 meses, el 99% de los participantes examinados respondió un cuestionario referente a la ocurrencia de SDL en el período de intervención. Los resultados principales publicados por el autor describen que la buena resistencia isométrica de los músculos erectores de columna lumbar puede prevenir la ocurrencia de SDL en hombres y que los hombres con hipermovilidad lumbar tienen más probabilidad de tener SDL que aquellos con movilidad normal. La repetición de episodios de SDL fue

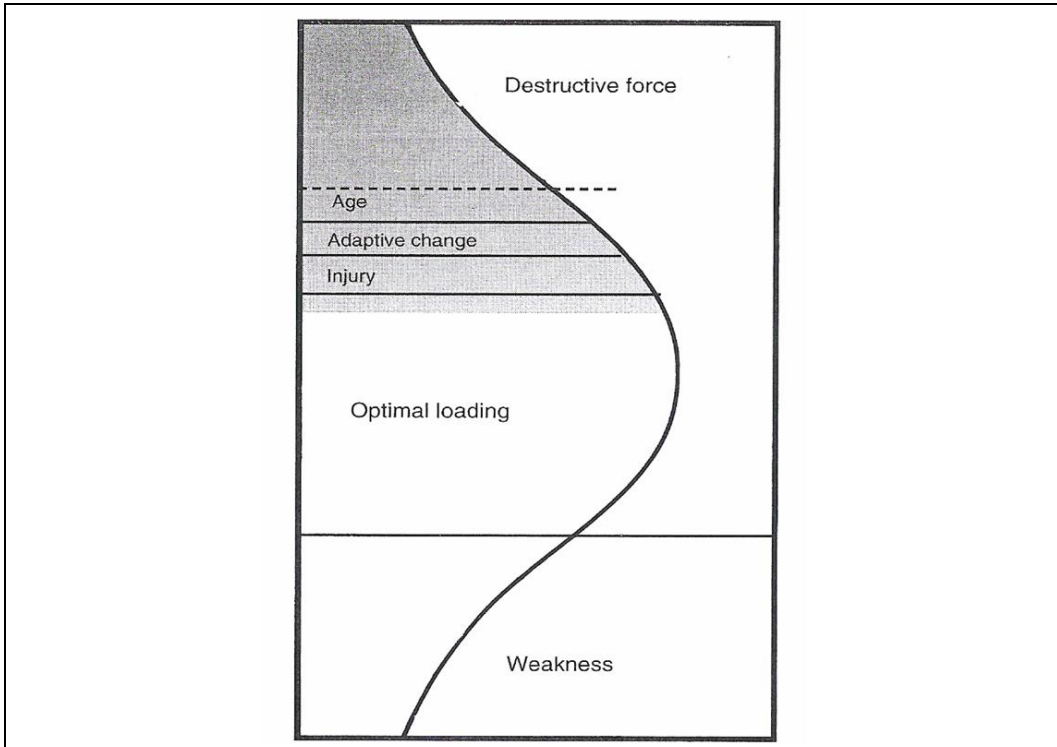
correlacionada sobretodo con la historia previa de SDL, con la debilidad de los músculos extensores de columna lumbar y con la reducción de la flexibilidad/elasticidad de los músculos y tendones isquiotibiales (Biering-Sorensen, 1984).

Para estudiar la relación entre la resistencia de los erectores espinales y la concurrencia de SDL, algunos autores trabajaron con una muestra de 120 trabajadores del cuidado médico con y sin SDL a quienes evaluaron mediante pruebas electromiográficas de los erectores espinales a nivel de L3 y L4. Ellos concluyeron que las variables electromiográficas registradas en los músculos lumbares paraespinales permiten identificar al grupo mayor riesgo de desarrollar SDL en el futuro (Heydari et al., 2010).

Un estudio que también incluyó personal de salud exploró muestra de 100 cirujanos, 74 hombres y 26 mujeres, con edad media de 40.1 años, en ellos se exploró la asociación entre la postura estática de trabajo, la fatiga muscular y el dolor lumbar experimentado al trabajar en posiciones predominantemente de pie en el pabellón quirúrgico. En esta investigación se encontró que el 75% de la población estudiada ocupaba un tiempo medio de 4.3 horas (y un máximo de 8 horas) para cada operación; que el 50% no podía cambiar la posición durante la operación y que el tiempo promedio en una posición fija era de 2 horas (con un máximo de 6 horas). El 58% de los cirujanos refirieron dolor mioarticular después de un promedio de 4.3 horas de actividad quirúrgica, principalmente con respecto al raquis cervical y lumbar. Finalmente los autores reportan que solo el 9% de la muestra estudiada conocía las pautas ergonómicas para la cirugía y de ellos solo el 3% las aplicaba y resaltan la utilidad que podría tener la aplicación de normas ergonómicas en el trabajo (Toffola, Rodigari, Di Natali, Ferrari, & Mazzacane, 2009).

Además, la edad, las lesiones previas y los cambios adaptativos inducidos por el trabajo estático en trabajadores de larga historia ocupacional, pueden alterar la zona óptima de carga de los tejidos blandos (Figura 16), pequeñas cargas mantenidas o repetidas en el tiempo pueden actuar acumulativamente y alargar el ligamento y/o el tendón (histéresis), generando cambios permanentes en la estructura colágena del cartílago, tendón,

ligamento y envolturas perimusculares generando en los trabajadores posturas alteradas que pueden asociarse al SDL crónico (Buckwalter, Kuettnner, & Thonar, 1985).



**Figura 16.** Adaptación de la zona óptima de carga del tejido blando (Buckwalter, et al., 1985).

Con el propósito de estudiar la validez de las fajas lumbares como elemento de protección personal, se examinó la literatura referida a la eficacia del uso de las fajas lumbares en la prevención primaria del SDL ocupacional revisando las bases de datos MEDLINE, CINAHL, EMBASE, y HEALTHSTAR, explorando artículos relevantes publicados hasta el año 2003. Los resultados refieren que 3 ensayos clínicos controlados no demostraron ningún resultado positivo para uso de la faja lumbar; 2 estudios de cohortes tenían resultados contradictorios; 2 estudios controlados no randomizados y 1 caso clínico demostraron resultados positivos. Los autores concluyeron que, debido a testimonio contradictorio y la ausencia de ensayos de alta calidad, no hay

pruebas concluyentes para apoyar el uso de las fajas lumbares como elementos de prevenir o para reducir tiempo perdido de los SDL ocupacionales. Sólo las fajas lumbares rígidas han demostrado tener eficacia en el incremento de la PIA y en la contención de las vísceras abdominales durante las maniobras de elevación manual de cargas pesadas (Ammendolia, Kerr, & Bombardier, 2005).

### **1.14. Prevención del SDL en el entorno laboral**

La pauta europea para la prevención del SDL (Burton, et al., 2006) concluye respecto de la prevención del SDL en el trabajo:

- Las fajas lumbares no son recomendables para prevenir el SDL en el trabajo.
- Las plantillas u órtesis del zapato no tienen pruebas suficientes a favor y en contra para su recomendación, ya sean como plantillas, zapatos suaves, suelo suave o esteras de goma antifatiga que se ponen en el suelo para prevenir el SDL.
- La ergonomía física tiene escasa evidencia para recomendarla con el propósito de prevenir el SDL, esta puede reducir la frecuencia y la severidad del SDL. Probablemente pueda reducir el dolor de la espalda, pero para que sea eficiente se debe instalar un programa ergonomía física respaldado y con el compromiso de la gerencia y los trabajadores.
- La ergonomía organizacional tiene evidencia escasa para recomendarla en la prevención en la SDL, tales intervenciones podrían, en principio, incrementar su eficacia si se aplican en conjunto con programas de ergonomía física.
- Las Intervenciones multidimensionales en las que se combinan tipos de intervenciones se pueden recomendar para reducir en parte los SDL, aun así no es posible recomendar las combinaciones más adecuadas y la proporción con la que estas combinaciones son más eficaces.



- Las adaptaciones temporales del trabajo (incluyendo adaptaciones ergonómicas del lugar de trabajo) para reincorporar al trabajador con SDL son eficaces y recomendables porque facilitan la pronta reincorporación laboral de los sujetos con SDL.

Los empleadores tienen la responsabilidad legal de resguardar la salud y la seguridad de los trabajadores y de tomar medidas razonables y practicables para prevenir lesiones. En razón de la tecnología, en la última década se ha reducido considerablemente las demandas físicas en la mayoría de los trabajos, además lentamente se ha incorporado mejoras ergonómicas, lo que ha reducido algunos riesgos en salud ocupacional. No obstante, hay evidencia contraria en materia de reducción del SDL de ocurrencia laboral y el problema ha continuado su incremento (Marras, 2001).

Aquellas intervenciones de nivel educacional que específicamente tratan las creencias y actitudes de los trabajadores respecto del SDL pueden reducir su frecuencia y por ello, el absentismo laboral derivado del mismo (Snook & Ciriello, 1991; Waddell & Burton, 2001).

En 1999 se publicó los efectos de los ejercicios de fortalecimiento abdominal aplicados en la reducción del riesgo del SDL comparando los efectos de los ejercicios abdominales y de la educación sobre columna vertebral en 402 sujetos asintomáticos. Se trabajó con dos grupos, uno con ejercicios abdominales y otro con ejercicios abdominales y educación de espalda. No se halló diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos 24 meses después según la concurrencia de episodios de SDL. La conclusión refiere que los resultados de la aplicación de educación de espalda y los ejercicios abdominales son similares a la educación de espalda solamente y que no hay diferencias de episodios recurrentes de SDL entre ambos grupos para 24 meses de seguimiento. Finalmente los autores proponen un estudio más grande o meta-análisis futuros para confirmar si hay alguna ventaja clínica o si estos resultados se deben considerar definitivos (Helewa, Goldsmith, Lee, Smythe, & Forwell, 1999).

Para evaluar la eficacia de cuatro intervenciones en la prevención del dolor de espalda algunos investigadores revisaron algunas estrategias utilizadas para prevenir el SDL en individuos asintomáticos: los ejercicios de fortalecimiento (abdominales y de extensores de espalda), los ejercicios aeróbicos, la educación de espalda y las ayudas mecánicas (corsés). Usaron la base de datos de MEDLINE para revisar 190 artículos relevantes publicados en inglés entre 1966 y 1993. Según los autores, hay evidencia limitada para los ejercicios de fortalecimiento de los músculos extensores lumbares y de los músculos abdominales como también para los ejercicios aeróbicos destinados a mejorar la aptitud total. Hay evidencia mínima para apoyar el uso de estrategias educativas en la prevención del SDL y pruebas insuficientes de recomendar el uso de ayudas mecánicas o corsés. Se concluye que hay evidencia limitada para recomendar alguna estrategia eficiente con el propósito de prevenir el SDL en individuos asintomáticos y se advierte que estas conclusiones deben ser consideradas con cautela ya que se basan en estudios desarrollados en el lugar de trabajo y no en experiencias clínicas (Lahad, et al., 1994).

Para aclarar las potenciales relaciones causales entre las tareas de elevación manual de carga y el SDL se evaluó los niveles de evidencia publicados según criterios específicos de asociación, respuesta a la dosis, temporalidad, y plausibilidad biológica. Un grupo de investigadores trabajó con 2766 citas. La revisión mostró estudios de que examinaban la relación entre la elevación manual de carga y el SDL ocupacional. Se encontró evidencia moderada de asociación para algunos tipos específicos de elevación y el SDL. De acuerdo con los resultados del estudio, la elevación de cargas en el trabajo ocupacional es una causa probable de SDL en algunas poblaciones de trabajadores estudiados. Los autores aconsejan la necesidad de realizar investigaciones adicionales sobre subcategorías específicas de la elevación de cargas para aclarar mejor la presencia o ausencia definitiva de una relación causal entre la elevación manual de cargas y el SDL en el trabajo (Wai et al., 2010).

Existen algunas consideraciones para la prevención de episodios futuros de SDL en el trabajo, a saber:

- El uso de reposapiés (en los trabajos que se ejecutan de pie) disminuye la hiperlordosis derivada del desbalance postural particularmente en trabajadores con sobrepeso y perímetro de cintura elevado, contribuye a incrementar la flexión de cadera y corregir parte de la cifosis torácica normal y mejora la confortabilidad del trabajo ejecutado predominantemente de pie (Whistance, et al., 1995).
- Tener libertad para sentarse y poder auto administrar las pausas y el tiempo de las mismas durante el trabajo predominantemente de pie (Tissot, Messing, & Stock, 2009).
- Usar ayudas mecánicas para evitar el estrés músculo-esquelético asociado a los trabajos de manejo manual de cargas con el propósito de disminuir el riesgo de concurrencia de SDL (Nussbaum, Chaffin, & Baker, 1999).

Tras estudiar la relación entre el dolor de espalda y las posturas sentadas y de pie mantenidas durante la mayor parte del día laboral examinando 4493 sujetos que trabajaban de pie y 3237 que trabajaban sentados, se concluyó que la posición sentada sin libertad para cambiar de posición se asocia con mayor fuerza al SDL en comparación con las poblaciones que trabajan de pie, aunque ambas se asocian al SDL ocupacional (Tissot, et al., 2009).

Hay fuerte evidencia de que las fajas lumbares no reducen la concurrencia del SDL y el ausentismo por esta causa. La investigación sobre el efecto de uso de fajas lumbares sobre la actividad muscular no ha revelado diferencias significativas en la actividad electromiográfica de los extensores del tronco durante la elevación de cargas con o sin faja lumbar (Lee, Helewa, Goldsmith, Smythe, & Stitt, 2001). Estas fajas lumbares no han demostrado un incremento significativo de la capacidad de elevación manual de cargas y no existe evidencia concluyente respecto de la efectividad biomecánica de estos accesorios (Perkins & Bloswick, 1995). El Instituto Nacional para la Seguridad y

Salud ocupacional de Estados Unidos ha desaconsejado el uso de fajas lumbares para prevenir las lesiones de la zona lumbar (Nordin, et al., 1994; Waters, et al., 2006).

Los trabajadores expuestos a esfuerzo físico deberían ser controlados para que conserven una adecuada condición músculo esquelética que sea compatible con los esfuerzos físicamente demandantes y una adecuada educación específica sobre aquellas actividades que promueven el autocuidado y la prevención de la exposición a los riesgos de SDL. Además, se debe considerar que los entrenamientos para la musculatura abdominal y lumbar y programas destinados a mejorar la condición de salud, se corresponden con los resultados de los estudios de sección transversal que afirman que los ejercicios pueden ser útiles dentro de un programa activo de rehabilitación, si tienen como objetivo el retorno a las actividades diarias normales y el trabajo (Schaafsma, et al., 2010).

Hay razonable evidencia respecto que la insatisfacción laboral o baja satisfacción en el trabajo y los aspectos psicosociales del trabajo son factores de riesgo para SDL aunque el tamaño de esta asociación es moderada. Sobre esta materia se publicaron los resultados de una revisión sistemática de literatura científica para identificar algunos factores de riesgo de SDL y la fuerza de asociación entre ellos. En una revisión de 35 publicaciones con información cuantitativa, los autores concluyeron que la insatisfacción laboral, la baja toma de decisiones en el trabajo, la elevación de cargas, vibración de cuerpo entero, y frecuentes flexiones y torsiones de tronco son factores de riesgo asociados constantemente al SDL en el trabajo (Burdorf & Sorock, 1997).

La comunicación, la cooperación, y las metas convenidas comunes entre el trabajador con SDL, el equipo salud ocupacional, los supervisores, la gerencia y los profesionales primarios del cuidado médico son fundamentales para la mejora en el manejo y en los resultados de la salud ocupacional. La organización del trabajo, las estrategias de la gerencia (considerando la cultura organizacional, la política de seguridad, el manejo óptimo de los casos y el incentivo para el reintegro al trabajo) pueden reducir el absentismo laboral.

El grupo de trabajo programa europeo COST B13, en el año 2006 generó un resumen de recomendaciones para prevenir la aparición o recurrencia del SDL y publicó una guía de práctica clínica COST B13, (Casado Morales, et al., 2008b). Las mencionadas recomendaciones son:

- Prescribir ejercicio físico.
- Explicar que la lumbalgia tiene buen pronóstico y es necesario mantener la actividad; esto puede hacerse bien a través de los profesionales o bien mediante el uso de folletos informativos (manual de la espalda), o remitiendo a los pacientes a fuentes de información concordantes en Internet.
- Si los episodios son recurrentes, valorar la recomendación de programas mixtos de aprendizaje de higiene postural y ejercicio.
- La manipulación vertebral, o el uso de plantillas, alzas, cinturones lumbares, tipo de silla o colchón, no tienen evidencia científica suficiente prevenir el SDL.
- En cuanto a los trabajadores en activo, se recomienda la reincorporación laboral temprana aunque haya algo de dolor.
- En el caso de los escolares, no hay datos consistentes y aunque no debe tomarse como recomendaciones, se puede tener en cuenta el evitar los deportes competitivos, el material escolar excesivamente pesado, el mobiliario inadecuado o exponerse a factores psicosociales como la infelicidad o la baja autoestima.

Algunos investigadores describen que hay varias razones para explicar las ventajas de la EP y sus ventajas como estrategia para intervenir poblaciones laborales que trabajan con manejo manual de carga ocupacional. Una de esas ventajas es la capacitación de los trabajadores para que participen identificando los riesgos y lesiones causadas por exposiciones físicas en el trabajo, otra es la identificación de las medidas de control y las evaluaciones para cada situación y en tercer lugar, es que permite solucionar problemas sin el uso de protocolos técnicos complejos. La EP es un modelo probado de capacitación en la comunidad laboral para el control de los factores

ocupacionales que afectan a salud y a bienestar de los trabajadores (García, 2009).

Respecto de lo anterior, el año 2008 se publicó un artículo sobre la eficacia de las intervenciones de EP en la salud de los trabajadores en el que se hizo una revisión sistemática de 6 bases de datos electrónicas y se encontró que en artículos de calidad media y más, existía evidencia moderada que las intervenciones de EP tienen un impacto positivo respecto de los síntomas músculo esqueléticos, reduciendo lesiones, días perdidos de trabajo y bajas por enfermedad (Rivlis et al., 2008).

Las dificultades en el diagnóstico de los SDL complican el manejo de su prevención; sin embargo, la prevención del trauma espinal reduce la incidencia y el predominio del SDL, pero se debe incluir entre las medidas preventivas la reducción del trauma, el hábito tabáquico, mejorar ergonómicamente el asiento del vehículo, controlar las vibraciones del vehículo, hacer una selección pre-ocupacional cuidadosa del trabajador, ajustar ergonómicamente el trabajo, mantener una buena salud general, y tener un adecuado auto cuidado de la espalda en las actividades del hogar, en la escuela, en el trabajo, y cuando se hace deportes (Dwyer, 1987).

Los factores de riesgo que predisponen al desarrollo del dolor de espalda, aunque discutidos, incluyen diversos factores de riesgo individuales tales como edad, sexo, antropometría, las anormalidades músculo-esqueléticas, fuerza muscular, mala salud general, factores psicológicos, y episodios anteriores de SDL. Como factores de riesgo en el trabajo se describe al trabajo pesado, la elevación de cargas con flexión y rotación de tronco. En la prevención incluye la selección pre-ocupacional de los trabajadores, educación y formación con respecto a métodos de elevación, diseño de trabajos de elevación y entrenamiento de la aptitud. Los pruebas o exámenes pre-ocupacionales y el sistema de trabajo ergonómico juntos son la mejor promesa de buenos resultados para controlar el SDL (Yu, et al., 1984).

### **1.15. Condición física y SDL en el trabajo**

Para investigar colectivamente la asociación entre 17 factores mecánicos y la concurrencia del SDL en un total de 600 sujetos categorizados en 4 grupos: hombres asintomáticos (n = 150, edad promedio de 43 años), mujeres asintomáticas (n = 150, edad promedio de 43 años), hombres con SDL (n = 150, edad promedio de 43 años), y mujeres con SDL (n = 150, edad promedio de 43 años). Se midió 17 características físicas en cada grupo y determinó la asociación entre cada una de ellas con el SDL. Los autores observaron que la resistencia o capacidad aeróbica de los músculos extensores de columna lumbar tenía la asociación más alta con la incidencia del SDL y que otros factores tales como la longitud de los músculos extensores de espalda, la fuerza de los flexores y aductores de la cadera y la fuerza de los músculos abdominales también tenía una asociación significativa con el SDL, aunque menor. Finalmente el estudio concluye que la resistencia y la debilidad de los músculo de tronco se asocian fuertemente al SDL y que los factores estructurales tales como el incremento o disminución de la lordosis lumbar, la inclinación pélvica, la discrepancia de longitud de extremidades inferiores, la longitud de los músculos abdominales, de los tendones de los isquiotibiales y de los músculos de los iliopsoas tienen una asociación débil con la ocurrencia del SDL (Nourbakhsh & Arab, 2002).

Para explorar algunos factores probablemente asociados al SDL, se evaluó 1562 empleados de una gran empresa de Ontario usando un cuestionario y evaluando la fuerza muscular abdominal mediante un esfingomanómetro modificado. Entre los 1302 empleados de sexo masculino se encontró una prevalencia de SDL del 60% y una incidencia del 11% y que el SDL era más frecuente entre empleados casados, con trabajos físicamente más exigentes, con elevación frecuente de cargas, mala salud general y antecedentes de enfermedad importante en el pasado. Los autores concluyen que la debilidad de los músculos abdominales se asocia al SDL y que los trabajadores sedentarios con SDL tienen mayor probabilidad de necesitar atención de salud en algún hospital (Lee, et al., 2001).

## 1.16. SDL y musculatura abdominal

La musculatura abdominal normal otorga movimiento y estabilidad a la columna vertebral lumbar mediante mecanismos como la FTL que conecta funcionalmente acciones musculares de los abdominales, de las extremidades superiores, inferiores y del tronco para estabilizar la columna lumbar, sobre todo, durante los esfuerzos manuales de elevación y descenso de pesos. En los sujetos sanos, la FTL está normalmente inervada, pero en aquellos que tienen SDL dicha inervación es deficitaria (Benjamin, 2009), no se sabe con certeza si esta modificación es primaria o secundaria al SDL, pero en las diferentes estructuras ligamentosas del cuerpo, las alteraciones mecánicas se acompañan de una disminución de su inervación (Panjabi & White, 1980).

La FTL participa en la maniobra de Valsalva que transforma el abdomen en una cámara hidroaérea rígida y cerrada por efecto de la musculatura abdominal que incrementa la PIA y contribuye a la descarga y estabilización de la columna lumbar. La presión creada dentro de la cavidad abdominal por efecto de la contracción coordinada entre el diafragma, los músculos abdominales y del suelo pélvico, sirve como un balón presurizado interpuesto entre el diafragma y el suelo pélvico que crea un momento extensor en la columna lumbar capaz de disminuir las fuerzas de compresión sobre los discos y la tensión de los músculos erectores espinales a un 55% de su capacidad (Bartelink, 1957).

Mediante recientes estudios electromiográficos aplicados a los músculos abdominales profundos, se halló que el músculo transversal del abdomen es el principal responsable de la generación de la PIA por su orientación horizontal que crea compresión e incrementa la PIA contribuyendo a la estabilidad mecánica de la columna a través de la co-activación entre los músculos antagonistas flexores (abdominales) y extensores del tronco (Gardner, Rossignol, & Koes, 1998). A medida que la musculatura abdominal incrementa su contracción, la PIA aumenta y convierte el abdomen en un cilindro rígido que incrementa en gran medida la estabilidad si se compara con una columna espinal multisegmentada (S. M. McGill & Norman, 1976).



La PIA no se puede prolongar indefinidamente, sino que se mantiene en esfuerzos intensos, pero breves tal como ocurre en la elevación de cargas en el trabajo, ya que supone una apnea absoluta, con hipertensión del sistema venoso cefálico, disminución del retorno venoso al corazón, disminución de la cantidad de sangre contenida en las paredes alveolares y aumento de la resistencia en la circulación menor y derivación de la circulación venosa de retorno a través de los plexos peri vertebrales, lo que supone una hiperpresión del líquido céfalo raquídeo (Hemborg, et al., 1985).

Los esfuerzos estáticos y dinámicos pueden incrementar la PIA al elevar o bajar un objeto, correr y saltar (Creswell et al., 1992; Harman, Frykman, Clagett, & Kraemer, 1988). Siendo en todos los casos el músculo transverso del abdomen y el diafragma, quienes desempeñan un importante papel a la hora de estabilizar la columna lumbar en la preparación del movimiento de los miembros, sin tener en cuenta la dirección en la que se anticipa el movimiento. La actividad de estos músculos parece producirse de forma independiente antes de la actividad de los motores primarios de los miembros o de otros músculos abdominales (Hodges & Richardson, 1999).

Para entender el fenómeno de co-contracción de los músculos del tronco durante la carga, se estudió la respuesta muscular en vivo causando un rápido momento de flexión. Los resultados mostraron que aumentó la co-contracción (o contracción simultánea de músculos agonistas y antagonistas del tronco), la compresión en la columna vertebral y la rigidez de la musculatura del tronco (Krajcarski, Potvin, & Chiang, 1999).

Por otra parte, durante la carga inesperada, algunos autores han observado un incremento del 70% de la actividad muscular (en comparación con la carga anticipada), situación que puede lesionar al sujeto (Marras, Rangarajulu, & Wongsam, 1987; Nordin, et al., 1994).

El año 2008 se investigó la respuesta a la carga de la columna vertebral hallando una relación inversa entre la respuesta muscular pico y el tiempo de aviso previo a la carga, esto quiere decir que, a menor tiempo de aviso de carga, mayor es la respuesta pico de la musculatura del tronco y que las tareas

de demanda física intensa y fatigante, reducen 3 minutos o más la activación de la musculatura abdominal alrededor de un 28% de su contracción máxima voluntaria, disminuyendo la estabilidad de la columna vertebral lumbar por la reducción de la contracción, incrementando la flexión de columna y el riesgo de daño de la columna vertebral lumbar (Gregory, Narula, Howarth, Russell, & Callaghan, 2008).

Otro aspecto importante a considerar en la concurrencia de SDL, es la estabilidad de la columna vertebral que se mantiene gracias a tres subsistemas: Uno subsistema activo, otro subsistema pasivo y otro subsistema de control neural o de retroalimentación. El subsistema pasivo lo constituye la columna vertebral osteoarticular propiamente tal, el subsistema activo lo conforman los músculos y los tendones, en tanto que el subsistema neural lo constituyen los propioceptores localizados en los ligamentos, tendones y músculos encargados de soportar la columna y que controlan el tono, la velocidad de respuesta y la contracción los músculos (Panjabi, 2003; Panjabi, et al., 1977; Panjabi & White, 1980).

La columna se puede deteriorar o perder por el efecto de los movimientos repetitivos y continuos que fatigan los músculos del tronco. Este problema se estudió utilizando un equipo isoinercial triaxial que identificaba la señal de fuerza y los patrones de movimiento cuando los sujetos ejecutaban movimientos de flexión y extensión de tronco hasta la fatiga. Los resultados mostraron que, con la fatiga durante el movimiento de flexión y extensión, el movimiento acoplado aumenta en los planos frontal y transversal y que el momento, la excursión angular y la velocidad angular del movimiento disminuye (Parnianpour, Nordin, Kahanovitz, & Frankel, 1976).

La restricción del movimiento de columna vertebral, ya sea lumbar, torácico o cervical, puede aumentar el movimiento en otro nivel superior, esto constituye un mecanismo para mantener la funcionalidad del acto motor, por ejemplo, un sujeto con movilidad lumbar disminuida a la flexión podría con algún esfuerzo coger un objeto desde el suelo, pero incorporando movimientos articulares adicionales de la columna torácica. Esto explica por qué se

presentan hipermovilidades articulares sobre segmentos vertebrales hipomóviles (Panjabi, 1992b; Panjabi & White, 1980; Porterfield, 1985).

Es normal que durante la ejecución de un mismo trabajo físico dinámico (con o sin carga), existan sujetos que se afecten con SDL y otros que no manifiesten dicho síndrome, esto depende en parte, de la condición física individual con que cada uno de ellos enfrenta las exigencias (Hoogendoorn, et al., 1999; Snook & Ciriello, 1991). Por lo anterior, resulta razonable que:

- Los sujetos con mala musculatura abdominal serán incapaces de generar presión intra-abdominal suficiente y en consecuencia su columna vertebral lumbar será sobrecargada, particularmente en sus partes blandas (erectores espinales, disco intervertebral, sinoviales de las articulaciones zigoapofisiarias, fascia dorso lumbar) (Axler & McGill, 1997).
- La inadecuada musculatura abdominal, facilita el desequilibrio antero posterior en la posición de la pelvis, la que se inclina hacia una posición de anteversión modificando el ángulo sacro y la posición de la columna vertebral lumbar que sufre hiperlordosis. La hiperlordosis resultante, modifica la mecánica de los segmentos vertebrales los que redistribuyen su carga sobrecargando las articulaciones zigoapofisiarias y generando eventualmente dolor lumbar de origen sinovial, por incremento de la presión en dichas articulaciones que no están adaptadas para tolerar dicho exceso de cargas. Las articulaciones zigoapofisiarias conforman los dos pilares posteriores de un segmento vertebral y tienen una función dinámica no adaptada a las cargas, las que normalmente en condiciones de equilibrio postural lumbopélvico son derivadas por el pilar anterior (cuerpos vertebrales y disco intervertebral) (Kapandji, 1969; Panjabi & White, 1980; White, et al., 1981).
- La insuficiencia funcional de la musculatura abdominal y de los erectores espinales afecta directamente el sistema biomecánico conformado por ambos grupos musculares y la FTL, encargada de mantener la normal alineación, distribución de fuerzas entre una y otra

vértebra y estabilidad de la lordosis lumbar (Porterfield, 1985; White, et al., 1981).

- Lo anteriormente planteado fundamenta la necesidad de mantener la función normal de los músculos abdominales y erectores espinales, ellos conforman una faja abdominal anatómica que cumple funciones estáticas (manutención de la lordosis lumbar e incremento de la presión intra abdominal) y dinámica (facilita la elevación de cargas desde la flexión a la extensión) mediante un mecanismo de incorporación secuencial de acciones musculares (Arokoski, Valta, Kankaanpaa, & Airaksinen, 2002; Marras & Mirka, 1993; Vleeming, et al., 1995).

En un estudio transversal realizado entre 1.562 empleados de una empresa se investigó las características de la fuerza muscular abdominal usando un esfingomanómetro modificado. Entre otros resultados, se encontró que la debilidad de los músculos abdominales se asociaba fuertemente al SDL actual, se confirmó el alto predominio del SDL en la industria e identificó como factor de riesgo la baja capacidad funcional de los músculos abdominales en los trabajadores estudiados (Lee, et al., 2001).

Con el propósito de sintetizar los estudios que investigan la actividad electromiográfica de músculos abdominales durante los ejercicios algunos investigadores revisaron información de MEDLINE, Sportdiscus, ScienceDirect, y Swetswise, entre los años 1950 y el 2008 concluyendo que los movimientos más importantes relacionados con la actividad electromiográfica durante los ejercicios abdominales fueron: la flexión y rotación de la columna vertebral sin flexión de la cadera, la posición de los brazo, la posición de los segmentos del cuerpo para controlar el funcionamiento correcto de los abdominales, el uso de planos inclinados o cargas adicionales para aumentar la intensidad de la contracción. Referente a los criterios de seguridad, los factores más importantes son evitar la flexión activa de la cadera, no poner las manos detrás de la cabeza (Monfort-Panego, Vera-Garcia, Sanchez-Zuriaga, & Sarti-Martinez, 2009).

Por otra parte, un estudio sobre el efecto de la estabilización segmentarla y el fortalecimiento muscular en el SDL crónico en las variaciones

del dolor y la inhabilidad funcional, comparó la eficacia de dos programas del ejercicio, uno para la estabilización segmentarla y otro para fortalecimiento de los músculos abdominales y del tronco. 30 individuos con SDL crónico fueron asignados aleatoriamente a distintos grupos de tratamiento: El de estabilización segmentarla, donde los ejercicios se centraron en el transverso abdominal y los músculos multífidos lumbares, y el de fortalecimiento superficial, donde los ejercicios se centraron en los rector abdominales, el oblicuo interno y externo y los erectores espinales. Cada programa duró 6 semanas con una frecuencia de 2 veces por semana, al final se realizó comparaciones inter e intragrupos. Las conclusiones indican que el dolor disminuyó con ambas técnicas y que además se redujo la inhabilidad, identificando un mayor efecto para los ejercicios de estabilización ( $p < 0.001$ ) (Franca, Burke, Hanada, & Marques, 2010).

La estabilidad de la columna lumbar se basa en 2 mecanismos de control, uno local y otro global, ambos están compuestos por musculatura que por su ubicación y relaciones anatómicas es capaz de realizar funciones de sostén y protección articular en diversos niveles anatómicos. La acción muscular controla el grado de libertad de movimiento intervertebral, fenómeno denominado reducción de la zona neutra (Panjabi, 1992b) contribuyendo de este modo a otorgar mayor estabilidad a la mecánica de columna vertebral lumbar (O'Sullivan, Phytty, Twomey, & Allison, 1976).

El tratamiento de la estabilización espinal se basa en técnicas destinadas a la reeducación y entrenamiento de la musculatura del control global y local de la estabilidad. Los programas de estabilización espinal tienen el propósito de fortalecer la musculatura no solo para dar estabilidad, sino también para proteger la columna de micro traumas repetitivos, dolor y posteriores alteraciones degenerativas. La inestabilidad no es solo una insuficiencia osteoligamentosa con desplazamiento intervertebral anormal, sino una falla de una o más partes de los 3 subsistemas de estabilización lumbar: el osteoligamentoso o pasivo, el muscular o activo y el de control neural, ya descritos en apartados anteriores. Ellos tienen interdependencia funcional en la que un subsistema es capaz de compensar el déficit de otro, esta observación explicaría en la clínica por qué los movimientos

anormalmente amplios (no neutralizados por alteraciones en el sistema estabilizador) pueden generar dolor por deformación excesiva de ligamentos, de nociceptivos articulares o por estiramiento crítico del tejido neural (Panjabi, 1992a).

Los músculos que componen ambos sistemas de control han sido descritos como asimismo los dos mecanismos de acción muscular vinculados a la estabilización espinal, el control global que mantiene la alineación mecánica de toda la columna y el control local o segmentario que mantiene la alineación entre las vértebras. La eficiencia de la estabilidad (capacidad de la columna de mantener bajo cargas sus patrones de movimiento sin sufrir movimientos anormales y dolor) es altamente dependiente de la normal condición muscular entre el control local y el segmentario. Bergmark (1989) clasificó los músculos que participan en cada tipo de control para la estabilización espinal.

Los músculos del control global son grandes y superficiales se relacionan con el movimiento, postura, sostén de la columna vertebral y con la transferencia de cargas entre el tórax y la pelvis, ellos amortiguan y minimizan las grandes cargas externas soportadas por la columna vertebral durante las actividades cotidianas, especialmente aquellas ocupacionales relacionadas con el manejo y transporte manual de cargas, estos músculos son: oblicuo interno del abdomen, oblicuo externo del abdomen, recto abdominal, fibras laterales del cuadrado lumbar, porción torácica del longissimus toracis, porción torácica del iliocostalis lumborum. La disminución de su tensión o contractura muscular producto de la fatiga, genera inestabilidad y SDL. Los músculos del control local son profundos o porciones profundas de músculos que se insertan u originan en las vértebras lumbares y capaces de controlar el movimiento intervertebral otorgando rigidez al segmento. Dichos músculos son los íter-transversos, íterespinosos, multífidos, porción lumbar del longissimus toracis, porción lumbar del ilicostalis lumborum, fibras medias del cuadrado lumbar, psoas, y transverso del abdomen (Burdorf & Jansen, 2006; Waddell & Burton, 2001).

Los ejercicios terapéuticos destinados a mejorar la estabilidad en los trabajadores afectados con SDL subagudo y especialmente crónico deben ser programas de fortalecimiento y reeducación diseñados para obtener una

adecuada estabilización segmentaria y global de modo que sean capaces de generar efectos positivos que la literatura asigna a los ejercicios terapéuticos en pacientes con SDL. Los ejercicios controlados permiten mejorar el dolor y la inhabilidad del trabajador afectado por SDL y además son necesarios para que este tenga una adecuada condición física y ejecute su trabajo con bajo riesgo (Burdorf & Jansen, 2006; Waddell & Burton, 2001).

### **1.17. SDL y lordosis lumbar**

La lordosis lumbar es una respuesta adaptativa estructural y funcional de esta región de columna a los esfuerzos compresivos, de flexión y cizalla que pueden afectarle. Es una adaptación mecánica que permite enfrentar de la mejor manera la postura de bipedestación propia de los seres humanos (McGregor & Hukins, 2009).

La mayoría de los cambios degenerativos patológicos de los discos intervertebrales, las facetas articulares y los ligamentos, son probablemente causados por la presión a la que son sometidas dichas estructuras. Es la hiperlordosis y/o la sobrecarga (peso y/o frecuencia de movimiento), que solas o combinadas con otras causas representan algunos de los factores causales mecánicos más importantes en el proceso de degeneración de la columna vertebral lumbar. La anormalidad de la lordosis genera diversas disfunciones y puede ser el común denominador de malformaciones de diversos lugares como las cifosis dorsal y la cifosis dorso lumbar, la artrosis facetaria L5-S1 con espondilolistesis L5-S1, entre otras (Beckers & Bekaert, 1991).

Es muy reconocido que la artrosis lumbar podría estar influida por una lordosis anormal ya que modifica las proporciones de descarga o distribución de pesos en las zonas articulares y discos intervertebrales, por ejemplo, con una curva lordótica normal, la descarga de peso en una articulación facetaria es uniforme y recibe un 10% del total de la carga del segmento móvil, la otra faceta articular también se hace cargo de un 10% y el disco intervertebral del 80% restante. Este mecanismo de descarga y distribución de peso fue descrito

como un tripoidismo segmentario y constituye una condición biomecánica fundamental para resguardar la dinámica y estática de cada segmento móvil de la columna (Panjabi & White, 1980).

Investigadores han estudiado la influencia de los músculos del tronco en la lordosis lumbar y ángulo sacro, para identificar la relación entre la fuerza de los músculos del tronco, la lordosis lumbar y el ángulo sacro, para ello en una muestra de 31 pacientes 35 años de edad midieron instrumentalmente la fuerza de los flexores y extensores de tronco y evaluaron radiográficamente las características de cada sujeto sometido a evaluación muscular. Los autores concluyeron que el desequilibrio de la fuerza muscular del tronco puede influenciar la curva lordótica lumbar perceptiblemente y que esto puede ser un factor de riesgo potencial para el SDL (Kim et al., 2006).

La hiperlordosis o hipolordosis lumbar, modifican la mecánica normal de cada segmento móvil, generan respuestas inflamatorias, dolorosas y aceleran la normal degeneración articular y el disco intervertebral (DIV). El deterioro del DIV implica el detrimento del medio de unión más importante del segmento móvil y contribuye a la inestabilidad e hipermovilidad vertebral. La artrodesis o fijación quirúrgica lumbosacra por anterolistesis o inestabilidad lumbosacra podría ser utilizable en los SDL crónicos con la finalidad de proteger los discos y facetas articulares y prevenir la degeneración continua acelerada (Beckers & Bekaert, 1991).

Además de lo anterior, la hiperlordosis es expresión de un cambio postural que puede acompañar algunos SDL y constituir un factor de riesgo para originar, mantener o incrementar dicho SDL. Su curva modifica algunos ángulos (lumbosacro, de inclinación sacra) y la movilidad de la columna vertebral lumbar baja particularmente en el rango de la extensión (Evcik & Yucel, 2003).

En el año 2008 se publicó un estudio para conocer el efecto del índice cintura cadera (ICC) y del índice de masa corporal (IMC) sobre el ángulo de inclinación del sacro y la lordosis lumbar en los pacientes con SDL y discutir la teoría del dolor de espalda inducida por la obesidad. Se utilizó el cuestionario



de la inhabilidad de Roland en 98 mujeres mayores con SDL, cuya estatura, peso corporal, circunferencia de la cintura, y circunferencia de la cadera fueron medidas y utilizadas para calcular su IMC e índice de cintura cadera (ICC). Los casos fueron clasificados según IMC en grupos normal, exceso de peso y obesos. Los obesos fueron divididos en grupos de obesidad no abdominal y de obesidad abdominal según ICC. Las conclusiones señalan que el IMC que excede 24 kg /m<sup>2</sup> o ICC que excede de 0.85 pueden aumentar los valores del ángulo sacro y que el dolor de espalda puede ocurrir debido a exceso de peso, obesidad, u obesidad abdominal. El incremento de la lordosis y del ángulo sacro pueden ser las causas del SDL en personas obesas (Guo, Zhang, & Alimujiang, 2008).

### **1.18. SDL y músculos erectores espinales**

La disminución de la resistencia a la fatiga en los músculos erectores espinales se considera un signo predictor de dolor lumbar (Biering-Sorensen, 1984) y ha sido relacionada con el SDL crónico (Hides, Stokes, Saide, Jull, & Cooper, 1994). El conocimiento de la fatigabilidad de los músculos erectores permite estimar la capacidad del trabajador para mantener sin dolor la posición predominante estática de pie o sentada. Buena parte de los trabajos (particularmente de pie) demandan un especial esfuerzo de esta musculatura, de modo que de vez en cuando es necesario agacharse y alongarla para aliviar el dolor o la molestia por fatiga de la misma. Para estimar el riesgo de las personas de sufrir dolor lumbar, particularmente cuando utilizan posiciones mantenidas en las cuales se exige un trabajo muscular permanente de los erectores espinales, se puede utilizar el test de Biering – Sorensen (Biering-Sorensen, 1984).

En el año 2009 se publicó estudio para establecer el patrón de resistencia muscular de los erectores espinales en sujetos con y sin SDL Este estudio reclutó a 625 jóvenes a los cuales se les aplicó el test modificado de Biering-Sørensen para resistencia muscular estática. La conclusión refiere que la capacidad aeróbica de los músculos extensores de columna vertebral era

comparable con los valores medios originales de Biering-Sørensen, que los varones tenían resistencia más alta de los extensores que las mujeres y que los sujetos con SDL tenían menor capacidad aeróbica de sus extensores. Finalmente, los autores asociaron la baja capacidad aeróbica de los extensores de espalda con la presencia de SDL (Johnson, Mbada, Akosile, & Agbeja, 2009).

La pérdida de la normal capacidad de desarrollo de tensión de los erectores espinales, afecta la estabilidad de la columna vertebral lumbar, altera su movilidad normal y su función de transmisión de cargas a través de los discos intervertebrales y las facetas articulares. La alteración de la estabilidad de la columna lumbar puede ser causa de SDL a partir de la inflamación y dolor de los tejidos blandos (Kong, Goel, Gilbertson, & Weinstein, 1996).

Algunos autores (Biering-Sorensen, 1984; Kinne, et al., 1999) han encontrado que la baja capacidad aeróbica de la musculatura erectora espinal produce una menor tolerancia a las posiciones de trabajo predominantemente estáticas y mantenidas de pie o al trabajo frecuente de elevación manual de cargas entre los 0º y 45º de flexión de tronco, rango en los cuales los erectores espinales están especialmente activos. La isquemia de la musculatura erectora parece ser la causa de fondo por la cual se genera el SDL en las personas que desarrollan dichas labores.

Además del efecto de la isquemia, se ha estudiado, mediante la inducción de laxitud de los ligamentos, discos y cápsulas articulares lumbares de felinos vivos con cargas cíclicas repetitivas en la columna lumbar. En esas condiciones de laxitud inducida, la carga provoca disminución de la sensibilidad de los mecano-receptores disminuyendo significativamente o eliminando las contracciones reflejas de estabilización del músculo multifido. Esto puede aumentar de la inestabilidad de la columna vertebral lumbar por la falta de actividad muscular de protección, incluso antes de que se observe fatiga muscular. Un periodo de 10 minutos de descanso puede restaurar en un 25% de la actividad muscular (Solomonow, Zhou, Baratta, Lu, & Harris, 1976).

La estabilidad estática isométrica generada por las tareas de empujar, crea una carga adicional por la contracción de los pequeños músculos

intrínsecos de la columna lumbar con el objeto de mantener el tronco rígido y otorgar estabilidad para compensar el desequilibrio mecánico. Ello genera una carga adicional en el trabajo que se puede transformar en riesgo de padecer SDL dependiendo del tiempo de trabajo y del número de ciclos de trabajo o repeticiones (Granata & Marras, 1993; Granata & Bennett, 2005).

Mediante electromiografía, algunos autores han observado que con 60° de flexión de tronco los músculos erectores espinales de la zona lumbar dejan de actuar (fenómeno de la relación muscular) de forma que la estabilidad de esa zona queda bajo el control de la FTL que reúne los esfuerzos de los músculos de la cadera, columna vertebral, pelvis, piernas y extremidades superiores y los concentra manteniendo la distancia entre L1 y L5 y con ello, la lordosis lumbar. Se trata de una cadena cinética en la que es fundamental el incremento de la tensión de la FTL mediante la contracción muscular previa y simultánea de los erectores espinales y abdominales de modo que cuando se eleva manualmente una carga desde una posición de flexión, el gran dorsal (extensor, aductor y rotador interno de hombro) y los glúteos mayores (retroversores pélvicos) mediante sinergia antagónica, enderezan el tronco tomando como punto fijo la FTL (Gracovetsky, et al., 1981; Loukas, et al., 2008; Vleeming, et al., 1995).

También por electromiografía se demostró que el glúteo mayor y los erectores espinales están funcionalmente ligados, particularmente durante la rotación de tronco, ambos permiten mediante su acción simultánea estabilizar la columna lumbar y la articulación sacro ilíaca que eventualmente es causa de SDL (Vleeming, et al., 1995).

Cuando la columna está flexionada, los músculos que se ocupan de extenderla no son los propios de la columna, sino los grandes músculos de la pelvis (glúteo mayor y menor). Como se dijo anteriormente, estos músculos actúan hasta aproximadamente 60° de flexión cuando los paravertebrales toman el relevo del movimiento simultáneamente. Los músculos abdominales traccionan la FTL por ambos costados produciendo un momento extensor sobre las vértebras debido a la dirección oblicua de sus fibras que tienden a

aproximar las apófisis espinosas lumbares y mantener con ello la curvatura lordótica (Pope & Novotny, 1993).

El tiempo de resistencia de los erectores espinales han sido estudiados con el test de Biering-Sorensen y relacionado con la historia de SDL. Para ello, se evaluó 88 trabajadores encontrando tiempos de duración perceptiblemente más bajos que los encontrados en estudios anteriores. Se comparó los tiempos de resistencia en sujetos con historia de SDL y sin historia de SDL concluyendo que la diferencia no era estadísticamente significativa y que los mineros de carbón en Australia (muestra con la que se realizó el estudio) tienen tiempos de resistencia más bajos que los estándares de la prueba de Biering-Sorensen y que este tiempo de resistencia más bajo no se asoció a la historia presente o ausente de SDL (Stewart, Latimer, & Jamieson, 2003).

También se han comparado algunas variables de salud entre 68 trabajadores con SDL crónico y un grupo de control sano. La muestra fue sometida a pruebas, como composición corporal, capacidad de elevación de cargas, resistencia de extensores de columna, fuerza de piernas, resistencia abdominal estática, fuerza de tracción, flexibilidad de isquiotibiales y flexibilidad abdominal, sin encontrar diferencias significativas entre SDL crónico y el grupo de sanos en ninguna prueba, excepto para la de resistencia de los extensores de columna. Los tiempos de resistencia del grupo extensor con SDL crónico fueron perceptiblemente más bajos que los del grupo de control ( $p = 0.002$ ). Los autores concluyen que la resistencia de los extensores de columna es el factor de salud deficiente en los trabajadores con SDL crónico y que el entrenamiento de la resistencia de los músculos extensores de columna debería ser priorizada en programas de prevención y rehabilitación de trabajadores con SDL crónico (Taechasubamorn, Nopkesorn, & Pannarunothai, 2010).

### **1.19. SDL y flexibilidad**

La columna se puede considerar como un pilar flexible que absorbe impactos en los discos intervertebrales y vértebras y que se estabiliza mediante los ligamentos longitudinales y la elasticidad de los ligamentos amarillos. Las

dos curvaturas de la columna en el plano sagital (cifosis y lordosis) contribuyen a la flexibilidad de la columna y le permite tolerar cargas más elevadas (Nordin, et al., 2002; Panjabi & White, 1980).

La flexibilidad de la columna lumbar y la cadera son importantes para la funcionalidad del movimiento en las personas que trabajan, hacen deportes o desempeñan labores de la vida diaria y supone la manutención de rangos funcionales de libertad de movimiento articular y una normal elasticidad de tejidos blandos contráctiles y no contráctiles (Miyakoshi, Kasukawa, Ishikawa, Nozaka, & Shimada).

Los movimientos de flexión de columna lumbar a partir de la posición bípeda están conectados en una cadena cinética de relevos, donde la flexión lumbar transcurre de 0 a 60° aproximadamente con agonismo de los erectores espinales, luego se continúa con el movimiento de la pelvis y agonismo de glúteos e isquiotibiales, hasta detenerse por el acortamiento de la elasticidad de los ligamentos, cápsulas articulares y músculos isquiotibiales. Uno de los procedimientos más utilizados para medir y evaluar la flexibilidad global de los sujetos es la prueba de sentarse y alcanzar (o Sit & Reach) que precisamente involucra la flexión de columna vertebral y la flexión de cadera (unilateral o bilateral) condicionada por los isquiotibiales. Aunque esta prueba se utiliza con frecuencia, algunos autores sugieren mayores estudios para identificar su real utilidad (Johnson & Thomas, 2010)

En el año 1992 se estudió 150 hombres de 45-55 años de edad en tres grupos: con columna sana, con SDL recurrente y con SDL crónico respecto variables antropométricas, ancho del canal espinal, flexibilidad sagital espinal y flexibilidad de la musculatura de los tendones de la corva con el test S&R. No se encontraron diferencias entre grupos respecto a la antropometría. El grupo sano tenía mayor lordosis y mayor flexibilidad sagital que los otros grupos. La prueba de S&R demostró valores perceptiblemente más altos en el grupo sano y en el grupo recurrente que en el grupo con SDL crónico. El estudio propone discutir la necesidad de restablecer el rango normal de movimiento para reducir al mínimo el riesgo de concurrencia del SDL (Hultman, Saraste, & Ohlsen, 1992).

También se estudió los indicadores del riesgo de concurrencia de SDL en trabajadores con historia de SDL comparándolo con otro sin historia de SDL, los indicadores del riesgo incluyeron datos ocupacionales, sedentarismo, movilidad sagital lumbar, y las características de la anamnesis del primer episodio. Entre los resultados reportados, el estudio señala que existe asociación entre la reducción en riesgo de SDL y una buena flexibilidad lumbar y concluye que la concurrencia y la repetición de SDL están relacionadas con combinaciones de riesgo siendo imprescindible considerar el efecto interactivo de los mismos (Burton, Tillotson, & Troup, 1976).

Otros estudios han explorado la correlación de la movilidad de la cadera con el grado de dolor de espalda y la movilidad espinal lumbar en pacientes con SDL crónicos. El autor evaluó la movilidad de cadera y columna vertebral lumbar en 301 hombres y 175 mujeres que estaban trabajando, pero tenían SDL crónico. Entre los resultados reportados se describe la correlación negativa entre el dolor de cadera y la flexión de cadera, la extensión, la rotación interna, y la flexibilidad de los tendones de isquiotibiales en los hombres, y entre flexión y extensión de la cadera en las mujeres. La disminución de la flexibilidad por acortamiento de isquiotibiales incrementa el grado de dolor asociado al SDL (Mellin, 1976).

La asociación del SDL crónico y las actividades físicas fue estudiada a partir del supuesto que dicha asociación puede causar por malestar intolerable. El estudio exploró la relación de actividades físicas en 40 pacientes con la incapacidad por SDL durante un programa de rehabilitación funcional. Las evaluaciones fueron realizadas al inicio y al término del programa. Se cuantificaron 8 pruebas físicas de mediana flexibilidad, capacidad de elevación y resistencia. Finalmente, los resultados demostraron que al concluir el tratamiento, había una mejora significativa en todas las pruebas físicas y que los trabajadores con SDL crónico pueden mejorar sus capacidades físicas funcionales dentro de sus mismas experiencias de dolor (Rainville, et al., 1976).

Mediante un estudio retrospectivo de 122 casos (un grupo con SDL agudo, otro con SDL crónico y un grupo de control sin SDL) se investigó la relación entre la flexibilidad de los músculos isquiotibiales, el rango articular de

cadera y de la columna lumbar concluyendo que no hay diferencias significativas entre los grupos. La flexibilidad de los isquiotibiales no está fuertemente relacionada con el incremento del rango de movimiento de flexión lumbar y se necesita mayor investigación sobre la influencia de los isquiotibiales en los patrones de movimiento para avanzar en el conocimiento de la eficacia del entrenamiento de flexibilidad en la rehabilitación de pacientes con SDL (Johnston, et al., 2003).

Por otra parte, otro estudio intentando valorar la flexibilidad en sujetos trabajadores (con/sin historia previa de SDL y valores promedio de 35 años, 1.79m y 85 kg) mediante el test S&R. Los autores concluyeron que este no es capaz de distinguir con 100% de certeza los sujetos que tienen SDL de los que no tienen SDL y que probablemente sea el movimiento de inclinación lateral de columna el más indicado para hacer esa distinción y no el movimiento de flexión. Los autores concluyen que el S&R es un test de cierta utilidad, pero cuestionable como predictor de SDL (Grenier, Russell, & McGill, 2003).

Al estudiar en poblaciones europeas (928 sujetos con igual número de hombres y mujeres entre 30 y 60 años) evaluando la elasticidad/flexibilidad de isquiotibiales con el test S&R y la fuerza/fatigabilidad de los erectores espinales. Se encontró después de un año de seguimiento y de registrar la concurrencia de episodios de SDL, que los sujetos con baja flexibilidad se asociaban con la presencia y persistencia del SDL, en tanto que aquellos con erectores espinales con resistencia a la fatiga eran capaces de prevenir episodios nuevos de SDL (Biering-Sorensen, 1984).

La disminución de la flexibilidad se puede producir por desequilibrios generados por trabajos predominantemente estáticos que inducen acortamientos musculares. Para intervenir estos acortamientos es necesario estirar los músculos porque se normaliza la fuerza y el tono de los músculos antagonistas inhibidos por la vía de la ley de inervación recíproca de Sherrington y se permite que los trabajadores con contracturas musculares por el sobreuso e isquemia derivada del trabajo estático, recobren su normal tono e irrigación vascular mediante la ejecución de una pauta de ejercicios en el

lugar de trabajo y en tiempos breves (Liebenson & Chapman, 1999; McGill, Childs, & Liebenson, 1999).

## **1.20. SDL y sobrepeso / obesidad y perímetro abdominal**

La obesidad y el sobrepeso disminuyen los rangos de movimiento, incrementan la carga sobre la estructura músculo-esquelética, aumentan el consumo de oxígeno y la exigencia sobre la musculatura, los discos intervertebrales, tendones, ligamentos y las articulaciones sinoviales. Un IMC elevado puede agravar o mantener el SDL y constituirse en un factor causal cuando el sujeto obeso trabaja en posiciones predominantemente estáticas, realizando movimientos frecuentes y/o tiene alteraciones de la mecánica corporal como la hiperlordosis. La asociación entre IMC y SDL crónico se incrementa cuando coexiste al mismo tiempo con otros factores de comorbilidad como la depresión (Heuch, et al., 2010).

Mediante un estudio de prevalencia se demostró que los sujetos obesos con SDL crónico tienen un alto grado de deterioro en su rango de movimiento articular lumbar, particularmente de la inclinación lateral y la flexión y que además presentan una disminución de la movilidad de la pelvis (afectando el ritmo lumbo pélvico), de columna vertebral lumbar y de la articulación coxofemoral, llegando a afectar la zona de la columna dorsal (Vismara, et al., 2010).

Sumado a lo anterior, los obesos generan una adaptación postural estática incrementando la lordosis lumbar y generando anteversión pélvica. La obesidad puede empeorar el control postural y constituirse en un factor de riesgo para un mal balance postural y falla biomecánica especialmente en sujetos que trabajan en posición de pie. El desbalance postural comienza a manifestar antes de los 18 minutos de mantener a posición de pie (Singh, Park, Levy, & Jung, 2009). Todo lo anterior constituye factores con diferencia estadísticamente significativa entre sujetos obesos con y sin SDL crónico (Vismara, et al., 2010).



La obesidad junto a la malas posturas y la sobrecarga crónica de trabajo físico han sido reconocidos como factores de riesgo para el SDL crónico (Nelson, 2007). Un estudio de cohortes (Van Nieuwenhuysse et al., 2009) que incluyó 692 sujetos jóvenes con edad promedio de 26 años, encontró que los sujetos obesos tenían un mayor riesgo de desarrollar SDL, en tanto que en poblaciones industriales finlandesas sobre 50 años se encontró que la obesidad (junto al sedentarismo y tabaquismo) tiene un riesgo relativo (RR) de 2.8 como predictor de SDL en comparación con el RR de 2.4 relacionado con la carga física de trabajo (trabajo acumulativo de levantamiento, mala postura, vibración de cuerpo entero), de allí la utilidad de identificar los sujetos obesos en la población de trabajadores para considerarlos en el grupo de riesgo de SDL, más aún cuando estos realizan tareas de carga física de espalda (Miranda, Viikari-Juntura, Punnett, & Riihimäki, 2008).

Por otra parte, algunos autores han descrito que el sobrepeso y obesidad, se acompaña de disfunción muscular y eventualmente de abdomen prominente, condición que incrementa el esfuerzo de los erectores espinales. Estos factores mecánicos-antropométricos incrementan la carga sobre todos los tejidos blandos de la columna lumbar y pueden provocar reacciones inflamatorias y dolorosas. Por ello, los autores recomiendan que los trabajadores que ejecutan frecuente esfuerzo físico tengan un perímetro de cintura dentro del rango normal y una condición física músculo esquelética saludable (Kong, et al., 1996).

Mediante un estudio transversal, se comparó el miedo al movimiento entre individuos obesos y no obesos para explorar si el miedo predice la inhabilidad debido al SDL. Se estudió 192 pacientes con SDL crónico con edades de  $48.2 \pm 18.8$  años, divididos según IMC de 36.9 e IMC de 24.5, ellos fueron evaluados con la escala de Tampa para kinesiofobia y la encuesta sobre la inhabilidad de Oswestry. Los resultados encontrados indican que había mayor kinesiofobia o miedo al movimiento en el grupo de los obesos y que los niveles de inhabilidad determinados por el test de Oswestry eran también más altos en los pacientes obesos. Se concluyó que en los pacientes obesos con SDL crónico, el miedo al dolor relacionado con el movimiento predijo la inhabilidad y que la determinación del miedo al movimiento/dolor puede ser una herramienta

clínica útil para identificar a pacientes obesos con un riesgo más alto de inhabilidad futura por SDL (Vincent et al., 2010).

Para identificar el efecto del índice cintura/cadera en la eficacia terapéutica con corsés sacro lumbares para el SDL crónico, se estudió 143 pacientes ambulatorios que habían tenido SDL por más de 3 meses, sin pruebas de lumbociática positiva ni anormalidad radiográfica. Los pacientes fueron tratados por 4 semanas con un corsé sacro lumbar tradicional. y un corsé sacro lumbar extensible. Se utilizó radiografías para analizar el cambio en ángulo de inclinación sacro con y sin corsé. Los subgrupos de obesidad consistieron en hombres con un índice cintura/cadera mayor o igual al 90% y mujeres con un índice mayor o igual al 80%. La inhabilidad del dolor de espalda se evaluó mediante la escala de Quebec al inicio y después de 4 las semanas. Los participantes sin obesidad abdominal que fueron tratados con el corsé extensible (n = 30) demostraron una mejora significativa comparada a los participantes con el corsé tradicional (n = 33) ( $p = 0.034$ ). Por lo anterior el autor recomienda considerar la obesidad abdominal al prescribir la utilización de corsés en los pacientes con SDL crónico. El corsé es un recurso terapéutico ortopédico utilizado en la clínica para estabilizar la zona lumbar en algunos casos de SDL u otras patologías en las que se diagnostica inestabilidad pélvica o lumbopélvica (Toda, 2002).

El deterioro de la salud y la calidad de vida en gente con incremento del perímetro de cintura fueron estudiados mediante un estudio transversal en 5887 hombres y 7018 mujeres de 20-59 años de edad. Se identificó en los centros de salud a las personas con incremento del perímetro de cintura, y que a su vez tenían uno o más problemas de salud simultáneamente como limitación respiratoria, SDL, limitación de la función física, presencia de diabetes no insulino dependiente y factores de riesgo cardiovasculares. Se concluyó que la gente con incremento del perímetro de cintura tiene mayor deterioro de salud, calidad de vida y que el conocimiento del perímetro de cintura puede ser un indicador útil para identificar personas que requieran promoción de la salud como asimismo para programar la gestión de salud en la población (Lean, Han, & Seidell, 1998).

La asociación entre sobrepeso, obesidad y SDL fue estudiada mediante meta análisis buscando sistemáticamente en bases de datos de Medline y de Embase hasta mayo de 2009. Se revisaron 95 estudios y se encontró que en aquellos de tipo transversal la obesidad se asociaba al predominio creciente de SDL en los últimos 12 meses, consulta médica reiterada y dolor de espalda crónico. Comparada con la gente sin sobrepeso, la gente con sobrepeso tenía mayor prevalencia SDL, pero un predominio más bajo de SDL comparado con la gente obesa. Los resultados indican que el sobrepeso y la obesidad aumentan el riesgo de SDL. El sobrepeso y la obesidad tienen la asociación más fuerte con el SDL agudo y el dolor de espalda crónico (Shiri, Karppinen, Leino-Arjas, Solovieva, & Viikari-Juntura, 2009).

Las diferencias entre parámetros clínicos y funcionales de pacientes con SDL crónico con y sin síndrome metabólico fueron estudiadas en un grupo de 60 pacientes con al menos 2 meses de SDL a quienes además se les aplicó el cuestionario de la inhabilidad de Roland-Morris, el índice de la inhabilidad del dolor de espalda de Estambul y de inhabilidad de Oswestry y se les evaluó la depresión, mediante la escala de Beck. El diagnóstico de síndrome metabólico se hizo según los criterios que incluyen la circunferencia lumbar alrededor de la espina ilíaca anterior, la presión arterial, la glucosa de sangre en ayuno, los niveles de triglicéridos en plasma y los niveles de colesterol de HDL. Los autores encontraron diferencias significativas en términos del IMC ( $p = 0.034$ ), edad ( $p = 0.001$ ), circunferencia de la cintura ( $p = 0.048$ ) y duración de la enfermedad ( $p = 0.005$ ) entre los pacientes crónicos del dolor de espalda con y sin síndrome metabólico. No había diferencias significativas en otros parámetros. Las conclusiones de los autores indican que el SDL es frecuente entre gente con obesidad abdominal y que las personas mayores, la gente con SDL crónico y los pacientes con alto IMC están bajo riesgo de síndrome metabólico razón por la cual este grupo de pacientes debe tomar medidas preventivas (Duruoz, Turan, Gurgan, & Deveci, 2012).

El año 2008 se estudió las asociaciones entre los factores peso y el predominio del SDL en 2579 adultos jóvenes de Finlandia con edades entre 24 y 39 años, 31.2% hombres y 39.5% mujeres con SDL recurrente o continuo en los 12 meses anteriores. Las variables estudiadas fueron el IMC, perímetro de

cintura, el índice cintura/cadera y el nivel c-reactivo de proteína. Los resultados del estudio indican que solamente el perímetro de cintura se relacionó con el SDL en mujeres. Se concluyó que el perímetro de cintura puede aumentar el riesgo de SDL (Shiri et al., 2008).

Otros autores han estudiado las asociaciones entre los síntomas del SDL con el perímetro de cintura, la estatura, el índice cintura/cadera y el IMC. Ellos estudiaron 5887 hombres y 7018 mujeres entre 20 y 60 años y encontraron que en ambos grupos el incremento de perímetro de cintura genera mayor riesgo de SDL, pero el incremento del riesgo de tener SDL es perceptiblemente creciente en mujeres obesas y con un perímetro de cintura mayor (Han, Schouten, Lean, & Seidell, 1997).

## **1.21. Planteamiento del problema**

Tras las evidencias científicas recogidas y descritas en los apartados anteriores, planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características de la condición física, psico-sociales y biomecánicas que poseen los trabajadores mineros de la población en estudio y su relación con el SDL?

## **1.22. Objetivos**

### **Objetivos Generales**

- Identificar la condición física, psicosocial y antropométrica de una muestra de trabajadores mineros con/sin SDL de prevalencia anual.
- Identificar el riesgo asociado a la concurrencia de SDL en el trabajo de acuerdo a las características de la carga física de las tareas en el trabajo.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar si existe diferencia significativa entre los indicadores de la condición física entre el grupo con SDL frente a un grupo control sano.
- Determinar si existe diferencia significativa entre los indicadores del riesgo asociado a la carga física y la concurrencia del SDL entre el grupo experimental (con SDL) y el grupo control (sano).



# MÉTODO



*ugr*

Universidad  
de Granada





## **2. MÉTODO**

### **2.1. Muestra**

La muestra se obtuvo de acuerdo a un criterio aleatorio, 40 sujetos, todos ellos trabajadores varones de diversas áreas productivas de una empresa de la gran minería ubicada a 40 km al sureste de la ciudad de Antofagasta, Chile fueron seleccionados.

La empresa provee de materia prima (caliza) a la planta de producción más grande del país, satisfaciendo las necesidades nacionales constituyendo además, una de las más grandes empresas exportadoras del producto a nivel de país. El sistema de explotación utilizado por la ingeniería de minas es a cielo abierto, lo que supone factores ambientales característicos tales como radiación ultravioleta y polvo en suspensión.

Para iniciar el trabajo con los sujetos del estudio, se informó a los sujetos de los beneficios y posibles riesgos del mismo así como de las pruebas a realizar y se les entregó una carta de consentimiento informado (anexo 2) con la finalidad de asegurar el conocimiento y voluntariedad de la participación en el estudio, como asimismo la aceptación de los términos propuestos en él. En esta carta se explicó los propósitos de la investigación, los posibles riesgos o molestias derivadas de los procedimientos que se utilizaron, la privacidad en el manejo de los datos personales. El estudio fue sometido al comité ético de la Universidad de Antofagasta.

Posteriormente se solicitó a cada sujeto la cumplimentación de un cuestionario laboral en el que se consulta sus antecedentes generales como la edad, género, fecha del último episodio de SDL que haya generado pérdida de uno o más días de trabajo, una consulta a médico u otro profesional de la salud, tiempo semanal dedicado a la actividad física extra laboral, cargo en la empresa, características del esfuerzo y posiciones de trabajo asociadas al cargo (predominantemente estático sentado, agachado o de pie, predominantemente dinámico), número de elevaciones manuales de cargas,

tiempo de dedicación al ejercicio extra-laboral entre otros. Todos estos factores han demostrado cierta asociación con el SDL y la capacidad física.

Finalmente se estimó su estado psicosocial mediante la escala de depresión y ansiedad de Hamilton y la escala de reajuste psicosocial para el estrés, el porcentaje de satisfacción laboral se exploró con escala de 0 a 100%.

Se consideró como caso de SDL aquel acontecido dentro de los 12 meses previos a la fecha del cuestionario y localizado en el área comprendida entre la duodécima costilla y los pliegues glúteos, para reconocer su localización, se solicitó a los trabajadores marcar el sitio del dolor en un mapa corporal para evaluar los sitios de la molestia (Corlett & Bishop, 1976). Estimándose que del total de la muestra estudiada, 13 sujetos no presentaban dolor lumbar, conformando el grupo control sano y 27 sujetos padecían SDL, formando parte del grupo experimental. Las características antropométricas de los sujetos se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Características antropométricas de los sujetos

<b>Variables</b>	<b>Sanos (N =13)</b>	<b>SDL (N= 27)</b>
<b>Edad (años)</b>	38.08 (9.66)	39.89 (13.11)
<b>Estatura (m)</b>	1.72 (0.07)	1.71 (0.07)
<b>Peso (Kg)</b>	76.00 (9.80)	75.96 (9.09)

## **2.2. Materiales y procedimiento**

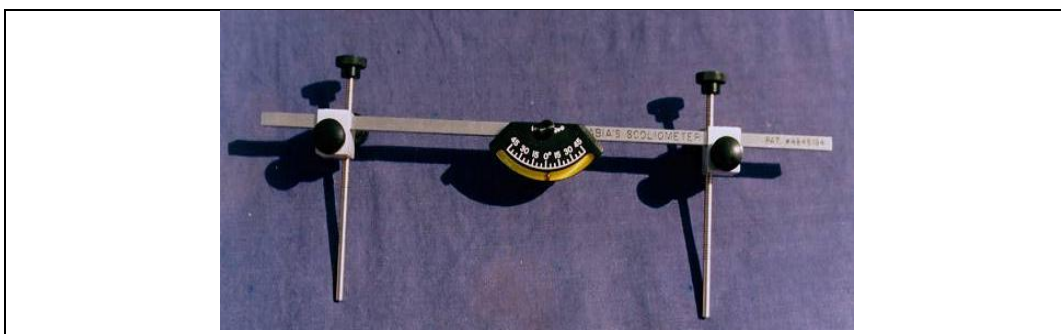
Según la presencia o ausencia de dolor de espalda declarado, se dividió la población en 2 dos grupos: un grupo experimental, que presentaba SDL y otro grupo control, de sujetos sanos, con ausencia de SDL. Se excluyó del grupo control a aquellos trabajadores con SDL actual, con algún episodio de SDL acontecido dentro de las tres semanas anteriores a la fecha del cuestionario. Como criterio de exclusión para ambos grupos se consideró cualquier contraindicación médica para la ejecución de las pruebas de evaluación de la condición física o problema que pudiese influir en las pruebas analizadas.

Se evaluó la capacidad física de los trabajadores utilizando los siguientes procedimientos.

### 2.2.1. Alineación mecánica lumbopélvica

Se examinó la alineación mecánica de columna vertebral lumbar y el equilibrio transversal (vista posterior) y antero posterior (vista lateral) de la pelvis mediante la observación de las espinas iliacas anterosuperiores y posterosuperiores para reconocer el estado de la lordosis lumbar (normal, hipolordosis e hiperlordosis) y la alineación de la pelvis (normal, anteversión y retroversión). En el caso de la pelvis, se consideró equilibrada transversalmente cuando en una observación lateral las espinas iliacas antero-superior y postero-superior están alineadas en la misma horizontal, se puede inferir que el ángulo sacro está en su valor normal y la columna lumbar tiene una lordosis normal. Por otra parte, y en una vista posterior de ambas espinas iliacas posterosuperiores debemos inferir que la columna lumbar no tiene desviaciones laterales de origen pélvico cuando estas están alineadas transversalmente.

También existen alteraciones de alineación mecánica de columna vertebral lumbar que se generan a partir de deformaciones vertebrales. Por ello, es necesario evaluar el equilibrio lateral a partir de las referencias de cada proceso espinoso, con una plomada y un escoliómetro (Figura 17) para verificar su verticalidad y la existencia de desviaciones laterales.

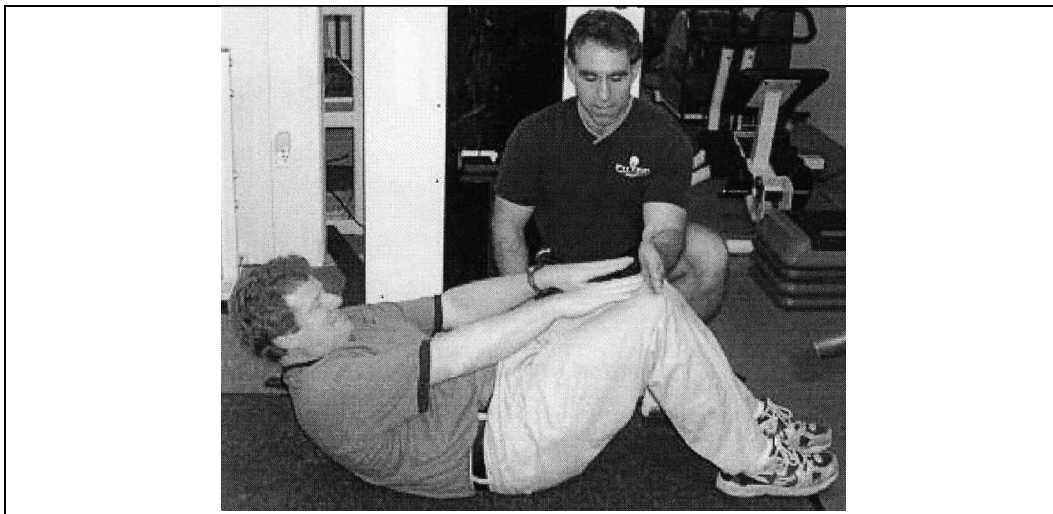


**Figura 17.** Escoliómetro.

### **2.2.2. Potencia abdominal**

Para evaluar esta condición se utilizó el test de abdominales modificados o test de sentadas por minuto propuesta por la American Fitness Testing Association (Golding, Myers, & Sinning, 1998) dado que la condición de la población de trabajadores en la muestra hace poco aplicable una prueba más exigente para la valoración de la potencia de musculatura abdominal.

El propósito de este test es determinar la tolerancia de los músculos abdominales en individuos que poseen algún deterioro de su condición física que les limite la normal ejecución de pruebas de abdominales. Para ser evaluados, los trabajadores se acuestan sobre una colchoneta delgada (solo para proteger la piel de la espalda), en posición supina con las rodillas flexionadas, los talones de los pies ubicados entre 30 y 45 cm de los glúteos y los pies sobre el suelo, los pies no deben ser sostenidos por el evaluador y los talones deben estar firmes contra el pavimento, sin deslizar (Figura 18). Las manos deben estar a los costados de la cabeza. A la orden de "listos"... "ya", se inicia la prueba y los sujetos elevan su tronco ligeramente para despegar sus escápulas de la colchoneta, mientras simultáneamente sacan sus manos de los costados de la cabeza y proyectan sus brazos hacia delante para tocar las rodillas con sus manos. Se completa el abdominal cuando el sujeto regresa hacia abajo hasta que la espalda haga contacto con la superficie de la colchoneta y las manos vuelvan junto a la cabeza. Por último, se debe vigilar que el sujeto mantenga la espalda baja apoyada en la colchoneta y no buscar subir más allá del largo de sus brazos.



**Figura 18.** Prueba de potencia abdominal.

Se puede permitir descansos entre uno y otro abdominal, durante la posición tumbada. Los materiales que se utilizan son colchonetas planas de ejercicio y cronómetro. El evaluador determina la cantidad máxima de abdominales realizados correctamente durante un minuto, anota los resultados en la hoja para la colección de los datos y determina el nivel de tolerancia muscular (clasificación) utilizando la tabla descrita en el anexo 3. En términos prácticos, cada abdominal se considera nulo e incorrectamente ejecutado si los dedos de las manos no alcanzan las rodillas o si se genera inercia o impulso con los brazos para alcanzar las rodillas, o bien si no se mantienen las rodillas flexionadas.

### **2.2.3. Fatigabilidad de los músculos erectores espinales lumbares**

La escasa resistencia a la fatiga de los músculos erectores espinales se ha considerado como un signo predictor de dolor lumbar y se ha relacionado con el SDL crónico (Hides, et al., 1994). El test Biering-Sorensen tiene el propósito de estimar el riesgo de las personas de sufrir dolor lumbar particularmente cuando utilizan posiciones mantenidas en las cuales se exige un trabajo muscular permanente de los erectores espinales (Biering-Sorensen, 1984).

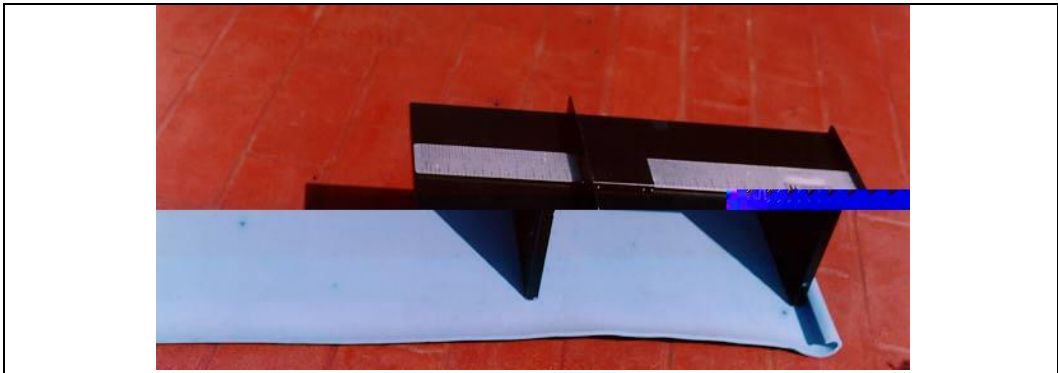
El test se ejecuta con el trabajador acostado en posición prona sobre una camilla, con los dedos de sus manos entrelazados en la frente, pero con la mitad del cuerpo fuera de ella, de modo que las espinas iliacas anteroposteriores queden en el borde de la camilla. El examinador se ubica en el medio de la camilla sujetando al trabajador de sus piernas y le indica verbalmente que debe mantener su posición horizontal y que en cuanto no sea capaz de mantenerla y descienda de la horizontal, la prueba concluirá contabilizándose el tiempo durante el cual mantuvo la posición. Ese tiempo se compara con los datos estándares referidos por (Biering-Sorensen, 1984) para determinar si el tiempo de resistencia a la fatiga es compatible con sujetos que tienen SDL o con aquellos que no lo tienen (Anexo 3).

#### **2.2.4. Flexibilidad General**

La flexibilidad general (Christou et al., 2006) se puede utilizar como un indicador de la capacidad que tiene la columna vertebral para movilizarse dentro de su rango de movimiento articular y en consecuencia de absorber las cargas sin lesionarse. Para estimarla se utilizó el test de S&R que permite calificar la flexibilidad general considerando la columna vertebral, (músculos erectores del raquis y articulaciones facetarias), la pelvis (músculos glúteos, piriforme y articulaciones coxofemorales), las extremidades inferiores (músculos isquiotibiales y articulaciones coxofemorales) y las extremidades superiores (articulaciones de hombro y musculatura posterior de hombro)

El test de S&R denominado también de Wells y Dillon, fue propuesto en 1952 y sirve para evaluar la flexibilidad en el movimiento flexión de tronco desde la posición de sentado con piernas juntas y extendidas. Mide la amplitud del movimiento en centímetros. Se utiliza una tarima de madera o metal sobre la cual está dibujada una escala de graduación numérica (Figura 19). El cero de la misma coincide exactamente con el punto donde se apoyan los pies del evaluado quien, flexionando el tronco procura con ambas manos lograr el mayor rendimiento posible. Conforme el ejecutante se aleja de cero, se consideran los centímetros logrados con signo positivo. Si por el contrario, la

persona no alcanza la punta de los pies, se marca los centímetros que faltan para el cero pero con un signo negativo.



**Figura 19.** Instrumento para evaluación de flexibilidad general.

Para su aplicación correcta, antes de su ejecución se solicita 2 minutos de calentamiento previo y un minuto de elongación pasiva (flexión de tronco y cadera en posición de pie) a los trabajadores. Se solicita tres intentos y se calcula el promedio (Anexo 3) (Christou, et al., 2006).

### **2.2.5. Flexibilidad específica lumbar**

La flexibilidad normal específica de la columna vertebral es un atributo que le permite absorber mejor el estrés compresivo y de flexión, de modo que cualquier columna vertebral lumbar con flexibilidad normal tiene más atributos biomecánicos para mantenerse funcional y libre de dolor, en cambio aquella que se torna rígida tiene menos probabilidad de adaptarse adecuadamente a los esfuerzos y más probabilidades de lesionar el tejido periarticular. Es muy relevante disponer de una adecuada flexibilidad para mantener la normalidad funcional y es también necesario no tenerla en exceso al punto de generar hipermovilidad e inestabilidad articular. El test de Schober lumbar (Thomas, Silman, Papageorgiou, Macfarlane, & Croft, 1998) es una prueba que permite evaluar con simpleza y eficiencia la flexibilidad de la columna lumbar (Anexo 3).

El test requiere de dos referencias, la primera referencia marcada en la intersección de la horizontal tendida entre ambas espinas iliacas postero-superiores con la vertical de la columna lumbar, hecho esto se marca la otra referencia 10 cm más arriba de la primera. Luego al sujeto de pie se le solicita que se incline lo más abajo que pueda manteniendo siempre las rodillas extendidas. Es normal que se incremente la distancia entre las referencias. Los valores normales de flexibilidad oscilan en el rango entre 3 y 5 cm.

### **2.2.6. Sobrepeso – Obesidad**

Desde un enfoque biomecánico, el sobrepeso y la obesidad incrementan el esfuerzo de la columna lumbar por el propio incremento de la carga que se debe soportar en condiciones trabajo físico estático y/o dinámico y porque además regularmente el sobrepeso y la obesidad se acompañan de incremento de ptosis abdominal, factor que multiplica el efecto de carga sobre la columna lumbar (por incremento del brazo de palanca), constituyendo un factor de riesgo para aquellos trabajadores expuestos a carga física de espalda. Por lo anterior, es conveniente que la obesidad y el sobrepeso sean identificados, evaluados para controlar el riesgo que ambas condiciones implican para la columna vertebral. Para evaluarlos se utilizará el índice de masa corporal (IMC).

Los trabajadores se pesaron todos con el estómago vacío en una balanza mecánica modelo Seca. La estatura descalzo se midió con un tallímetro marca Harpender. El cálculo del IMC se realizó según la fórmula:

$$\text{IMC} = \text{peso}(\text{kg}) / (\text{talla}(\text{m}))^2$$

El estándar para calificación de las mediciones fue la escala de Garrow (Heuch, et al., 2010).



### 2.2.7. Composición corporal

El IMC es un indicador derivado de la relación entre el peso y la estatura y no permite identificar el porcentaje de masa grasa (MG). Por ello, se realizó la evaluación del % de MG utilizando un lipocalibre marca harpender (Figura 20) midiendo los pliegues de grasa subcutánea de bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco izquierdos, la sumatoria del grosor de dichos pliegues permitió acceder a las tablas de Durning y Womersley y determinar el % de MG. Los resultados se calificaron según tablas estandarizadas por organizaciones internacionales (ver Anexo 3).



**Figura 20.** Lipocalibre (Skin caliper).

### 2.2.8. Perímetro de cintura

De acuerdo con la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO), según consenso 2007, el perímetro de cintura de la mujer se considera saludable si es inferior a 82 cm. En el caso del hombre, se considera saludable si tiene un perímetro de cintura menor a 95 cm. Si el perímetro supera estas cifras, se debe asumir la conveniencia de bajar de peso y reducir la grasa abdominal.

La ptosis abdominal incrementa razonablemente el esfuerzo de la columna lumbar al aumentar la distancia entre el centro de gravedad del abdomen y la columna vertebral. La ptosis abdominal regularmente es compatible con bajos niveles de rendimiento en fuerza y potencia de músculos

abdominales porque ella normalmente elonga y contribuye a la distrofia de dichos músculos afectando la faja abdominal encargada de proveer PIA suficiente para el funcionamiento protegido de la mecánica lumbar.

El perímetro de cintura se midió luego de un mínimo de dos horas de ayuno, con una huincha métrica metálica milimetrada accesorio de equipo antropométrico marca Harpender. La referencia anatómica para la medición del perímetro fue la última costilla en condición de espiración, y postura relajada. Todas las evaluaciones siempre fueron realizadas por el mismo investigador realizando tres mediciones a cada trabajador y utilizando el promedio de las tres mediciones como valor final.

### **2.2.9. Consideraciones metodológicas en la estimación del riesgo de la carga física en las tareas asociadas al trabajo**

En Chile, agosto del año 2005, entró en vigencia la ley 20.001 que regula el peso máximo de carga humana y establece: Un límite máximo de 50 Kg para población masculina adulta, toda vez que la manipulación o manejo manual de carga sea inevitable y las ayudas mecánicas no se puedan usar, un límite máximo de 20 kg para menores de 18 años, la prohibición de estas labores para la mujer embarazada, las obligaciones para el empleador en materia de capacitación de los trabajadores que ejecutan manejo manual de cargas y la utilización de medios adecuados especialmente de tipo mecánicos a fin de evitar el sobreesfuerzo físico. Posteriormente, apareció reglamentada la normativa de esta ley mediante el decreto supremo N° 63/2005 que operacionaliza la ley 2001 con la guía técnica para evaluación y control de riesgos asociados al manejo o manipulación manual de carga que constituye una herramienta para ser usada en las empresas en su gestión preventiva y en consecuencia, para dar cumplimiento al deber de protección consagrado en el art. 184 del código del trabajo chileno.

La guía técnica propone evaluar el riesgo de lesión lumbar asociado al manejo Manual de cargas mediante tres metodologías optativas. El método

NIOSH (Waters, et al., 2006) el método de Mutual Liberty (Ayoub & Dempsey, 1999) y el método MAC (Snook & Ciriello, 1991).

En el presente estudio la selección del método para evaluar el riesgo de lesión lumbar se escogió luego de conocer las características del trabajo en terreno que los sujetos en estudio ejecutan. Cada uno de los métodos posee indicaciones y restricciones de uso como una forma de ajustarse lo mejor posible a la realidad de cada trabajo y en consecuencia estimar fielmente el riesgo que puedan implicar las tareas de elevación, descenso y transporte manual de carga. Una vez exploradas las condiciones de trabajo se seleccionó el método más adecuado aplicar para su estudio. A continuación se hará una breve referencia a cada uno de ellos.

### **2.2.10. Método MAC**

Antes de describir el método MAC, cabe destacar que, de los métodos descritos en la introducción de esta tesis, no se pudieron aplicar todos en la toma de datos por diferentes limitaciones, entre ellos, el método de las tablas de Mutual Liberty no se utilizó para estimar el riesgo de SDL asociado a la carga física porque en todas las tareas observadas, los trabajadores incorporaban movimientos de torsión de tronco, lo que hace inaplicable el método. Por otro lado, el método NIOSH tampoco se utilizó porque la constante de carga propuesta por el método (23 kg) era menor que el peso que manipulaban los trabajadores del estudio (25 kg o más) y porque además este método no aplica para el transporte manual de cargas, una actividad siempre presente en las tareas observadas. Por ello, nos decantamos por el método MAC para la toma de datos.

EL método MAC fue desarrollado en Inglaterra, orientado a la evaluación rápida y en terreno del riesgo de padecer dolor lumbar (Snook & Ciriello, 1991). Fue valorado por la Health & Safety Executive de Inglaterra (HSE) por contraste con los modelos de NIOSH, OWAS, REBA y QEC y considera variables psicofísicas, biomecánicas y del entorno físico de trabajo, es un método cuantitativo que usa una escala aditiva para valorar factores de riesgo

y un código de colores para calificarlos. Los factores de riesgo que considera son: El peso de la carga, frecuencia de manejo, distancia entre las manos y la región lumbar, distancia vertical del levantamiento/descenso, torsión y lateralización del tronco, restricciones posturales, acoplamiento mano/objeto, superficie de trabajo y factores ambientales.

MAC identifica factores de riesgo para tres tipos de manipulación manual: Operaciones de levantamiento, operaciones de transporte y operaciones de manipulación entre dos o más personas. También ayuda a identificar qué tareas necesitan mejorarse primero en un lugar de trabajo.

MAC utiliza una hoja de puntuación en la cual el usuario describe la tarea y después considera los factores de riesgo utilizando uno de los 3 diagramas de flujo que se ocupan ya sea en las operaciones de levantamiento, de transporte y de manipulación para una o más personas. El observador asigna a cada factor de riesgo un color y una puntuación, utilizando una simple guía de la herramienta. Los colores ayudan a mostrar el riesgo para cada factor.

Las puntuaciones totales pueden utilizarse para dar prioridad a la acción entre diferentes tareas. Pueden compararse dos o más tareas (las puntuaciones más altas presentan un riesgo mayor y deben solucionarse primero). Las puntuaciones también pueden compararse para elegir entre las mejoras propuestas (para ver cuál de ellas proporciona una mayor reducción del riesgo).

EL método MAC requiere del uso de unas tablas de clasificación del riesgo de carga física para tareas de levantamiento-descenso ejecutadas por una sola persona y para tareas de transporte (caminar con carga) ejecutadas por una sola persona y considera la evaluación de factores de riesgo en tareas de levantamiento-descenso transporte(caminar con carga), ejecutadas por una sola persona. Estas tablas del método se describen en el anexo 4.

### **2.2.11. Variables Psico-sociales**

Para realizar una evaluación multidisciplinar de los trabajadores mineros de la presente tesis, no podemos pasar por alto la evaluación del estado psico-social de los mismos. Para ello, se les administro el test de Hamilton (Hamilton, 1960) del que se deducen las variables de Estrés y de ansiedad del trabajador. Para finalizar, se evaluó el estado de depresión (Colmes & Rahe, 1967)

### **2.2.12. Variable independiente**

Síndrome de dolor lumbar (SDL) con dos niveles:

- Trabajadores con SDL.
- trabajadores sanos que no padecen SDL (grupo control).

### **2.2.13. Variables dependientes**

Como variables dependientes analizamos:

- Edad (años).
- Estatura (m).
- Peso (Kg).
- IMC ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ).
- Años en la empresa (años).
- Horas de conducción (horas).
- Actividad Física (horas/semana).
- Postura en el trabajo. (con 3 valores: 1=sentado; 2=Agachado; 3=de pie)

- Horas en cada postura (horas).
- Carga (Kg)
- Carga (nº de repeticiones)
- Índice de carga (Kg\*Rep)
- % Grasa.
- Estrés.
- Ansiedad.
- Depresión.
- Satisfacción laboral.
- Potencia Abdominal (s).
- Fatigabilidad de los músculos erectores (s).
- Flexibilidad general (cm).
- Flexibilidad específica lumbar (cm).
- Laxitud de los tejidos conectivos.
- Perímetro abdominal (cm).
- Alineación mecánica corporal.
- Longitud extremidades inferiores (1= asimetría; 2=simetría).

**Tabla 10.** Resumen de variables en estudio a destacar.

Definición de la Variable	Dimensión de la variable	Unidad de análisis
Presencia/ ausencia de SDL. (variable independiente)	Uno o más episodios de dolor lumbar en el último año.	prevalencia de SDL en el último año
Alineación mecánica lumbo pélvica (variable dependiente)	Desequilibrio pélvico en plano anterior. Desequilibrio pélvico en plano lateral.	examen clínico-funcional
Potencia abdominal. (variable dependiente)	Muy pobre, pobre, menos que suficiente, más que suficiente, bueno, excelente.	test de sentadas por minutos
Fatigabilidad de los músculos erectores espinales lumbares. (variable dependiente)	Tiempo de duración (s)	test de Biereing–Sorensen
Flexibilidad general (variable dependiente)	Flexibilidad Global: - baja - regular - media - alta	test de Seat and Reach
Flexibilidad específica lumbar: (variable dependiente)	- Hipo movilidad - Movilidad normal - Hiper movilidad	test de Schobert lumbar
Sobrepeso/Obesidad. (variable dependiente)	Normopeso, sobrepeso, obesidad, obesidad mórbida.	índice de masa corporal
Composición corporal (variable dependiente)	Alto, moderadamente alto, bajo, muy bajo, óptimo.	% de masa grasa
Perímetro de cintura. (variable dependiente)	Mayor de 95 en hombres Mayor de 82 en mujeres	cm. de perímetro abdominal
Riesgo de SDL por carga física del trabajo (variable dependiente)	No se requiere acciones correctivas Se requiere acciones correctivas Se requiere acciones correctivas pronto Se requiere acciones correctivas inmediatamente	Método MAC

### 2.3. Diseño

Se realizó un estudio de carácter transversal. En coherencia con los objetivos, se identificó:

- Las diferencias significativas entre los indicadores de la condición física del grupo con síndrome de dolor lumbar versus el grupo sin síndrome de dolor lumbar.
- Las diferencias significativas entre los indicadores de carga física del grupo con síndrome de dolor lumbar versus el grupo sin síndrome de dolor lumbar.

Se estudió 40 sujetos, todos trabajadores varones pertenecientes a una empresa de la gran minería del norte de Chile. Se dividió la población en 2 dos grupos: Uno con síndrome de dolor lumbar presente y otro con síndrome de dolor lumbar ausente.

El horario de los trabajadores es de 8 horas en un turno de “mañanero” (ingresa a las 08:00 y sale a las 16:00) o “tardero” (ingresa a las 16:00 y sale a las 24:00) o “nocturno” (ingresa a las 24:00 y sale a las 08:00). Estos turnos son rotativos, un trabajador en el transcurso de un mes hace turnos de mañanero, tarde y nocturno. Este estudio se incluyó todos los turnos.

Se recopiló la información y datos del estudio mediante una planilla de datos y a través de un procedimiento estructurado y de aplicación individual de examinación, se obtuvo información sobre la condición física, y de carácter personal (edad, género, fecha del último episodio de dolor lumbar). Luego se inició la búsqueda intencionada de datos generales aplicando un cuestionario laboral. Concluido lo anterior, la exploración se enfocó a la evaluación práctica de la condición física del trabajador. Finalmente, todos los datos se registraron en una planilla que resumió en orden los resultados.

Luego de la observar las tareas de manipulación de cargas en terreno, se seleccionó el método MAC entre los tres métodos propuestos y con él se procedió a estimar en todos los cargos, el riesgo de la carga física laboral.



## 2.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico de la presente tesis doctoral se realizó utilizando el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 19.0 para Windows (SPSS, Chicago, IL, USA).

Se realizó un análisis descriptivo, expresando las variables como media y desviación típica, además se utilizaron tablas de contingencias para las variables nominales del estudio (postura en el trabajo y longitud de las extremidades inferiores y alineación mecánica postural).

Una vez finalizado el estudio descriptivo de las variables, se realizó un análisis inferencial. Para ello, las variables nominales fueron comparadas mediante la prueba de chi cuadrado. Para el resto de variables, se utilizó, en primer lugar, una prueba de bondad de ajuste para contrastar la hipótesis nula de que la distribución de las variables del estudio se ajustan a la distribución normal teórica. El test realizado, debido a que el tamaño muestral de cada grupo es  $n < 40$ , fue la prueba de Shapiro-Wilk.

Las variables que mostraron un valor de  $p > 0.05$  se consideraron que cumplían el criterio de distribución normal y por ello, se decidió aplicar pruebas paramétricas para la comparaciones entre-grupos posteriores, mientras que las variables que arrojaron un valor de  $p < 0.05$  fueron analizadas mediante pruebas no paramétricas.

Para la comparación entre-grupos de las variables paramétricas, se utilizó el estadístico t de Student para muestras independientes. Para poder aplicar dicha prueba las variables deben cumplir los criterios de normalidad y homocedasticidad. Para comprobar la homocedasticidad de las variables, se utilizó el tests de Levene para la igualdad de las varianzas

Las variables no paramétricas, fueron comparadas utilizando la prueba U de Mann-Whitney.

Para todas las pruebas estadísticas realizadas se fijó un nivel de significación de  $p \leq 0.05$ .

# RESULTADOS



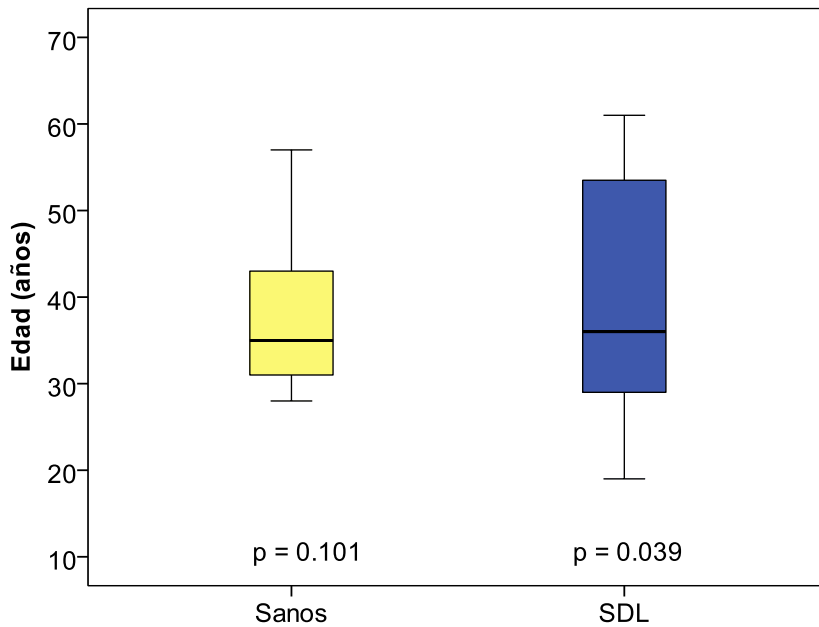
*ugr*

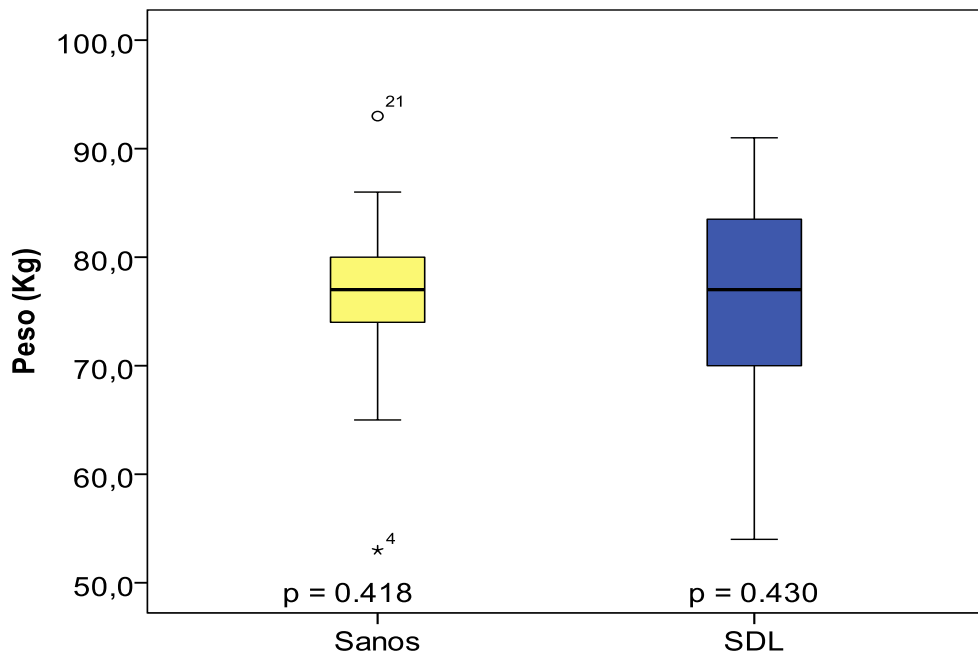
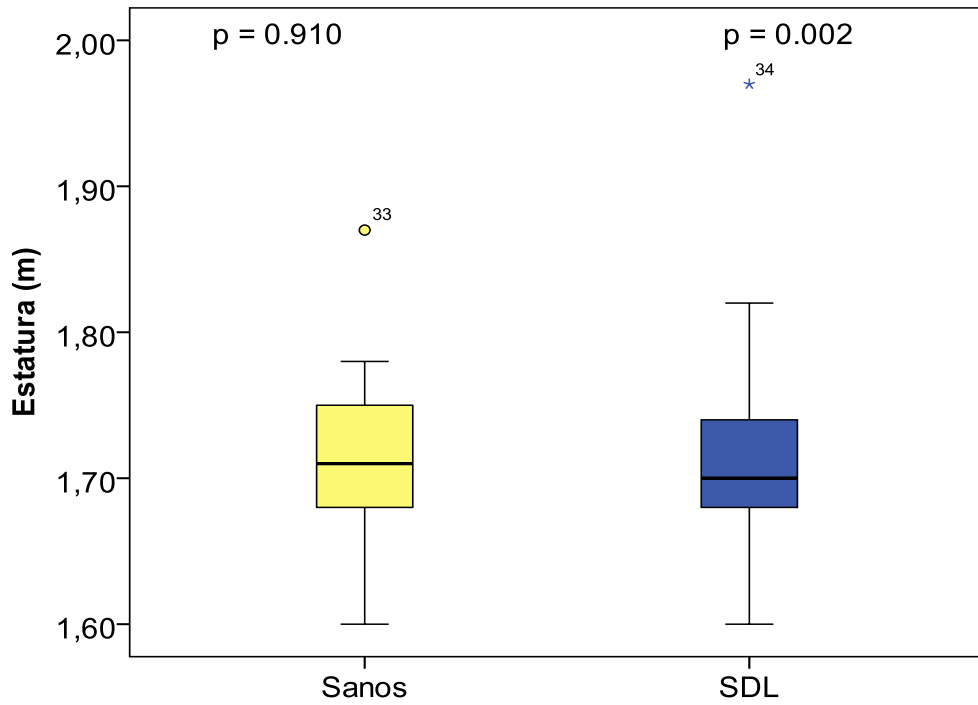
Universidad  
de Granada

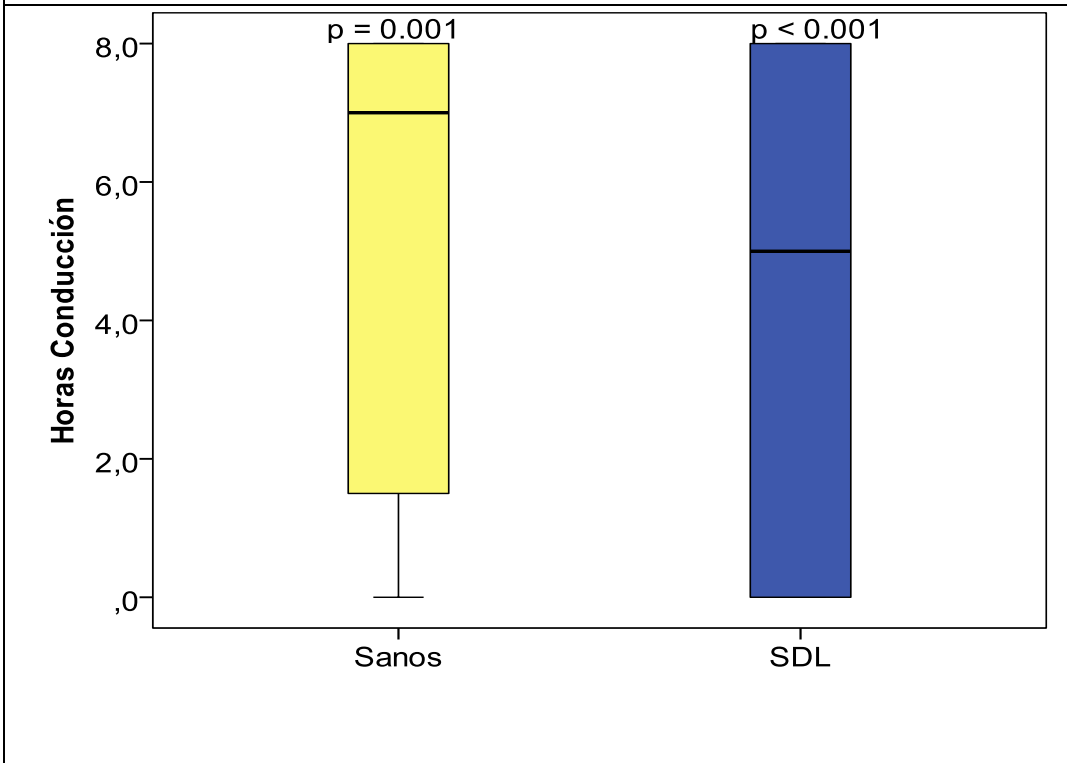
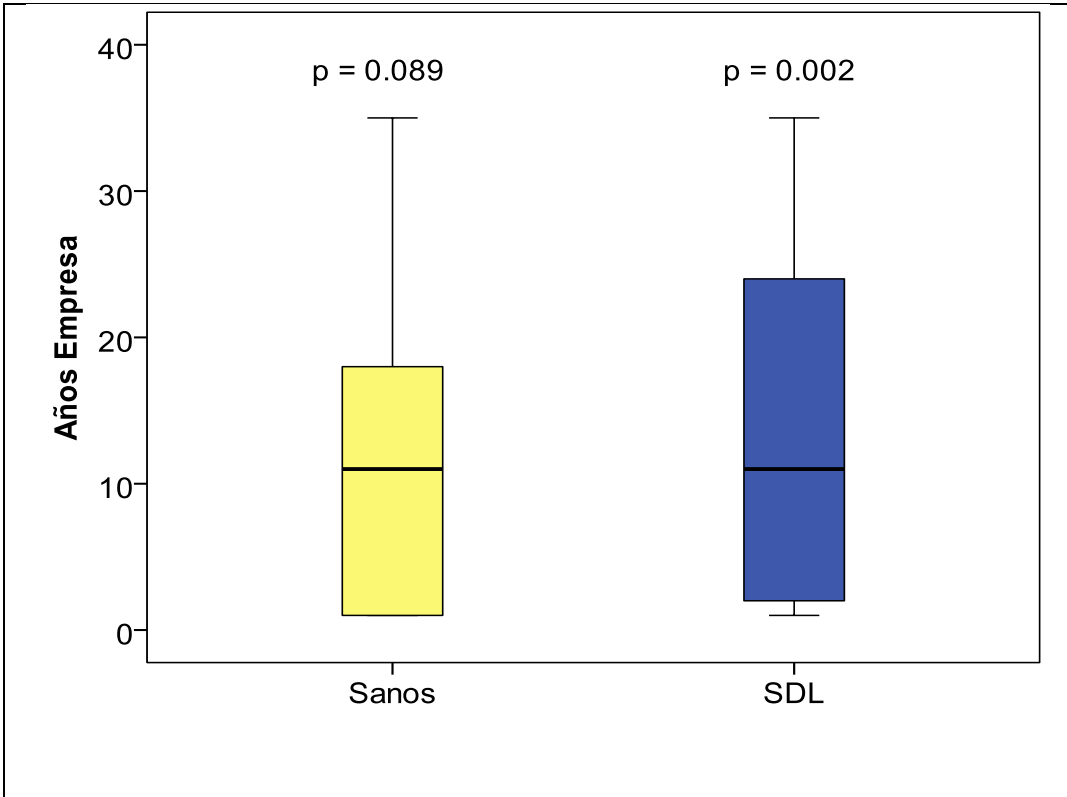


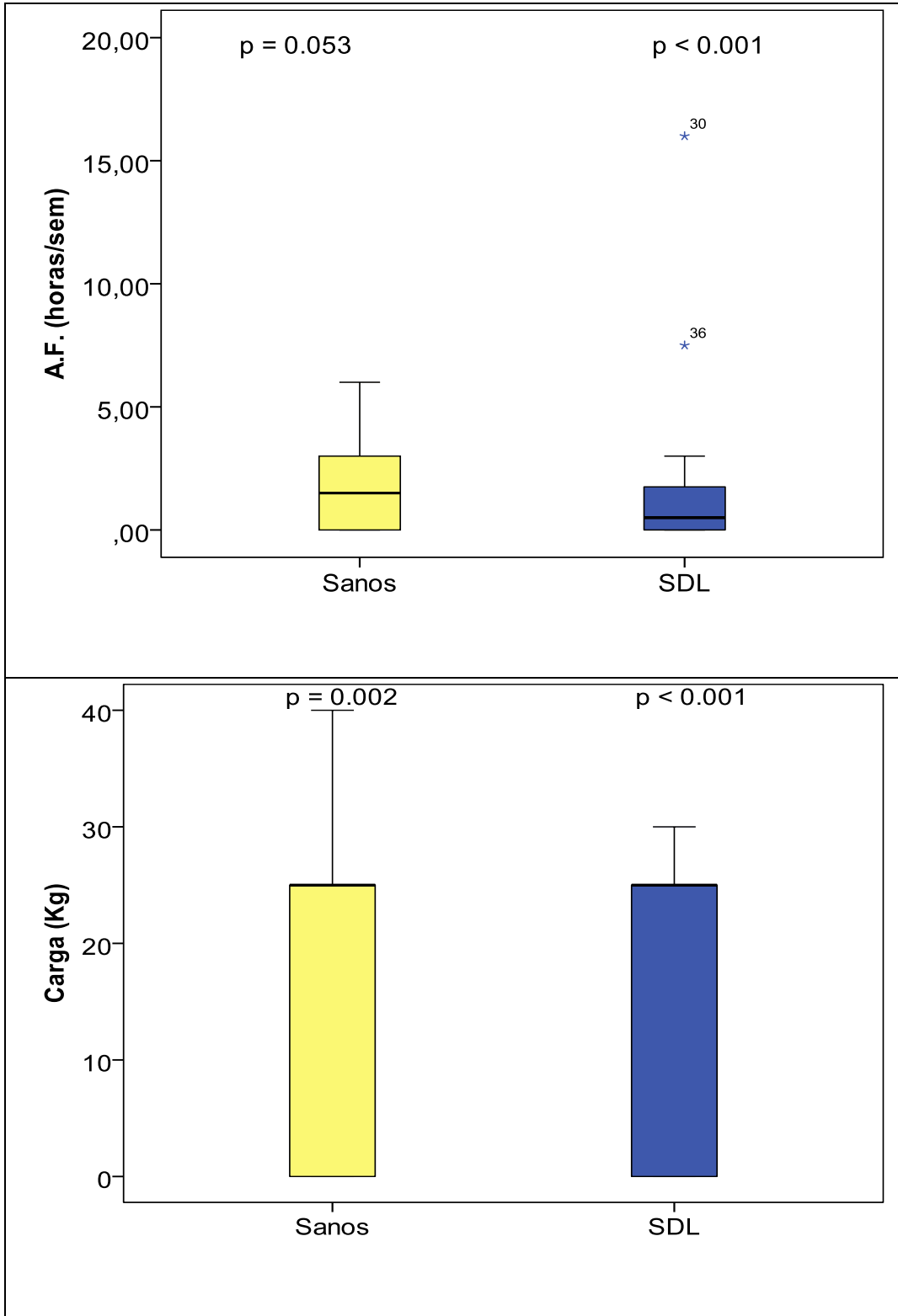
### 3. RESULTADOS

En las siguientes figuras (Figura 21) se muestran la distribución de las variables estudiadas mediante gráficos de cajas y bigotes, además se ha añadido, el valor de significación de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para cada grupo y variable del estudio.

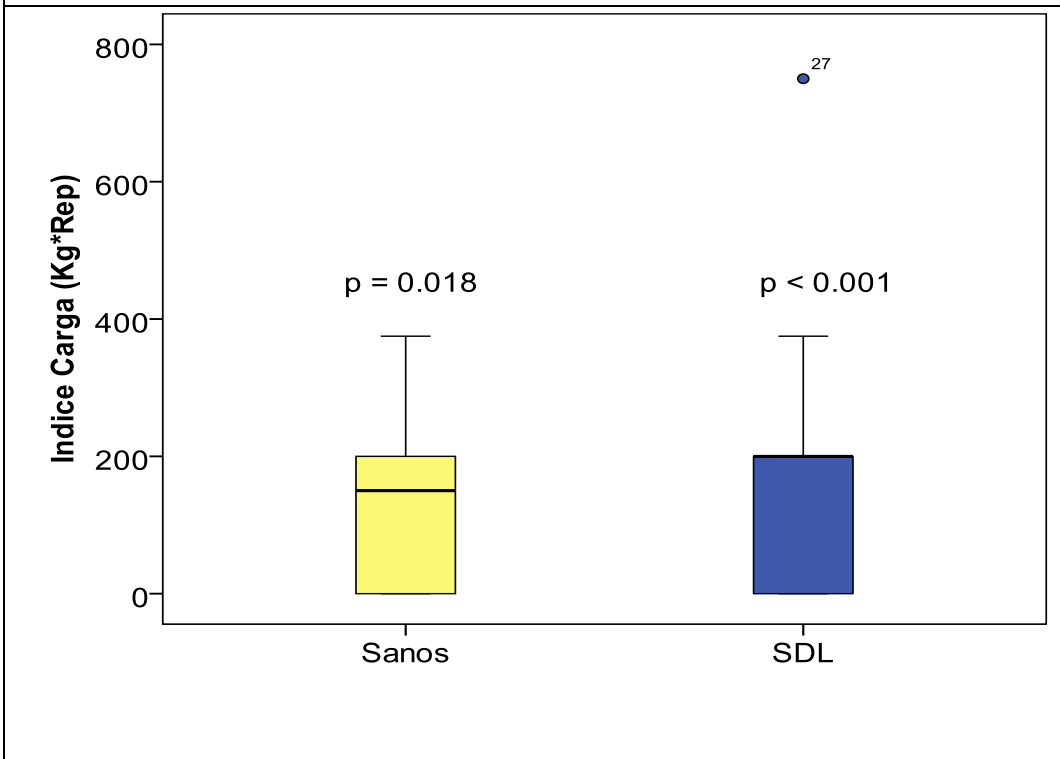
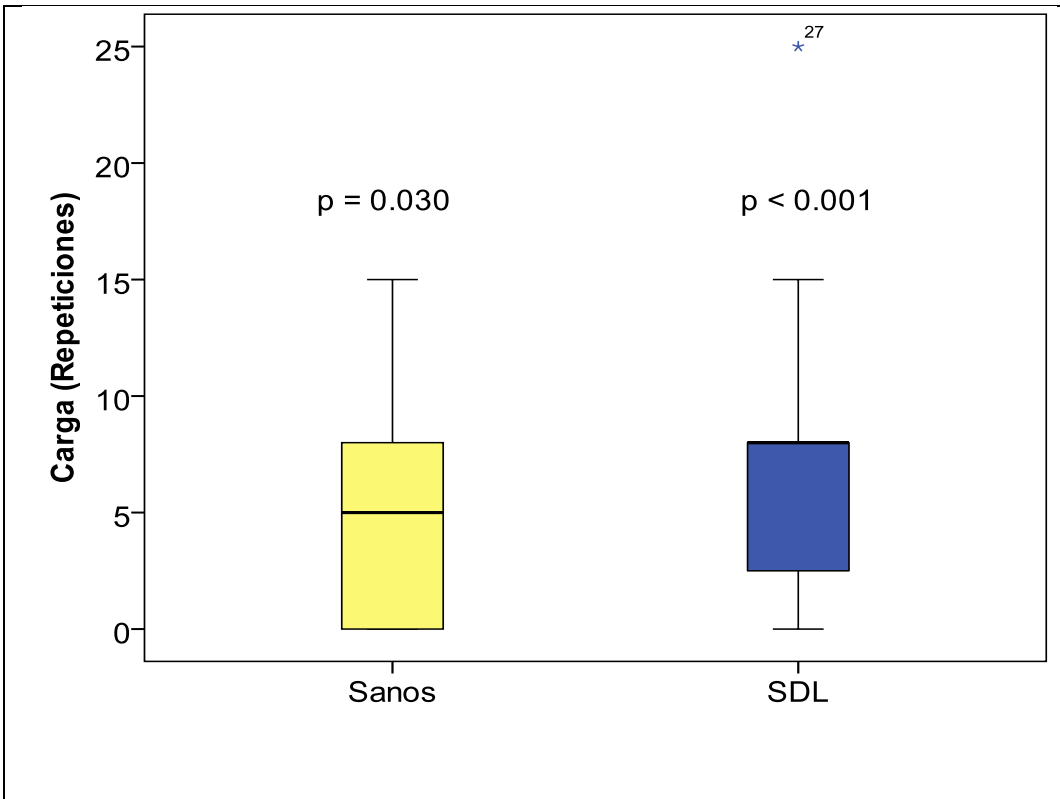


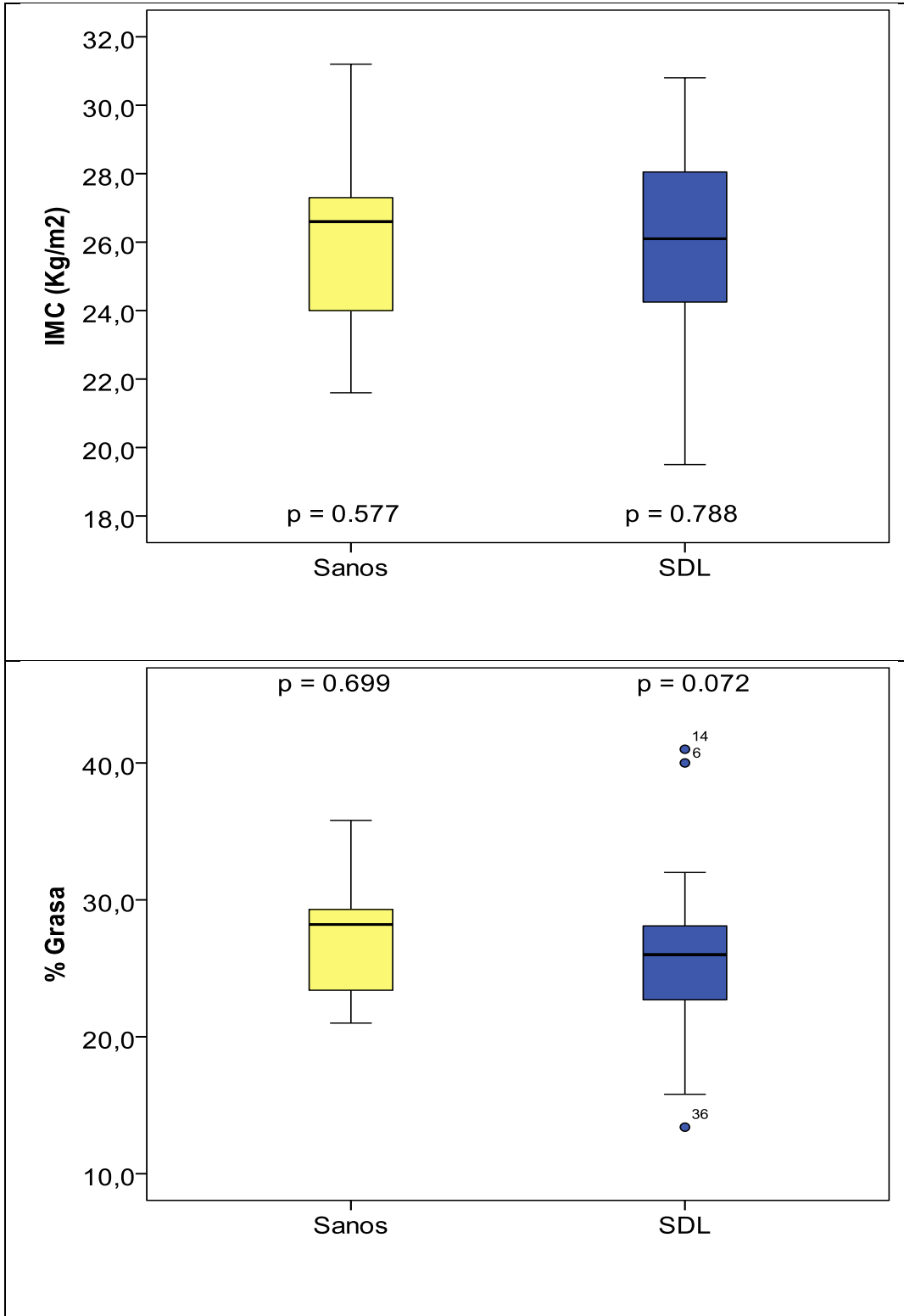


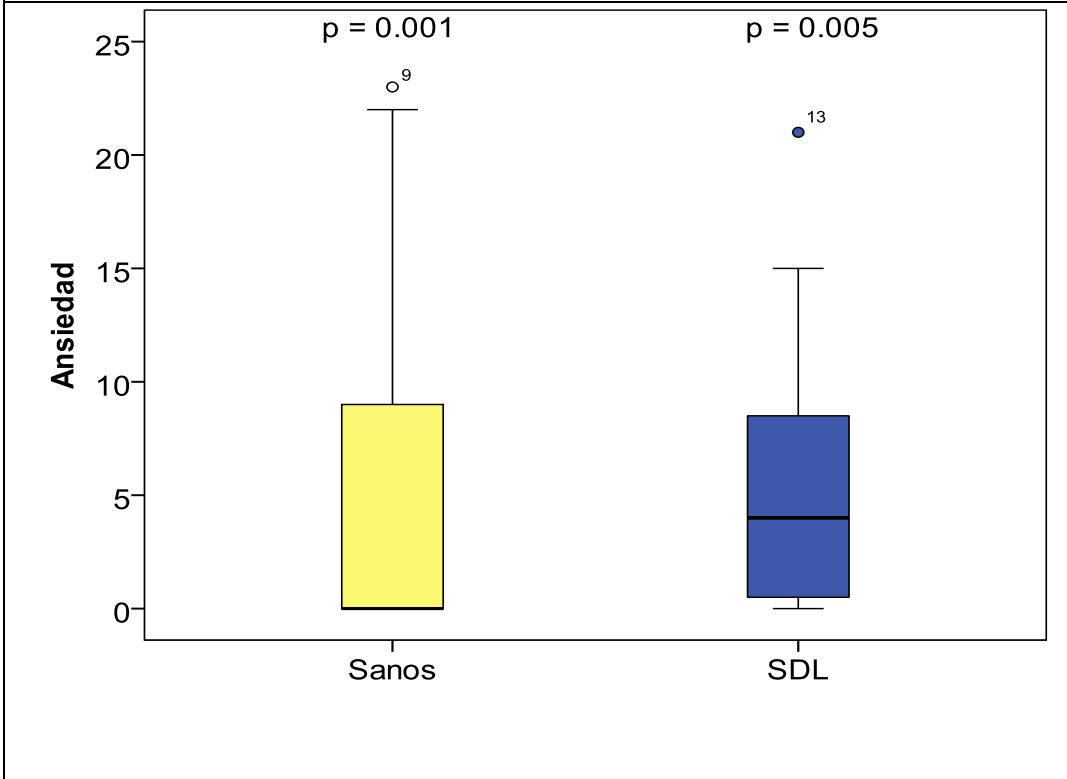
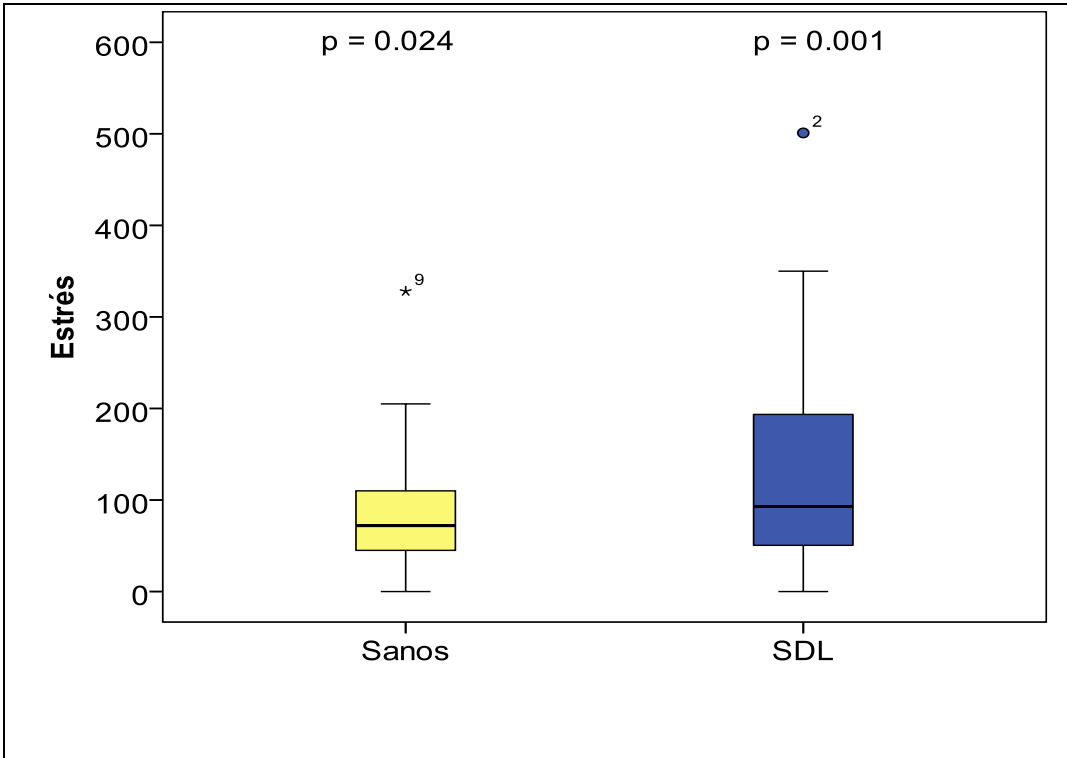


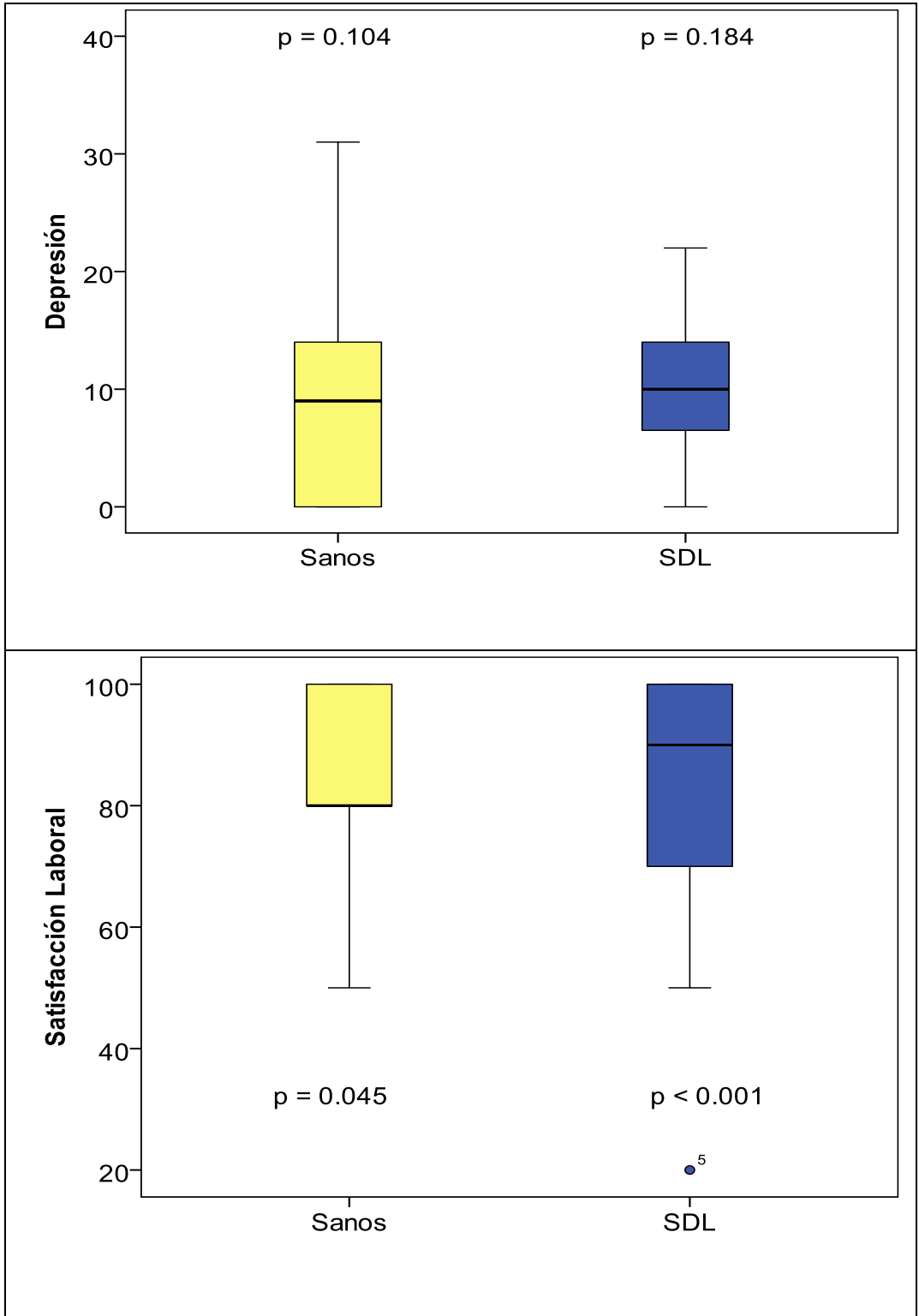


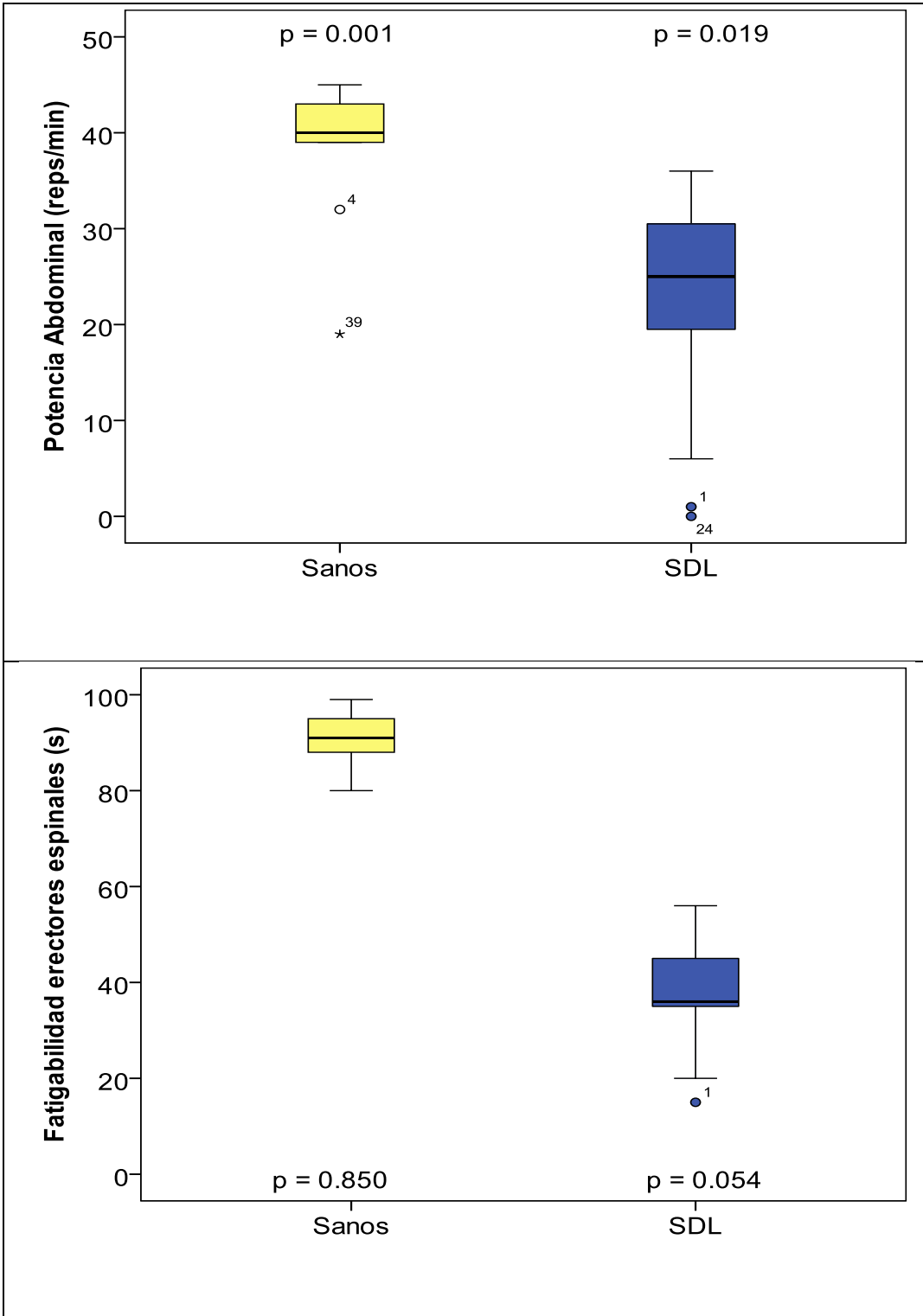


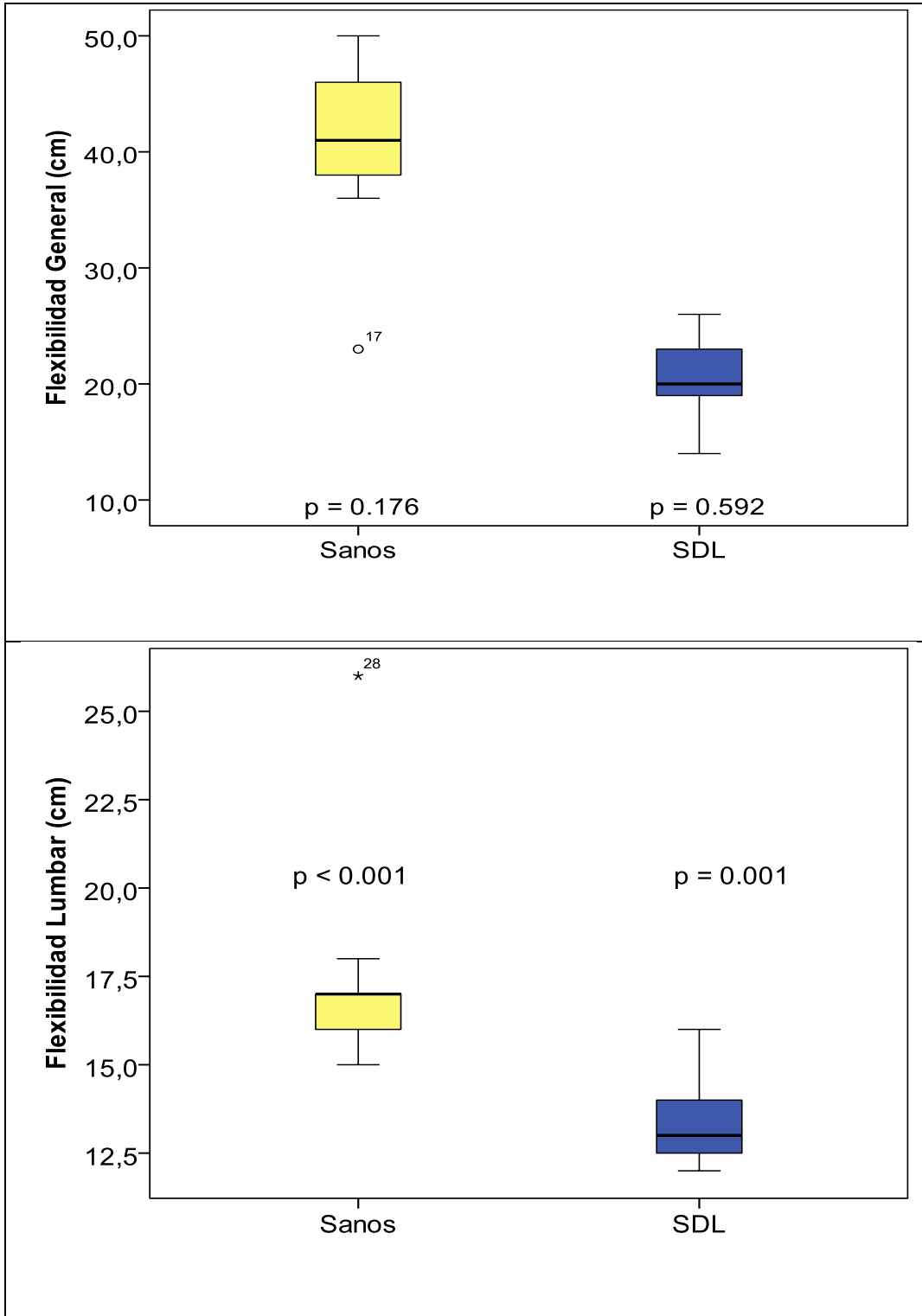


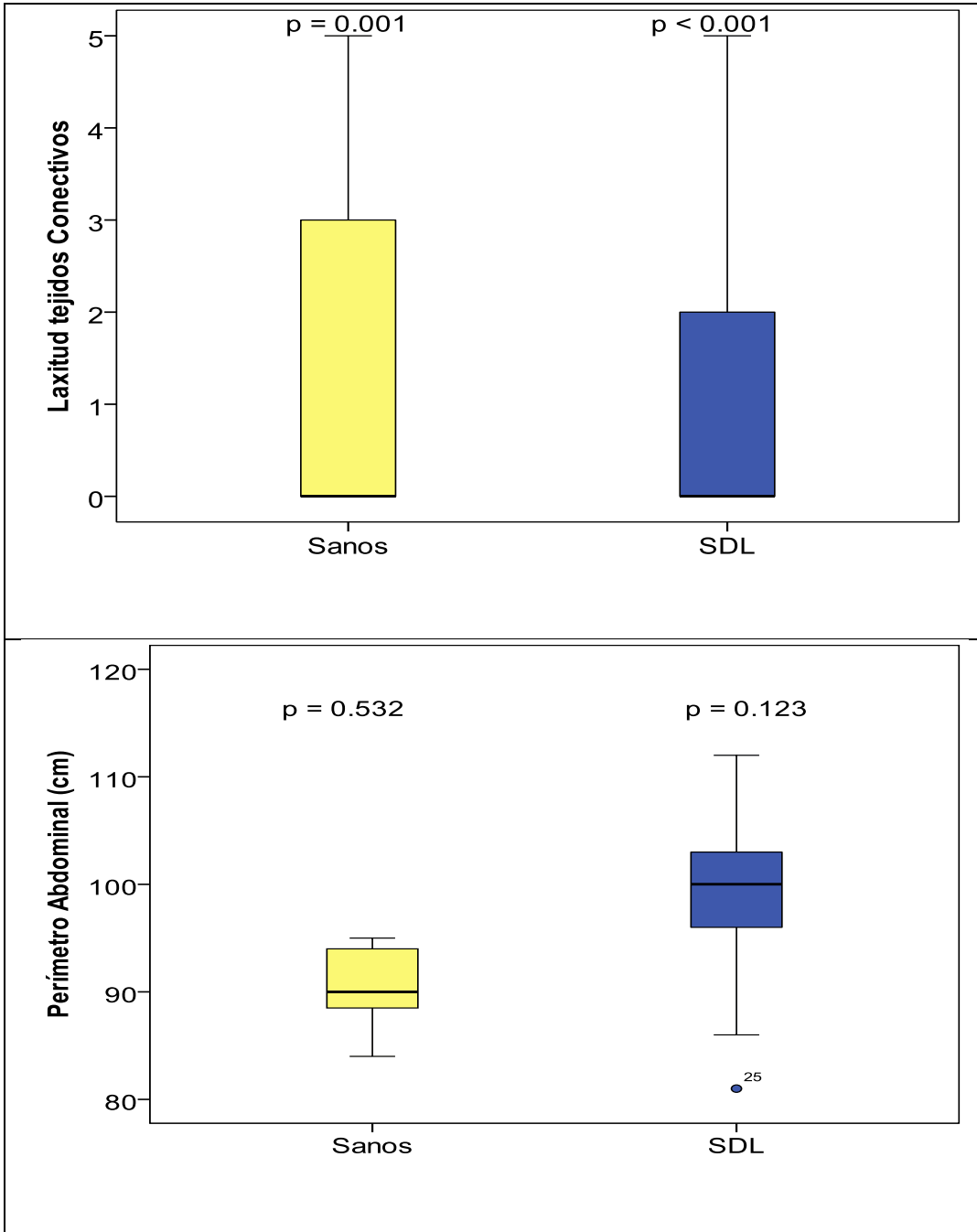












**Figura 21.** Distribución mediante caja y bigotes de las variables estudiadas.

\*El valor de significación corresponde a la prueba de normalidad de Shapiro Wilk

Las dos tablas de contingencia siguientes muestran los porcentajes para las variables nominales Postura durante el trabajo y longitud extremidades inferiores. Alineación Mecánica Corporal

**Tabla 11.** Tabla de contingencia para la variable postura durante el trabajo

		Postura Trabajo			Total
		Sentado	Agachado	De pie	
Sanos	Recuento (N)	9	1	3	13
	Porcentaje	69,2%	7,7%	23,1%	100,0%
SDL	Recuento (N)	19	0	8	27
	Porcentaje	70,4%	,0%	29,6%	100,0%

**Tabla 12.** Tabla de contingencia para la variable Long. Extremidades Inferiores.

		Long. Extr Inferiores		Total
		Asimetría	Simetría	
Sanos	Recuento (N)	2	11	13
	Porcentaje	15,4%	84,6%	100,0%
SDL	Recuento (N)	3	24	27
	Porcentaje	11,1%	88,9%	100,0%

**Tabla 13.** Tabla de contingencia para la variable Alineación Mecánica Corporal

		Alineación Mecánica Corporal				Total
		Alineación correcta	Hiperlord.	Hipolord.	Otras	
Sanos	Recuento (N)	11	2	0	0	13
	Porcentaje	84,6%	15,4%	,0%	,0%	100,0%
SDL	Recuento (N)	9	11	5	2	27
	Porcentaje	33,3%	40,7%	18,5%	7,4%	100,0%



**Tabla 14.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Variables	Prueba de Shapiro Wilk (nivel de significación)	
	Sanos	SDL
Edad (años)	0.101	0.039
Estatura (m)	0.910	0.002
Peso (Kg)	0.418	0.430
Años Empresa	0.089	0.002
Horas Conducción	0.001	< 0.001
A.F. (horas/sem)	0.053	<0.001
Horas Postura	0.001	< 0.001
Carga (Kg)	0.002	< 0.001
Carga (Repeticiones)	0.030	< 0.001
Indice Carga (Kg*Rep)	0.018	< 0.001
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	0.577	0.788
% Grasa	0.699	0.072
Estrés	0.024	0.001
Ansiedad	0.001	0.005
Depresión	0.104	0.184
Satisfacción Laboral	0.045	< 0.001
Potencia Abdominal (reps/min)	0.001	0.019
Fatigabilidad erectores espinales (s)	0.850	0.054
Flexibilidad General (cm)	0.176	0.592
Flexibilidad Lumbar (cm)	< 0.001	<0.001
Laxitud tejidos Conectivos	0.001	< 0.001
Perímetro Abdominal (cm)	0.532	0.123

Tal y como se muestra en las figuras de cajas y bigotes (Figura 21) y la Tabla 14, donde se refleja los valores de significación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, las variables peso, IMC, porcentaje de grasa,

depresión, fatigabilidad de los músculos erectores espinales, flexibilidad general y perímetro abdominal cumplen el supuesto de normalidad ( $p > 0.05$ ) y serán analizadas mediante pruebas paramétricas, mientras que las demás variables se analizarán, al no cumplir la distribución normal, mediante pruebas no paramétricas.

Además, las variables categóricas y ordinales del estudio se han expresado también mediante tablas de contingencias, que se muestran en páginas anteriores y se realizó la estadística inferencial mediante la prueba de chi cuadrado para las citadas variables del estudio.

Tras el análisis de normalidad, en la tabla 15 se detalla la estadística descriptiva de todas las variables estudiadas así como el resultado de la estadística inferencial realizada entre ambos grupos (prueba t para muestras independientes o prueba U de Mann-Whitney).

En la tabla 15 se aprecia como el grupo de pacientes sanos muestra valores estadísticamente significativos mayores que el grupo con SDL en las variables potencia abdominal (Sanos:  $38.85 \pm 16.87$ ; SDL:  $23.15 \pm 9.58$ ;  $p < 0.001$ ); fatigabilidad de los erectores espinales (Sanos:  $91.00 \pm 5.53$ ; SDL:  $38.33 \pm 9.25$ ;  $p < 0.001$ ); flexibilidad general (Sanos:  $40.69 \pm 7.14$ ; SDL:  $20.89 \pm 2.96$ ;  $p < 0.001$ ); flexibilidad lumbar (Sanos:  $17.19 \pm 2.76$ ; SDL:  $13.14 \pm 0.94$ ;  $p < 0.001$ ). Además los sujetos sanos mostraron valores estadísticos significativos menores en la variable perímetro abdominal (Sanos:  $90.69 \pm 3.51$ ; SDL:  $99.15 \pm 3.62$ ;  $p < 0.001$ ), Alineación mecánica corporal (Sanos:  $1.15 \pm 0.37$ ; SDL:  $20.00 \pm 0.92$ ;  $p < 0.021$ ), destacando que valores menores en estas dos últimas variables suponen un mejor resultado en ambas pruebas.

**Tabla 15.** Comparativa entre grupo sano y grupo con SDL

Variables	Sanos (n=13)	SDL (n=27)	Nivel signific. (p)
Edad (años)	38.08 (9.66)	39.89 (13.11)	0.828
Estatura (m)	1.72 (0.07)	1.71 (0.07)	0.684
Peso (Kg)	76.00 (9.80)	75.96 (9.09)	0.991 <sup>d</sup>
Años Empresa (años)	11.38 (10.19)	14.19 (12.35)	0.580
Horas Conducción (horas)	5.07 (3.59)	4.33 (3.60)	0.458
A.F. (horas/sem)	1.76 (1.89)	1.70 (3.25)	0.489
Postura Trabajo	1.54 (0.87)	1.59 (0.93)	0.330 <sup>a</sup>
Horas Postura (horas)	6.73 (1.87)	6.96 (1.99)	0.454
Carga (Kg)	16.54 (14.19)	17.78 (11.79)	0.747
Carga (Repeticiones)	4.85 (4.67)	6.37 (5.46)	0.407
Índice Carga (Kg*Rep)	126.9 (118.7)	157.4 (157.1)	0.670
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	26.36 (2.79)	25.98 (2.92)	0.699 <sup>d</sup>
% Grasa	27.17 (4.379)	25.82 (5.91)	0.472 <sup>d</sup>
Estrés	105.8 (89.7)	136.7 (111.4)	0.465
Ansiedad	5.54 (8.46)	5.30 (5.27)	0.400
Depresión	9.54 (9.25)	9.78 (6.11)	0.923 <sup>d</sup>
Satisfacción Laboral	83.85 (16.60)	82.74(20.36)	0.952
Potencia Abdominal (reps/min)	38.85 (6.87)	23.15 (9.58)	<b>&lt;0.001</b>
Fatigab. erectores espinales (s)	91.00 (5.53)	38.33 (9.25)	<b>&lt; 0.001<sup>d</sup></b>
Flexibilidad General (cm)	40.69 (7.14)	20.89 (2.96)	<b>&lt; 0.001<sup>d</sup></b>
Flexibilidad Lumbar (cm)	17.19 (2.76)	13.14 (0.94)	<b>&lt;0.001</b>
Laxitud tejidos Conectivos	1.31 (1.93)	1.07 (1.70)	0.709
Perímetro Abdominal (cm)	90.27 (3.51)	99.15 (6.32)	<b>&lt; 0.001<sup>d</sup></b>
Alineación Mecánica Corporal	1.15 (0.37)	2.00 (0.92)	<b>0.021<sup>a</sup></b>
Longitud extremidades	1.85 (0.37)	1.89 (0.32)	0.702 <sup>a</sup>
<sup>d</sup> Prueba t de student para muestras independientes.			
<sup>a</sup> Prueba chi cuadrado.			
Las demás variables no indicadas con <sup>a,d</sup> se midieron con la prueba U de Mann-Whitney			



# DISCUSION



*ugr*

Universidad  
de Granada



## 4. DISCUSION

La vinculación entre en SDL y la condición física de las personas ha sido referenciada en diversas publicaciones y ampliamente expuesta en el marco teórico de la presente tesis. Nourbakhsh & Arab (2002) investigaron la asociación entre factores mecánicos y el SDL en 600 sujetos divididos en 4 grupos: 150 hombres sanos, 150 mujeres sanas, 150 hombres con SDL y 150 mujeres con SDL todos con 43 años de edad promedio. Los investigadores concluyeron que la capacidad aeróbica de los músculos extensores de columna lumbar tenía la más alta asociación con la incidencia del SDL. En nuestro estudio la diferencia de capacidad aeróbica de los erectores espinales entre la población sana y la población con SDL se expresó con un nivel de significación  $p < 0.001$ , considerando la población exclusivamente masculina con edad promedio menor que los grupos explorados por Nourbakhsh & Arab (grupo sano  $38.08 \pm 9.66$  años y el grupo con SDL  $39.89 \pm 13.11$  años. Lo anterior supone que no obstante las diferencias de sexo y edad, el deterioro en la capacidad aeróbica de los erectores espinales se presentaría preferentemente en sujetos con SDL. Biering-Sorensen (1984) propuso que el deterioro de la capacidad aeróbica de estos músculos puede ser un indicador de utilidad como predictor de episodios de SDL.

Se ha comparado también en estudios previos (Taechasubamorn, et al., 2010) variables relacionadas con la salud en trabajadores con SDL crónico y trabajadores sanos, hallando diferencias significativas para la capacidad aeróbica de los extensores de columna. En este estudio, el tiempo de resistencia del grupo con SDL crónico fueron notoriamente más bajos que los del grupo de control ( $p = 0.002$ ), por lo que los autores proponen que el entrenamiento de resistencia de los músculos extensores de columna debería ser una prioridad en programas de prevención y rehabilitación de trabajadores con SDL crónico. Esta propuesta aplica también a nuestra población laboral estudiada considerando que los valores reportados por nosotros referidos a la pobre condición de los erectores espinales tienen alto nivel de significancia y entregan fundamentos para incluir el entrenamiento de resistencia de erectores espinales en los trabajadores con el propósito de prevenir y controlar el SDL .

Otros autores (Ershad, et al., 2009) al comparar sujetos con SDL crónico frente a sujetos sanos, encontraron baja activación de los músculos abdominales en los sujetos enfermos y concluyeron que probablemente el dolor podría modificar el control neuromuscular y afectar el reclutamiento de fibras en los músculos abdominales. Otros investigadores (Lee, et al., 2001) mediante un estudio transversal en 1562 trabajadores exploraron las características de la fuerza muscular abdominal y hallaron que su debilidad se asociaba fuertemente al SDL, identificando esta baja capacidad funcional como un factor de riesgo de SDL, confirmando además la alta prevalencia del SDL en el trabajo. Los resultados hallados en nuestro estudio reportaron también una elevada prevalencia del SDL (67%) y una distribución de mejores valores de potencia muscular abdominal en los sujetos sanos sobre aquellos con SDL con un nivel de significancia de  $<0.001$ .

Considerando la coincidencia de los resultados y los fundamentos biomecánicos que respaldan los beneficios que los músculos abdominales aportan a la función de la columna lumbar, es razonable suponer que una mejor condición funcional de los músculos abdominales podría constituir un factor de protección para la incidencia y/o prevalencia de SDL en el trabajo.

Hultman, et al. (1992) estudiaron el diámetro del canal espinal, el movimiento sagital de la columna vertebral y la flexibilidad de la musculatura de los tendones de la corva en 3 grupos de hombres (un grupo sano, otro con SDL recurrente y otro con SDL crónico) a partir de una muestra total de 150 sujetos con edades entre 45-55 años. El grupo sano tenía mayor lordosis y mayor flexibilidad sagital que los otros grupos. La flexibilidad evaluada mediante la prueba de S&R demostró valores perceptiblemente más altos en el grupo sano y en el grupo con SDL recurrente que en el grupo con SDL crónico. A la luz de los resultados, los autores concluyen la conveniencia de restablecer el rango normal de movimiento para disminuir el riesgo de concurrencia del SDL. En nuestro estudio evaluamos sujetos más jóvenes con el test de S&R y hallamos en los sujetos sanos valores de  $40.69 \pm 7.14$  cm y en los sujetos con SDL valores de  $20.89 \pm 2.96$  cm; con un nivel de significación de  $p < 0.001$ . Al parecer el SDL recurrente, crónico o acontecido en el último año previo a la evaluación con S&R, restringe la flexibilidad y el rango de movimiento de flexión anterior



de columna. Probablemente el deterioro de esta variable pueda ser utilizada como predictor de SDL futuro o de agravamiento del SDL.

Otros autores (Youdas, et al., 2000) estudiaron una muestra de 30 hombres y 30 mujeres con SDL crónico y 54.9 años de edad promedio, hallando asociación entre los casos con SDL y diversas variables relacionadas con la condición física como: Inclinación pélvica anterior, incremento de lordosis lumbar, IMC, inhabilidad, nivel de actividad física, longitud de músculos de flexores de la cadera, fuerza abdominal y rango de movimiento para la flexión y extensión lumbar, además de diferencias relacionadas con la edad y sexo. En nuestro estudio la muestra fue exclusivamente masculina debido a que es la condición predominante del trabajador minero chileno, pero también hallamos asociación entre el SDL y variables relacionadas con la condición física tales como la potencia abdominal, fatigabilidad de erectores espinales, flexibilidad general y específica lumbar, perímetro abdominal y alineación mecánica corporal.

No es menor la cantidad de información disponible en materia de estudios sobre factores de capacidad física y su relación con el SDL agudo, subagudo y crónico. La tendencia de las publicaciones (Bjerkefors, et al., 2010; Ershad, et al., 2009; Evcik & Yucel, 2003; Panjabi, 2003; Panjabi & White, 1980) se inclina a favor de la relación entre el SDL y el deterioro de la condición física del sujeto que lo padece. Sin embargo, parte importante de lo publicado no permite establecer con plena seguridad la asociación entre las variables de la condición física y el SDL, de modo que, para formarse una opinión, es conveniente buscar apoyo en revisiones bibliográficas que describan, comparen y concluyan con evidencias científica relevantes (Bjoldal et al., 2008). Este es el caso de la guía de Waddell & Burton (2001) que a partir de las evidencias publicadas en diversas bases de datos, generó un marco de información que aporta al manejo racional del SDL, ya que organiza lo publicado como evidencia científica fuerte moderada, limitada, contradictoria, según el diseño de investigación utilizado para estudiar factores de riesgo físico, psicosocial y efectividad de las terapias, medidas de prevención, entre otros temas.

Yu, Roht, Wise, Kilian, & Weir (1984) describieron algunos factores predisponentes de SDL, identificando riesgos individuales (edad, sexo, antropometría, fuerza muscular, mala salud general, factores psicológicos, y episodios anteriores de SDL) y riesgos del trabajo (trabajo pesado, elevación de cargas, la flexión y rotación de tronco). Ellos describieron la utilidad de la selección pre-ocupacional de los trabajadores, la educación, la formación respecto de los métodos correctos de elevación y transporte de cargas, el diseño ergonómico de los procedimientos de trabajos de elevación, y el entrenamiento de la aptitud en la prevención del SDL en el trabajo. Los autores proponen el protagonismo que debería tener la ergonomía en la prevención del SDL en el trabajo. Relacionado con este tema, otros autores han agregado a los factores ocupacionales antes descritos, el incremento del tiempo de permanencia en un trabajo con demanda física luego de concluir que este factor incrementaba la frecuencia de episodios de SDL (Norman, et al., 1998). En nuestro estudio la población trabajadora operaba con igualdad de horarios, igualdad de horas de sobre tiempo y turnos. En general, los individuos estudiados por nosotros desempeñaban sus funciones según una misma organización de trabajo y con exigencias físicas similares acorde a las tareas asignadas a los cargos. Según los resultados de nuestro estudio, las diferencias entre los grupos sanos y enfermos, se vincularon solo con la condición física de los sujetos, a partir de lo cual nosotros determinamos la significancia estadística de las variables de dicha condición reconociendo las que se asociaban al grupo con SDL o al grupo de trabajadores sanos.

Vismara, et al. (2010) mostraron en su estudio una asociación significativa entre SDL crónico y factores de riesgo de la condición física, tales como la obesidad, hiperlordosis, inclinación pélvica anterior y reducción de la movilidad lumbo-pélvica, pero además demostraron que el deterioro de estos factores podía ser revertido eliminando con ello el factor de riesgo y la probabilidad de concurrencia del SDL. Sobre esta misma materia Rainville, et al. (1976) estudiaron la respuesta de la actividad física en 40 pacientes con SDL evaluando la flexibilidad, potencia muscular abdominal y resistencia de erectores espinales al inicio y al final de un programa de rehabilitación. Los pacientes estudiados mejoraron significativamente todas las pruebas físicas recuperando el deterioro físico aún cuando el dolor lumbar no había sido

eliminado completamente. La actividad física, la instrucción o educación respecto del autocuidado y la manera de afrontar el SDL aportan a la recuperación de sujetos con SDL en el trabajo (Christophe et al., 2006). La actividad física o ejercicios físicos terapéuticos controlados en sujetos con SDL constituyen una medida conveniente de aplicar en sujetos con SDL porque mejoran las expectativas de recuperación y disminuyen la inhabilidad de los trabajadores (Casado Morales, et al., 2008b). En nuestro estudio, los sujetos con SDL presentaron déficit de condición física en variables físicas similares a las reportadas por los autores mencionados en este apartado (potencia abdominal, capacidad aeróbica, flexibilidad, anteversión pélvica) por ello es razonable suponer que un programa de rehabilitación física bien concebido y ejecutado podría revertir el deterioro físico aun cuando el dolor lumbar persista y podría reducir o eliminar la incapacidad laboral por SDL. Someter los sujetos con SDL a uno o más programas de rehabilitación podría ser una línea futura de trabajo con el propósito de identificar la mejor alternativa rehabilitadora.

La anormalidad de los factores de capacidad física en sujetos con SDL ha promovido estudios que intentan identificar su valor predictivo para el SDL crónico. Al respecto, se han identificado predictores como la restricción del rango de movimiento de la columna vertebral, pérdida de fuerza muscular del tronco entre otros (Nourbakhsh & Arab, 2002; Papageorgiou, et al., 1996; Stroyer & Jensen, 2008; Taechasubamorn, et al., 2010; Thomas, et al., 1998; Valat, et al., 1997). Nosotros encontramos factores comunes de deterioro de la condición física asociados al grupo con SDL como la potencia abdominal, el deterioro de la capacidad aeróbica de los erectores espinales y la disminución de la flexibilidad general y específica lumbar, resultados que van en la misma dirección que aquellos encontrados en publicaciones anteriores referidas al tema.

Otros autores han encontrado capacidad predictiva asociada al deterioro de la flexibilidad global y específica lumbar. No obstante lo anterior, un predictor con el cual concuerda la mayoría de los autores es la historia previa de SDL, al respecto un estudio de cohorte única compuesta por 2715 sujetos controlados durante un año (Papageorgiou, et al., 1996) demostró que

la historia previa o recurrencia de SDL durante los últimos 12 meses posee una fuerte capacidad predictiva para el SDL.

En esta materia, además es necesario considerar otros factores condicionantes o predictores personales de riesgo de SDL. Sobre ello, se publicó el año 2010, un estudio transversal referido al predominio del SDL (Knauer, et al., 2010) crónico en 732 sujetos de más de 44 años comparado con un grupo de sujetos jóvenes (con edades entre 21 y 44 años). Los autores encontraron una prevalencia mayor de SDL (12.3% contra 6.5% respectivamente), mayor discapacidad y síntomas más prolongados en el grupo de mayor edad. Los autores concluyeron que en la manifestación del SDL hay evidentes diferencias referidas a la edad de los sujetos y que esta es una condición capaz de determinar la prevalencia del SDL en una población. En nuestro estudio la edad de los sujetos de los grupos estudiados fue muy similar, el grupo sin SDL tenía en promedio  $38.08 \pm 9.66$  años mientras que el grupo con SDL tenía  $39.89 \pm 13.11$  años. Nuestra muestra era de una población especial de trabajadores mineros pertenecientes a un solo yacimiento y constituida por un bajo número de sujetos, hecho que constituye una limitación del estudio porque que no nos permitió hacer divisiones en grupos por edades, por lo anterior suponemos que una futura línea de trabajo podría ser ampliar la muestra y observar cómo influye la edad de los mineros en la concurrencia del SDL.

En la presente tesis la tasa de prevalencia global del SDL en la población estudiada fue de 67.5%, es decir, dos tercios de la población presentó SDL dentro de los 12 meses previos a la fecha del estudio, había perdido uno o más días de trabajo y había consultado médico u otro profesional de la salud en razón del cuadro doloroso de espalda baja. Por lo expuesto, la población total de nuestra muestra tiene un riesgo o probabilidad de ocurrencia anual de SDL de un 67.5%. Esto es similar a las cifras exploradas en países industrializados en los que la recurrencia anual oscila entre 58% a 78% (Apeldoorn et al., 2010), pero diferente a la situación de los Estados Unidos donde la prevalencia anual del SDL oscila entre el 15% y el 20% (Nelson, 2007).

Como se mencionó anteriormente, 5 variables o factores de condición física que nosotros exploramos en los trabajadores se asociaron estadísticamente al SDL. Las variables significativas fueron potencia abdominal (sanos:  $38.85 \pm 6.87$ ; SDL:  $23.15 \pm 9.58$ ;  $p < 0.001$ ); fatigabilidad de los erectores espinales (sanos:  $91.00 \pm 5.53$ ; SDL:  $38.33 \pm 9.25$ ;  $p < 0.001$ ); flexibilidad general (sanos:  $40.69 \pm 7.14$ ; SDL:  $20.89 \pm 2.96$ ;  $p < 0.001$ ); flexibilidad lumbar (sanos:  $17.19 \pm 2.76$ ; SDL:  $13.14 \pm 0.94$ ;  $p < 0.001$ ), perímetro abdominal (sanos:  $40.69 \pm 7.14$ ; SDL:  $20.89 \pm 2.96$ ;  $p < 0.001$ ), alineación mecánica corporal (sanos:  $40.69 \pm 7.14$ ; SDL:  $20.89 \pm 2.96$ ;  $p < 0.001$ ).

En materia de registros de potencia abdominal evaluado en nuestro estudio y considerando la edad promedio de los grupos sin SDL y con SDL y el promedio de flexiones de tronco por minuto en el grupo sin SDL ( $38.85 \pm 6.87$ ) y con SDL ( $23.15 \pm 9.58$ ), la potencia mencionada puntuó, para el grupo con SDL como “menos que suficiente” y expresa el deterioro de la función muscular abdominal en dicho grupo. Esto es coincidente con los resultados hallados por otros autores (Lee, et al., 2001) quienes midieron la fuerza muscular abdominal en 1562 empleados de una empresa hallando que la debilidad de los músculos abdominales se asociaba con fuerza al SDL e identificando la baja capacidad funcional que los trabajadores tenían respecto de los músculos abdominales como un factor de riesgo para el SDL.

Respecto de la debilidad de los músculos abdominales en sujetos con SDL crónico, existen autores previos (Ershad, et al., 2009) que estudiaron el patrón de reclutamiento muscular durante las tareas de elevación de cargas de 6 y 12 kg en dos grupos, uno compuesto por 10 sujetos con SDL y otro por 10 controles sanos emparejados por sexo. La evaluación electromiográfica de los músculos del tronco durante la elevación de cargas identificó una menor activación de los músculos abdominales en sujetos con SDL crónico en comparación con los sujetos sanos. A la luz de estos resultados los autores concluyeron que el SDL modifica la función del control neuromuscular afectando el reclutamiento de los músculos abdominales. Contrariamente al comportamiento electromiográfico de los músculos abdominales, los erectores espinales incrementaron su actividad en el grupo con SDL probablemente para estabilizar la columna lumbar y controlar la flexión/extensión de tronco.

Según lo anterior, es razonable encontrar en trabajadores con SDL una menor activación de los músculos abdominales y en consecuencia una disminuida capacidad física para realizar tareas de elevación y transporte manual de cargas considerando que los músculos abdominales incrementan la PIA. Adicionalmente, la disminución de la actividad de los abdominales podría ser la causa de desequilibrio pélvico, generar hiperlordosis e incrementar el riesgo de SDL. En nuestro grupo de estudio nosotros observamos que los sujetos con SDL tenían muy baja capacidad muscular abdominal y al mismo tiempo hiperlordosis lumbar.

En materia de PIA y la influencia que sobre ella tienen los músculos abdominales, en un estudio previo (Kawabata, et al., 2010) en el que se midió la PIA durante el esfuerzo isométrico de elevación al 0, 30, 45, 60, 75, 90 y 100% del esfuerzo máximo en 10 atletas altamente entrenados y 11 hombres sanos mientras realizaban la maniobra de Valsalva. Los autores midieron la PIA usando un transductor de presión intrarectal durante la elevación de tronco concluyendo que el desarrollo de la PIA está fuertemente asociada al esfuerzo de elevación creciente de los músculos abdominales y que los músculos del tronco pueden modificar el desarrollo de dicha presión. En el mismo estudio, los autores también calcularon los volúmenes respiratorios inmediatamente antes y después de la elevación y concluyeron que el comportamiento inspiratorio durante la elevación puede ser modificado (Kawabata, et al., 2010). Estos resultados fundamentan la importancia que tiene la musculatura abdominal en el incremento de la PIA y en consecuencia la necesidad de mantenerla en óptimas condiciones de funcionalidad para proteger la columna vertebral de episodios de SDL, más aún en trabajadores que realizan esfuerzos de elevación de carga. Lo anterior es importante en el caso de los trabajadores mineros de nuestro estudio porque insiste en la necesidad de mantener una buena faja abdominal y una buena coordinación inspiratoria ya que todos ellos están expuestos al riesgo de SDL cada vez que elevan y o transportan cargas manualmente.

Como se citó anteriormente, algunos factores de la condición física pueden ser mejorados y permitir que los trabajadores con SDL recobren su capacidad física eliminando el factor de riesgo individual (Vismara, et al., 2010).

En el caso particular de la debilidad de los músculos abdominales en sujetos con SDL, algunos autores (Bjerkefors, et al., 2010) han evaluado los niveles de activación electromiográfica del transverso abdominal y del recto anterior del abdomen durante la ejecución de cinco ejercicios comunes de estabilización de tronco realizados en posiciones de rodilla, supino, y de cuatro puntos, con y sin contracción continua de abdominales. Los resultados demostraron que estos ejercicios aumentaban selectivamente la activación del transverso abdominal (aislado del recto anterior del abdomen) solo con la instrucción específica de exhalar aire con un movimiento abdominal (contracción mantenida de abdominales) y que esta actividad electromiográfica se mantenía durante las inclinaciones laterales y en algunos ejercicios asimétricos. El estudio concluye mencionando que los ejercicios mencionados, incrementaron los niveles de activación electromiográfica del transverso abdominal de un 4% hasta un 43% durante esfuerzo máximo, por ello los autores proponen utilizar ejercicios similares con contracción abdominal voluntaria en los programas de actividad física dirigidos a trabajadores con SDL que tengan como objetivo fortalecer los músculos abdominales para estabilizar la columna vertebral y mejorar la PIA para reducir el riesgo de incidencia de SDL.

Desde el punto de vista ergonómico es necesario tener en cuenta que la eficacia estabilizadora de los músculos abdominales depende de la altura a la cual se recogerá la carga, de hecho se ha demostrado que en la medida que se incrementa la altura de la carga, la estabilidad proporcionada por los abdominales se deteriora. Respecto de esta materia, algunos autores plantean que el sistema nervioso central disminuye la capacidad muscular y evita que el sujeto mediante la percepción de inestabilidad, asuma tareas de elevación en posiciones altas disminuyendo con ello el riesgo de lesión de espalda (Arjmand, Shirazi-Adl, & Parnianpour, 2008).

Desde hace tiempo se conoce la relación entre el SDL y el deterioro de la fuerza muscular abdominal, de hecho hay referencias de investigadores (Harman, et al., 1988; Hemborg, et al., 1985; Kawabata, et al., 2010) que han estudiado la actividad de los músculos del tronco en diversas exigencias físicas y durante maniobras de elevación en sujetos para comparar la fuerza muscular

del tronco y el comportamiento de la PIA. Los investigadores sometieron a individuos a exigencias de fuerza de flexión y de extensión de tronco y a diversas elevaciones estandarizadas de carga mientras se registraba PIA y la actividad del EMG de los músculos abdominales oblicuos. Los resultados demostraron que los pacientes con SDL reducen la fuerza muscular abdominal en un 25% en comparación con la fuerza de los controles sanos (Hemborg, et al., 1985). En nuestro estudio, el grupo con SDL también registró un deterioro de la funcionalidad de los músculos abdominales expresada por el deterioro al 60% de la potencia abdominal comparado con el grupo sin SDL, esto es algo diferente al 25% del deterioro de la fuerza muscular (fuerza vs. potencia). No obstante las diferencias asociadas a los procedimientos de evaluación de las funciones musculares, el SDL parece afectar al menos el control motor de la columna vertebral y su biomecánica, deteriorando la funcionalidad de la columna y cuya expresión de deterioro nosotros evaluamos en nuestra población de estudio.

En la presente tesis, la fatigabilidad de los erectores espinales del grupo con SDL, calificó en promedio como extremadamente baja y se asoció estadísticamente al grupo con SDL. Los sujetos con SDL registraron un promedio y desviación típica igual a  $38.33 \pm 9.25$ s en el test de Biering-Sorensen, muy por debajo de los estándares propuestos por el autor (163s para hombres con SDL). El grupo de sujetos sin SDL registró un promedio y desviación típica de  $91.00 \pm 5.53$ s para el mismo test, tiempo que también está por debajo de los estándares (198s) de estudios anteriores (Biering-Sorensen, 1984). Resultados encontrados en un estudio similar (Stewart, et al., 2003) coinciden con este hallazgo. Se estudió un grupo de trabajadores mineros del carbón para identificar los tiempos de resistencia de los erectores espinales con el test de Biering-Sorensen y su relación con la historia de SDL. Se encontraron también tiempos de duración perceptiblemente más bajos comparados con los estándares de la prueba original de Biering-Sorensen. En nuestro estudio La resistencia a la fatiga en el grupo sin SDL fue muy superior a la media del grupo con SDL. La pérdida de la normal capacidad de aeróbica de los músculos erectores espinales es una condición que puede ser causa de SDL siendo además un predictor de episodios de SDL (Kong, et al., 1996).



Considerando el mismo tema, (resistencia de los erectores espinales y concurrencia de SDL), estudios recientes (Heydari, et al., 2010) han obtenido resultados similares, aunque con metodología de evaluación diferente. En el citado estudio se evaluó una muestra de 120 trabajadores de área de la salud con y sin SDL a los que midieron la funcionalidad de los músculos erectores espinales en el nivel L3-L4 concluyendo que en los sujetos con SDL se observaba disminución de la actividad electromiográfica en dichos músculos concluyendo, además, que ello se asociaba al riesgo creciente de desarrollar SDL en el futuro (Heydari, et al., 2010).

Referencias respecto de las materias descritas se tenía desde hace cierto tiempo, por información derivada de un estudio de cohorte anual con una muestra compuesta por 449 hombres y 479 mujeres con edades entre 40 y 60 años que concluyó que la resistencia isométrica normal de los músculos erectores de columna lumbar podría prevenir la concurrencia del SDL en hombres y que la debilidad de estos mismos músculos la que se asocia a la concurrencia de SDL (Biering-Sorensen, 1984).

Un estudio reciente (Taechasubamorn, et al., 2010) comparó variables de condición física entre trabajadores con SDL crónico y un grupo control sano emparejados por edad y sexo encontrando diferencias significativas entre el grupo con SDL crónico en la prueba de resistencia de los extensores de columna. Al igual que en la presente tesis, los tiempos de resistencia hallados en los músculos extensores del grupo con SDL crónico fueron perceptiblemente más bajos que los del grupo de control ( $p = 0.002$ ). Por lo anterior, los autores concluyeron que el déficit de resistencia de los extensores de columna es un factor de riesgo presente en los trabajadores con SDL crónico y proponen que el entrenamiento de resistencia de los músculos extensores de columna debería ser un tema prioritario en la prevención y rehabilitación de trabajadores con SDL crónico (Taechasubamorn, et al., 2010).

El año 2002, fue publicado un estudio de prevalencia con el propósito de investigar colectivamente la asociación entre 17 factores mecánicos y la concurrencia del SDL en una muestra de 600 sujetos (300 hombres y 300 mujeres) con 43 años de edad promedio (Nourbakhsh & Arab, 2002). Los

autores de dicho estudio observaron que la resistencia de los músculos extensores de columna lumbar se asociaba de manera distinta entre los grupos y observaron de la misma manera que en nuestros hallazgos, que la disminución de la resistencia de los músculos erectores de tronco se asociaba fuertemente al SDL.

Otro antecedente vinculado al tema de los erectores espinales y el SDL, se deriva de un estudio prospectivo de 3 años de desarrollo aplicado en una muestra de 303 sujetos adultos, deportistas con SDL los que tenían una respuesta muscular refleja lenta en los grupos flexores, extensores y oblicuos de tronco (Cholewicki, et al., 2005). En este estudio, los autores concluyeron que la respuesta muscular lenta es un factor de riesgo preexistente de la condición física para tener SDL y que no es un efecto derivado del SDL. Interesante antecedente respecto de la importancia que tiene la susceptibilidad de los individuos de presentar SDL cuando en su trabajo deben asumir tareas de demanda muscular y no disponen de las condiciones requeridas para ello. Por lo anterior es necesario incluir (en los exámenes pre ocupacionales y exámenes médicos anuales de los trabajadores) evaluaciones específicas que permitan valorar tempranamente la pérdida de condiciones físicas normales, esto significa incorporar en la valoración pre ocupacional al un mismo nivel de otros exámenes (audiometrías, espirometrías, radiografías de tórax, etc.) las pruebas de condición física particularmente en aquellos grupos de trabajadores que por las características de sus cargos tendrán que asumir exigencias de carga física estática y/o dinámica. Este estudio pretende gestionar estos resultados para incorporar estas evaluaciones en las evaluaciones pre-ocupacionales de los trabajadores.

Con el propósito de establecer un patrón resistencia muscular de los erectores espinales en sujetos con y sin SDL, se reclutaron 625 jóvenes a los que se aplicó el test modificado de Biering-Sørensen para resistencia muscular estática (Johnson, et al., 2009). En el citado estudio, se concluyó que los varones tenían resistencia más alta en los extensores que las mujeres y que los sujetos con SDL tenían menor capacidad aeróbica en sus extensores. Los autores asociaron la baja capacidad aeróbica de los extensores de espalda con la presencia de SDL. En nuestro estudio sólo compuesto por hombres, los del

grupo que tenían SDL también registraron un evidente deterioro del tiempo de fatiga de los músculos erectores espinales ( $38.33 \pm 9.25s$ ) comparado con el grupo de individuos sanos en los que el tiempo de fatiga fue de  $91.00 \pm 5.53s$ .

Respecto a la flexibilidad general y la flexibilidad específica lumbar, registraron valores significativamente más bajos en el grupo con SDL en comparación con el grupo sin SDL.

El valor promedio y desviaciones típicas de la flexibilidad general para el grupo sin SDL fue de  $40.69 \pm 7.14$  cm y para el grupo con SDL fue de  $20.89 \pm 2.96$  cm con un valor de significación  $<0.001$ . En el caso de la flexibilidad específica lumbar los valores promedio y de desviación típica según grupos fueron de  $17.19 \pm 2.76$  cm para el grupo sin SDL y de  $13.14 \pm 0.94$  cm para el grupo sin SDL.

Lo descrito implica que según la calificación de la flexibilidad general para el test de S&R (Christou, et al., 2006), el grupo con SDL califica con flexibilidad baja, mientras que en el mismo grupo la flexibilidad específica lumbar se encuentra en el límite de la hipomovilidad y movilidad normal según los valores del Test de Schober lumbar (Thomas, et al., 1998). Por el contrario, los valores de la flexibilidad general del grupo sin SDL califica como medio (en una categoría de alto, medio, regular, bajo) y la flexibilidad lumbar en el límite superior de la normalidad con la hipermovilidad.

Los efectos de la flexibilidad de la columna vertebral han sido estudiados en algunas publicaciones previas (Nordin, et al., 2003; Nordin, et al., 1994) que le atribuyen la capacidad de reducir impactos compresivos y de flexión y vinculando además la flexibilidad con las curvaturas de la columna vertebral que en condiciones de normalidad permiten soportar cargas más elevadas sin generar SDL (Nordin, et al., 2003; Nordin, et al., 1994).

Los valores hallados en esta tesis están orientados en similar dirección de los resultados obtenidos en otros estudios referidos a la flexibilidad y SDL. Por ejemplo, los hallazgos encontrados en relación a la asociación entre la disminución de la flexibilidad general y la incidencia de episodios de SDL en una cohorte de 1.5 año de seguimiento (Stroyer & Jensen, 2008). Resultados

similares sobre dicha asociación se encuentran en los hallazgos de Beiring–Sorensen respecto de la flexibilidad general estimada con S&R en un estudio longitudinal aplicado en 928 sujetos, hombres y mujeres entre 30 y 60 años. El autor evaluó la elasticidad/flexibilidad de isquiotibiales con el test S&R concluyendo que los sujetos con baja flexibilidad se asocian a la presencia y persistencia del SDL (Biering-Sorensen, 1984).

Con un enfoque algo distinto, pero con un propósito similar, (Hultman, et al., 1992) trabajó con 150 hombres con edades entre 45 y 55 años a quienes dividió en tres grupos (con columna sana, con SDL recurrente, y con SDL crónico) para estudiar, entre otras variables, la flexibilidad sagital de columna vertebral y la flexibilidad de los isquiotibiales con el test S&R encontrando que el grupo sano tenía valores perceptiblemente más altos que el grupo recurrente y el grupo con SDL crónico, proponiendo la necesidad de estudiar y discutir el beneficio de restaurar el rango normal de movimiento para reducir el riesgo de repetición de SDL (Hultman, et al., 1992).

Por otra parte, otro estudio intentando valorar la flexibilidad mediante el test S&R en sujetos trabajadores con/sin historia previa de SDL y valores promedio de 35 años, de 1.79 m y 85 kg (Grenier, et al., 2003) concluyeron que no distingue con absoluta certeza los sujetos con y sin SDL y refieren que el S&R es un test de cierta utilidad, pero un predictor cuestionable de SDL y que probablemente sea el movimiento de inclinación lateral de columna (y no la flexión anterior) el más indicado para hacer dicha predicción. En nuestro estudio los sujetos sanos obtuvieron valores de  $40.69 \pm 7.14$  cm y acorde a su edad  $38.08 \pm 9.66$  años calificaron con flexibilidad media, los sujetos con SDL obtuvieron valores menores de flexibilidad  $20.89 \pm 2.96$  cm y acorde a su edad  $39.89 \pm 13.11$  años calificaron con flexibilidad baja. Sin duda los resultados encontrados en nuestro estudio apuntan en la misma dirección de otras investigaciones relacionadas con la flexibilidad y el SDL en las que la disminución de la flexibilidad acompaña a los sujetos con SDL.

Respecto del sobrepeso-obesidad y perímetro de cintura, el 65% de la población estudiada calificó con sobrepeso-obesidad y la diferencia de IMC entre los grupos con SDL y sin SDL fue mínima, a saber, el promedio y

desviación típica del IMC en los sujetos sin SDL fue de  $26.36 \pm 2.79 \text{ kg/m}^2$  y en el grupo con SDL fue de  $25.98 \pm 2.92 \text{ kg/m}^2$ , el nivel de significancia estadística en los resultados de ambos grupos fue de  $p=0.69$ . Es decir, no hubo diferencia estadística entre el IMC de trabajadores con presencia o ausencia del SDL. Más aún, el grupo con SDL tenía un promedio y desviación típica de masa grasa de  $25.82 \pm 5.91\%$  mientras que el grupo sin SDL tenía un promedio de  $27.17 \pm 4.379\%$ . No obstante el IMC se distribuyó uniformemente en ambos grupos, la distribución corporal de la grasa en los trabajadores estableció diferencia entre ellos, ya que la totalidad del grupo con SDL tenía obesidad abdominal y en consecuencia un perímetro abdominal o ratio de cintura elevado. Esta variable se asoció estadísticamente al grupo con SDL y estableció diferencia significativa entre ambos grupos. El promedio y desviación típica de perímetro abdominal en el grupo con SDL fue de  $99.15 \pm 6.32 \text{ cm}$  mientras que en el grupo sin SDL fue de  $90.27 \pm 3.51 \text{ cm}$ . El estándar utilizado en esta tesis que considera saludable al hombre con perímetro de cintura menor a  $95 \text{ cm}$  según los estándares consensuado por la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO)(Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad, 2010).

Resultados similares a los que se encontraron en esta tesis respecto al perímetro de cintura han sido reportados por otros autores que han explorado simultáneamente diversos factores relacionados al peso corporal (Shiri, et al., 2008). Estos autores estudiaron 2579 sujetos entre 24 y 39 años, hombres y mujeres con SDL acontecido en los 12 meses anteriores al estudio y encontraron que solo el perímetro de cintura se relacionaba con SDL concluyendo que este se asocia al incremento del riesgo de SDL

Contrariamente a nuestros resultados, estudios recientes (Duruoz, et al., 2012) al estudiar el síndrome metabólico y la obesidad abdominal en pacientes con SDL crónico hallaron diferencias significativas en términos del IMC( $p = 0.034$ ), edad ( $p = 0.001$ ) y el perímetro de cintura ( $p = 0.048$ ) concluyendo que el SDL es un hallazgo frecuente en sujetos con obesidad abdominal y que los sujetos con SDL crónico y pacientes con alto IMC tienen mayor riesgo de síndrome metabólico (Duruoz, et al., 2012).

No obstante, en esta tesis, la muestra no incluyó mujeres porque se trabajó en el área de la minería donde los trabajadores son casi en su totalidad hombres, existen investigadores que han estudiado el comportamiento del perímetro de cintura en relación con el SDL ligado al sexo al estudiar la asociación de los síntomas del dolor de espalda con la circunferencia de la cintura en una población de 5887 hombres y 7018 mujeres con edades entre los 20 y 60 años y encontraron que en ambos sexos el incremento de perímetro de cintura generaba mayor riesgo de SDL, pero que el incremento del riesgo de tener SDL era perceptiblemente mayor en mujeres con perímetro de cintura sobre la norma (Han, et al., 1997).

Respecto del tema del sobrepeso-obesidad, ya se ha comentado previamente que en esta tesis no se encontró diferencias significativas de IMC entre los grupos con/sin SDL, probablemente por la alta prevalencia y distribución del problema en la población explorada y el tamaño de la misma. Sin embargo, algunos autores (Shiri, et al., 2009) mediante revisiones sistemáticas extensas han encontrado asociación entre el sobrepeso-obesidad, identificando la relación entre el sobrepeso/obesidad y el SDL. Algunos autores encontraron en revisiones bibliográficas sistemáticas que la mayoría de los estudios, la obesidad valorada según IMC se asociaba con la incidencia creciente de SDL en los últimos 12 meses, que las personas con sobrepeso tenían mayor incidencia de SDL que aquellos normopeso, pero menor incidencia de aquellos que eran obesos, concluyendo a la luz de los resultados, que el sobrepeso y la obesidad aumentan el riesgo de SDL agudo y crónico (Shiri, et al., 2009).

El 70% de la población explorada trabajaba en posición predominantemente sentada operando alguna máquina o camión y en consecuencia expuesta a vibraciones de cuerpo completo, el resto en posición predominantemente de pie. Todos podían asumir diariamente tareas de elevación y transporte manual de cargas, por periodos cortos aunque con riesgo de SDL debido al peso de los objetos a elevar (25 kg o más) y la distancia horizontal desde el objeto al cuerpo. Se expone lo anterior porque hay reportes de estudios que han asociado la obesidad-sobrepeso con las malas posturas y

la sobrecarga crónica de trabajo físico como factores de riesgo para el SDL crónico (Nelson, 2007).

En este estudio no se encontró diferencias estadísticamente significativas para la variable obesidad-sobrepeso en los grupos con/sin SDL, sin embargo la población tiene un riesgo alto de SDL según la tasa de prevalencia encontrada (67.5%). La gran prevalencia del SDL no se explica solo mediante el análisis de las variables planteadas, es probable que estén involucrados otros factores no explorados en esta tesis. En el caso de los sujetos con sobrepeso-obesidad, ellos incrementan el riesgo cuando además trabajan en posición sentada y se exponen a vibraciones de cuerpo entero o cuando ejecutan tareas de manejo manual de cargas.

Sobre el particular y luego de estudiar una cohorte, algunos investigadores (Miranda, et al., 2008; Van Nieuwenhuysse, et al., 2009) encontraron que la obesidad-sobrepeso tiene un riesgo relativo de 2.4 para el SDL cuando se relaciona con la carga física de trabajo (trabajo acumulativo de levantamiento, mala postura y/o vibración de cuerpo entero) y recomiendan identificar aquellos sujetos con sobrepeso-obesidad y considerarlos un grupo de riesgo de SDL particularmente cuando estos realizan tareas de carga física de espalda.

En la misma materia se debe considerar que los trabajadores obesos con SDL crónico pueden tener factores causales psicosociales como la ansiedad, insatisfacción laboral o miedo al movimiento (también mencionado como kinesiofobia) que es una variable interesante a la que se atribuye cierta capacidad predictora de la discapacidad por SDL y recomendada como herramienta clínica útil para la identificación de pacientes obesos con riesgo de discapacidad futura por SDL (Vincent, et al., 2010). Aunque en esta tesis no se utilizó dicha medida, ya que no se conocía previamente el valor de IMC de los sujetos, esta puede ser una herramienta útil a utilizar en futuros estudios.

Como se mencionó anteriormente en esta tesis, el IMC elevado se distribuyó uniformemente entre los casos con/sin SDL, pero el perímetro de cintura elevado solo se asoció al grupo que tenía SDL. Por otra parte, el IMC y

el perímetro abdominal han sido asociados a hiperlordosis y mediante ello se ha inferido que personas con sobrepeso-obesidad están expuestas al riesgo de SDL, este planteamiento lo han planteado previamente algunos investigadores (Guo, et al., 2008) quienes tras estudiar radiológicamente la relación entre el IMC, el ICC y la lordosis lumbar en pacientes con SDL y sobrepeso-obesidad concluyeron que cuando el IMC excede de  $24 \text{ kg/m}^2$  o el ICC excede de 0.85 se puede modificar el ángulo sacro, incrementar la lordosis lumbar y generar SDL. Los autores concluyen que este mecanismo permite asociar el exceso de peso, obesidad, obesidad abdominal con el SDL. En la presente tesis la población estudiada tenía un IMC promedio de  $26 \text{ kg/m}^2$  y un 60% del grupo con SDL tenía anteversión pélvica e hiperlordosis.

Respecto a la alineación mecánica corporal, el 60% del grupo con SDL tenía hiperlordosis lumbar, los sujetos sin SDL estaban prácticamente todos normalmente alineados (excepto 2 casos con hiperlordosis). Este estudio registró diferencias estadísticamente significativas para la variable alineación mecánica corporal (sanos:  $40.69 \pm 7.14$ ; SDL:  $20.89 \pm 2.96$ ;  $p < 0.001$ ), específicamente para la hiperlordosis lumbar, que se concentró en el grupo con SDL. (Youdas, et al., 2000) estudiaron la lordosis lumbar y la inclinación pélvica en hombres y mujeres de 55 años de edad y con SDL crónico y episodios de hasta 4 meses previos al estudio, e identificaron asociación entre la inclinación pélvica, la lordosis lumbar incrementada y la inhabilidad en pacientes con SDL. Estos hallazgos están orientados en la misma dirección de lo encontrado en nuestro estudio vinculando el incremento de la lordosis lumbar con el incremento del riesgo tener SDL.

De acuerdo a lo publicado por algunos investigadores (Kim, et al., 2006), es razonable explicarse por qué en nuestro estudio la hiperlordosis se vinculó exclusivamente con el grupo con SDL que tiene una deficitaria función muscular abdominal y diferencias estadísticamente significativas en comparación con el grupo sin SDL. Dichos investigadores estudiaron la influencia de los músculos del tronco en la lordosis lumbar y ángulo sacro, para identificar la relación entre la fuerza de dichos músculos, la lordosis lumbar y el ángulo sacro en pacientes 35 años promedio. Mediante evaluaciones radiológicas ellos identificaron las características de cada sujeto concluyendo



que el desequilibrio de la fuerza muscular del tronco puede incrementar perceptiblemente la curva lordótica lumbar generando con ello un factor de riesgo potencial para el SDL.

Anteriormente a lo planteado, otros investigadores habían demostrado que la hiperlordosis es la expresión de un cambio postural que puede acompañar algunos SDL y constituir un factor de riesgo para originar, mantener o incrementar dicho SDL porque la curva modifica la mecánica del sector y disminuye la movilidad de la columna vertebral lumbar particularmente en el rango de la extensión (Evcik & Yucel, 2003). La hiperlordosis, la sobrecarga de peso y la frecuencia de movimientos solos o combinados con otras causas, representan factores causales mecánicos muy importantes en el proceso de degeneración de la columna vertebral lumbar (Beckers & Bekaert, 1991).

Respecto de otra variable relacionada con la alineación mecánica corporal como la longitud de extremidades inferiores, esta fue muy similar en los dos grupos estudiados, el 85% de la población total en estudio no registró diferencias de longitud de extremidades, el resto de los trabajadores tenía pequeñas diferencias entre sus extremidades, pero todas ellas menores a 2 cm y en consecuencia no asociables al SDL. En consecuencia, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las longitudes de extremidades entre los grupos estudiados.

Los sujetos de nuestro estudio tenían una jornada diaria de trabajo de 8 horas en la que mantenían una postura de trabajo predominante sentada, a saber, en los sujetos sin SDL esta postura de trabajo fue de  $6.73 \pm 1.87$  horas y en los sujeto con SDL de  $6.96 \pm 1.99$  horas. En esta postura predominante, los sujetos sanos dedicaban  $5.07 \pm 3.59$  horas a conducir algún de vehículo, en tanto que los sujetos con SDL dedicaban  $4.33 \pm 3.60$  horas a la misma actividad, en esta variable (horas de conducción) hallamos un nivel de significancia de 0.458. El resto del tiempo de la jornada laboral los sujetos la dedicaban a tareas de tipo administrativas, capacitación u otras. El 70% de los sujetos estudiados en esta tesis trabajaba en posición preferentemente sentado operando algún vehículo, el resto trabaja en posición preferentemente de pie. La posición sedente podría incrementar hasta 3 veces la presión intradiscal en

comparación con la posición de pie, por ello puede ser razonable encontrar más trabajadores con SDL que trabajen en esa posición. Diversos autores (Kingma & van Dieën, 2009b; Kotani, Barrero, Leez, & Dennerlein, 2007; Kumar, et al., 1999) han señalado que aquellos trabajadores que trabajan sentados están expuestos a SDL, pero aquellos que conducen vehículos con vibración de cuerpo entero lo están aún más. No obstante la manifestación del SDL depende también de otros factores condicionantes.

En la presente tesis, los cargos que se asociaron con mayor frecuencia al SDL fueron los operadores de camión de extracción quienes evidentemente trabajan sentados y expuestos a vibraciones, además su posición sentada restringida y con poca libertad para cambiar de posición condición se asocia con mayor fuerza a la ocurrencia de SDL (Tissot, et al., 2009). Sentarse por sí mismo no aumenta el riesgo de SDL sin embargo, el sentarse más de mitad de la jornada laboral, expuesto a vibraciones de cuerpo entero y/o posturas incómodas, aumenta la probabilidad de SDL (Nordin, et al., 1994). En el presente estudio el número de sujetos de la muestra es muy pequeño y constituye una limitación del estudio.

Por otra parte, y en relación con la posición sentada, algunos investigadores (Kingma & van Dieën, 2009a), concluyeron que los trabajadores que conducen vehículos, el apoyo lumbar movable reduce la transmisión de la vibración a través del tronco y la actividad electromiográfica de los músculos de la espalda y que esta medida ergonómica simple puede reducir el efecto mecánico de la transmisión de la vibración a través del tronco, la activación de los músculos de espalda y prevenir la concurrencia de SDL. Los vehículos que conducían los trabajadores de este estudio carecían de apoyos lumbares portátiles siendo esta una variable no controlada en este estudio, pero que a la luz de lo demostrado es interesante considerar la utilidad de su recomendación como elemento de protección personal para el SDL (Kingma & van Dieën, 2009a). Importante es destacar que los asientos de los camiones de la empresa estudiada no cumplían con estándares básicos para asegurar una adecuada tolerancia a la posición sentada, como la adecuada relación angular entre el asiento y el respaldo, disposición de cojines absorbentes de vibraciones y estar dotados de apoyo lumbar a la altura entre codos como elemento de protección

personal. Esta es una recomendación necesaria para proteger y dotar de cierta comodidad a los conductores.

En nuestro estudio todos los sujetos que trabajaban sentados fueron objeto de episodios de SDL, sin embargo no es la posición sentada por si sola constituyente de riesgo de SDL sino su asociación con otras variables como la vibración de cuerpo entero y el tiempo de la jornada dedicado a la posición (ambas presentes en el estudio). En los trabajadores más antiguos sería interesante estudiar a futuro el efecto de la posición sentada predominante sobre el acortamiento de los isquiotibiales y su efecto sobre la curvatura lordótica. No menos interesante sería estudiar también el efecto por separado de la posición sentada, las vibraciones según su frecuencia, las características de los asientos, las condiciones físicas y las condiciones psicosociales.

El peso corporal promedio y desviaciones típicas para el grupo de sujetos sanos fue  $76.00 \pm 9.80$  kg y para el grupo con SDL de  $75.96 \pm 9.09$  kg con un nivel de significancia de 0.991, no habiendo significación entre los grupos. Además, la antigüedad laboral promedio en los sujetos sanos fue de  $11.38 \pm 10.19$  años y en los sujetos con SDL fue de  $14.19 \pm 12.35$  años. Debido a la homogeneidad de los grupos respecto de esta variable, no hallamos diferencias significativas entre ambos ( $p = 0.58$ ).

La frecuencia promedio de elevaciones por jornada y desviaciones típicas para el grupo sin SDL fue de  $4.85 \pm 4.67$  elevaciones en tanto que para el grupo con SDL fue de  $6.37 \pm 5.46$  elevaciones. El peso promedio elevado por jornada para el grupo sin SDL fue de  $16.54 \pm 14.19$  kg en tanto que para el grupo con SDL fue de  $17.78 \pm 11.79$  kg sin diferencias estadísticamente significativas. Davis & Marras (2003) publicaron la relevancia del factor peso de la carga en operaciones de manejo manual de carga y la concurrencia del dolor lumbar, pero considerando constantes de carga de 23 o 25 kg. Como se describió anteriormente, en nuestro estudio el promedio de las carga es inferior a las constantes de carga, sin embargo algunos trabajadores eventualmente elevan y transportan cargas por sobre 25 kg y son ellos los que en ocasiones se exponen al riesgo de SDL por el exceso de peso.

El riesgo de concurrencia de SDL debido a las tareas de manejo manual de cargas estuvo relacionado con dos factores: El peso del objeto y la distancia horizontal a la que este se eleva, particularmente estas dos variables y el riesgo asociado a ellas identificado por el método MAC, justifican que en 31 sujetos de la población total sea necesario aplicar acciones correctivas en las tareas que realizan. En el grupo con SDL, el 78% requiere de acciones correctivas a las tareas dado que existe algún nivel de riesgo según MAC, en tanto que en el grupo sin SDL el 70% requiere de acciones correctivas a las tareas. No obstante al comparar la carga física entre ambos grupos no encontramos diferencias estadísticamente significativas.

Otros estudios de investigación (Wai, et al., 2010) basados en revisiones sistemáticas de gran cobertura para aclarar las relaciones potencialmente causales entre las tareas de elevación manual de carga y el SDL han concluido que existe evidencia moderada de asociación para algunos tipos específicos de elevación y de SDL y que la elevación de cargas en el trabajo es causa probable de SDL. Los autores aconsejan realizar investigaciones adicionales sobre subcategorías específicas la elevación de cargas para aclarar la relación causal entre la elevación manual de cargas y el SDL en el trabajo.

En estudios previos (Burton, et al., 2004; Marras & Mirka, 1993; Marras, et al., 2006) se ha concluido que aunque explican una baja proporción de los casos, las demandas físicas asociadas a la ejecución de las tareas en los puestos de trabajo, pueden desencadenar episodios individuales de SDL y afectar a los sujetos más susceptibles de la población, es decir, a aquellos con una condición física disminuida y/o otros factores de predisposición.

# CONCLUSIONES



*ugr* | Universidad  
de Granada



## 5. CONCLUSIONES

En el presente estudio se ha demostrado que los sujetos con SDL tienen valores significativamente menores de potencia abdominal, fatigabilidad de erectores espinales, flexibilidad general, flexibilidad lumbar, perímetro de cintura y una alineación mecánica postural más alterada.

El SDL registró una prevalencia global de 68%, similar al resto de poblaciones mineras chilenas, hecho que reafirma la importancia epidemiológica del SDL en el trabajo y la necesidad de enfocar esfuerzos hacia la detección, evaluación y control de un problema de salud ocupacional.

El grupo con SDL registró una potencia abdominal calificada como menos que suficiente a diferencia del grupo sin SDL que tuvo una calificación igual a bueno. El deterioro de la potencia abdominal se asoció al incremento del perímetro abdominal.

La fatigabilidad de los erectores espinales en el grupo con SDL calificó como extremadamente baja, muy por debajo del tiempo registrado por el grupo sin SDL. La incapacidad aeróbica extrema de los erectores espinales podría ser una respuesta adaptativa a la baja demanda física y al evidente sedentarismo de los trabajadores.

La flexibilidad general calificó como media en el grupo sin SDL y baja en el grupo con influenciada por el razonable acortamiento de los músculos isquiotibiales y el uso de la prueba S&R.

En el grupo con SDL la flexibilidad lumbar, calificó en el límite de la movilidad normal y la hipomovilidad probablemente disminuida por el trabajo predominante sedentario, las posiciones preferentes sentadas y estáticas y la escasa actividad física de la vida diaria en el grupo se sujetos sanos la flexibilidad lumbar se instaló en el límite superior de la normalidad

El SDL afectó mayoritariamente a aquellos trabajadores que trabajan en posición sentada preferente y que están expuestos a vibraciones por conducir vehículos motorizados.

Gran parte de la población (con SDL, sin SDL) tiene sobrepeso-obesidad y riesgo incrementado de concurrencia o recurrencia de SDL en una proporción muy similar a la distribución del mismo problema en la población general chilena.

El principal hallazgo de la alineación mecánica corporal fue la hiperlordosis. Gran parte de los sujetos con SDL tenía este paramorfismo biomecánicamente compatible con el incremento del perímetro de cintura. En el grupo sin SDL todos los sujetos evaluados estaban normalmente alineados.

Respecto del riesgo carga física por elevación y manejo manual de cargas, esta variable no registró diferencias significativas entre los grupos estudiados, pero más de la mitad de los cargos debería disminuir la magnitud del peso de las cargas, la distancia horizontal de elevación, modificar los procedimientos de elevación y transporte manual, incorporar ayudas mecánicas en las tareas (carros manuales) e intervenir el diseño organizacional del trabajo.

Aunque el método MAC u otro similar arrojaron resultados negativos, ello no significa que el riesgo de SDL en el trabajo no exista, es necesario considerar la condición física y otras variables individuales. No se debe considerar solo los resultados obtenidos por estos métodos, es aconsejable complementarlos con valoraciones de la variable humana, entorno y organizacional.

Interesante sería estudiar en futuras investigaciones el comportamiento de estos trabajadores en ocupaciones que demanden posiciones permanentes de pie, es muy probable que frente a estas exigencias demuestren dolor lumbar como una manifestación de isquemia de la musculatura erectora que se haría más evidente en tareas repetidas de transporte y elevación manual de cargas.



### 5.1.1. Investigaciones Futuras

A partir de la presente tesis emergen algunos temas de interés para investigaciones futuras

- Correlación entre los diversos porcentaje de contracción muscular máxima voluntaria y las variaciones de presión arterial derivadas de dichas contracciones en sujetos sanos y con sobrepeso-obesidad sometidos a trabajos de turnos e hipoxia hipobárica (a nivel del mar, a 3000 y 4800 mmHg)
- Correlación entre el tiempo aparición de dolor lumbar y la capacidad aeróbica de los músculos erectores espinales asociada en trabajos ejecutados en posiciones predominantemente estáticas de pie o sentado en los trabajadores mineros.
- Efecto de la posición sentada en el trabajo sobre el acortamiento de los isquiotibiales y desequilibrio lumbo-pélvico en población minera.
- Efectos del diseño ergonómico del asiento en las variaciones de las vibraciones de cuerpo completo en tareas sentadas en la población minera.
- Diseño de un modelo de intervención cognitivo conductual y resultados de su aplicación en una población minera con sobrepeso-obesidad.
- Aplicación de programas multidisciplinarios de prevención de riesgos y salud laboral para la población minera.



# REFERENCIAS



*ugr*

Universidad  
de Granada



## 6. REFERENCIAS

- Abenhaim, L., Rossignol, M., Valat, J. P., Nordin, M., Avouac, B., Blotman, F., et al. (1976a). The role of activity in the therapeutic management of back pain. Report of the International Paris Task Force on Back Pain. *Spine*, 25(4 Suppl), 1S-33S.
- Abenhaim, L., Rossignol, M., Valat, J. P., Nordin, M., Avouac, B., Blotman, F., et al. (1976b). The role of activity in the therapeutic management of back pain. Report of the International Paris Task Force on Back Pain. *Spine (Phila Pa, 25(4 Suppl)*, 1S-33S.
- Adams, M. A., & Hutton, W. C. (1980). The effect of posture on the role of the apophysial joints in resisting intervertebral compressive forces. *J Bone Joint Surg Br*, 62(3), 358-362.
- Adams, M. A., Mannion, A. F., & Dolan, P. (1999). Personal risk factors for first-time low back pain. *Spine*, 24(23), 2497-2505.
- Alexopoulos, E., Konstantinou, E., Bakoyannis, G., Tanagra, D., & Burdorf, A. (2008a). Risk factors for sickness absence due to low back pain and prognostic factors for return to work in a cohort of shipyard workers. *European Spine Journal*, 17(9), 1185-1192.
- Alexopoulos, E., Konstantinou, E., Bakoyannis, G., Tanagra, D., & Burdorf, A. (2008b). Risk factors for sickness absence due to low back pain and prognostic factors for return to work in a cohort of shipyard workers. *European Spine Journal*, 17(9), 1185.
- Allan, D. B., & Waddell, G. (1989). An historical perspective on low back pain and disability. *Acta Orthop Scand Suppl.*, 234, 1-23.
- Ammendolia, C., Kerr, M. S., & Bombardier, C. (2005). Back belt use for prevention of occupational low back pain: a systematic review. *J Manipulative Physiol Ther.*, 28(2), 128-134.
- Amundsen, T., Weber, H., Lilleas, F., Nordal, H. J., Abdelnoor, M., & Magnaes, B. (1995). Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features. *Spine*, 20(10), 1178-1186.
- Anderson, A., Meador, K., McClure, L., Makrozahopoulos, D., Brooks, D., & Mirka, G. (2007). A biomechanical analysis of anterior load carriage. *Ergonomics*, 50(12), 2104-2117.
- Anderson, J. J., Ruwe, M., Miller, D. R., Kazis, L., Felson, D. T., & Prashker, M. (2002). Relative costs and effectiveness of specialist and general internist ambulatory care for patients with 2 chronic musculoskeletal conditions. *J Rheumatol.*, 29(7), 1488-1495.

- Angela Maria, L., Katia, M. B., Hayley, K., & Margareta, N. (2007). Association between sitting and occupational LBP. *European Spine Journal*, 16(2), 283.
- Apeldoorn, A. T., Ostelo, R. W., van Helvoirt, H., Fritz, J. M., de Vet, H. C., van Tulder, M. W., et al. (2010). The cost-effectiveness of a treatment-based classification system for low back pain: design of a randomised controlled trial and economic evaluation. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(1), 58.
- Arjmand, N., Shirazi-Adl, A., & Parnianpour, M. (2008). Relative efficiency of abdominal muscles in spine stability. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.*, 11(3), 291-299.
- Armstrong, T. J., Buckle, P., Fine, L. J., Hagberg, M., Jonsson, B., Kilbom, A., et al. (1993). A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*, 19(2), 73-84.
- Arokoski, J. P., Valta, T., Kankaanpaa, M., & Airaksinen, O. (2002). Activation of paraspinal and abdominal muscles during manually assisted and nonassisted therapeutic exercise. *Am J Phys Med Rehabil*, 81(5), 326-335.
- Ashton, I. K., Ashton, B. A., Gibson, S. J., Polak, J. M., Jaffray, D. C., & Eisenstein, S. M. (1992). Morphological basis for back pain: the demonstration of nerve fibers and neuropeptides in the lumbar facet joint capsule but not in ligamentum flavum. *J Orthop Res.*, 10(1), 72-78.
- Axler, C. T., & McGill, S. M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc*, 29(6), 804-811.
- Ayoub, M. M., & Dempsey, P. G. (1999). The psychophysical approach to manual materials handling task design. *Ergonomics*, 42(1), 17-31.
- Babb, R., & Babb, R. (2009). Low back pain recovery. *Rehab Management*, 22(5), 22-23.
- Bartelink, D. L. (1957). The role of abdominal pressure in relieving the pressure on the lumbar intervertebral discs. *J Bone Joint Surg Br.*, 39-B(4), 718-725.
- Beck, A. T., Ward, C. H., Mendelson, M., Mock, J., & Erbaugh, J. (1961). An inventory for measuring depression. *Arch Gen Psychiatry*, 4, 561-571.
- Beckers, L., & Bekaert, J. (1991). The role of lordosis. *Acta Orthop Belg*, 57 Suppl 1, 198-202.
- Bendix, A. F., Bendix, T., Ostefeld, S., Bush, E., & Andersen. (1995). Active treatment programs for patients with chronic low back pain: a prospective, randomized, observer-blinded study. *Eur Spine J.*, 4(3), 148-152.

- Benjamin, M. (2009). The fascia of the limbs and back--a review. *J Anat*, 214(1), 1-18.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl.*, 230, 1-54.
- Biering-Sorensen, F. (1984). A one-year prospective study of low back trouble in a general population. The prognostic value of low back history and physical measurements. *Dan Med Bull*, 31(5), 362-375.
- Birkmeyer, N. J., & Weinstein, J. N. (1999). Medical versus surgical treatment for low back pain: evidence and clinical practice. *Eff Clin Pract.*, 2(5), 218-227.
- Bjerkefors, A., Ekblom, M. M., Josefsson, K., & Thorstensson, A. (2010). Deep and superficial abdominal muscle activation during trunk stabilization exercises with and without instruction to hollow. *Man Ther*, 15(5), 502-507. Epub 2010 Jun 2018.
- Bjordal, J. M., Klovning, A., Lopes-Martins, R. A., Roland, P. D., Joensen, J., & Slordal, L. (2008). Overviews and systematic reviews on low back pain. *Ann Intern Med.*, 148(10), 789-790; author reply 791-782.
- Blanck, P. D., & Pransky, G. (1999). Workers with disabilities. *Occup Med*, 14(3), 581-593.
- Boden, S. D., Davis, D. O., Dina, T. S., Patronas, N. J., & Wiesel, S. W. (1990). Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am*, 72(3), 403-408.
- Bonica, J. J. (1990). Evolution and current status of pain programs. *J Pain Symptom Manage.*, 5(6), 368-374.
- Borenstein, D. G., O'Mara, J. W., Jr., Boden, S. D., Lauerman, W. C., Jacobson, A., Platenberg, C., et al. (2001). The value of magnetic resonance imaging of the lumbar spine to predict low-back pain in asymptomatic subjects : a seven-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.*, 83-A(9), 1306-1311.
- Braddom, R. L. (1998). Perils and pointers in the evaluation and management of back pain. *Semin Neurol*, 18(2), 197-210.
- Breivik, H., Collett, B., Ventafridda, V., Cohen, R., & Gallacher, D. (2006). Survey of chronic pain in Europe: prevalence, impact on daily life, and treatment. *Eur J Pain.*, 10(4), 287-333. Epub 2005 Aug 2010.
- Brinckmann, P. (1986). Injury of the annulus fibrosus and disc protrusions. An in vitro investigation on human lumbar discs. *Spine (Phila Pa 1976)*, 11(2), 149-153.
- Bronfort, G., Haas, M., Evans, R. L., & Bouter, L. M. (2004). Efficacy of spinal manipulation and mobilization for low back pain and neck pain: a

- systematic review and best evidence synthesis. *The Spine Journal*, 4(3), 335-356.
- Brosschot, J. F. (2002). Cognitive-emotional sensitization and somatic health complaints. *Scand J Psychol.*, 43(2), 113-121.
- Brown, L., & Vega, W. (1996). A protocol for community-based research. *Am J Prev Med*, 12(4 Suppl), 4-5.
- Buckwalter, J. A., Kuettner, K. E., & Thonar, E. J. (1985). Age-related changes in articular cartilage proteoglycans: electron microscopic studies. *J Orthop Res*, 3(3), 251-257.
- Buchalter, D., Parnianpour, M., Viola, K., Nordin, M., & Kahanovitz, N. (1988). Three-dimensional spinal motion measurements. Part 1: A technique for examining posture and functional spinal motion. *J Spinal Disord.*, 1(4), 279-283.
- Buchbinder, R., Pransky, G., Hayden, J., Buchbinder, R., Pransky, G., & Hayden, J. (2010). Recent advances in the evaluation and management of nonspecific low back pain and related disorders. *Best Practice & Research in Clinical Rheumatology*, 24(2), 147-153.
- Burdorf, A., & Jansen, J. P. (2006). Predicting the long term course of low back pain and its consequences for sickness absence and associated work disability. *Occup Environ Med*, 63(8), 522-529.
- Burdorf, A., & Sorock, G. (1997). Positive and negative evidence of risk factors for back disorders. *Scand J Work Environ Health.*, 23(4), 243-256.
- Burton, A. K., Balague, F., Cardon, G., Eriksen, H. R., Henrotin, Y., Lahad, A., et al. (2006). Chapter 2. European guidelines for prevention in low back pain. *Eur Spine J.*, 15(Suppl 2), S136-168.
- Burton, A. K., McClune, T. D., Clarke, R. D., & Main, C. J. (2004). Long-term follow-up of patients with low back pain attending for manipulative care: outcomes and predictors. *Man Ther*, 9(1), 30-35.
- Burton, A. K., Tillotson, K. M., & Troup, J. D. (1976). Prediction of low-back trouble frequency in a working population. *Spine*, 14(9), 939-946.
- Buxton, O. M., Quintiliani, L. M., Yang, M. H., Ebbeling, C. B., Stoddard, A. M., Pereira, L. K., et al. (2009). Association of sleep adequacy with more healthful food choices and positive workplace experiences among motor freight workers. *Am J Public Health*, 99 Suppl 3, S636-643.
- Casado Morales, M. I., Moix Queraltó, J., & Vidal Fernández, J. (2008a). Etiología, cronificación y tratamiento del dolor lumbar (Vol. 19, pp. 379-392): scieloes.
- Casado Morales, M. I., Moix Queraltó, J., & Vidal Fernández, J. (2008b). Etiología, cronificación y tratamiento del dolor lumbar. *Clinica y Salud*, 19(3), 379-392.



- Coggon, D. (2007). The role of physical examination in the diagnosis of work-related upper limb musculoskeletal disorders. *Med Lav, 98*(2), 94-97.
- Cohn, E. L., Maurer, E. J., Keats, T. E., Dussault, R. G., & Kaplan, P. A. (1997). Plain film evaluation of degenerative disk disease at the lumbosacral junction. *Skeletal Radiol, 26*(3), 161-166.
- Colombini, D., & Occhipinti, E. (2011). Development of simple tools for risk identification and prevention of WMSDs (work related muscular-skeletal disorders): application experience in small and craft industries. *Med Lav, 102*(1), 3-5.
- Corlett, E. N., & Bishop, R. P. (1976). A technique for assessing postural discomfort. *Ergonomics, 19*(2), 175-182.
- Cowan, N. C., Bush, K., Katz, D. E., & Gishen, P. (1992). The natural history of sciatica: a prospective radiological study. *Clin Radiol, 46*(1), 7-12.
- Cox, J. (1999). Facet Syndrome. In L. W. Wilkins (Ed.), *Low Back Pain. Mechanism, Diagnosis and Treatment*. Philadelphia.
- Creswell, L. L., Rosenbloom, M., Cox, J. L., Ferguson, T. B., Sr., Kouchoukos, N. T., Spray, T. L., et al. (1992). Intraaortic balloon counterpulsation: patterns of usage and outcome in cardiac surgery patients. *Ann Thorac Surg., 54*(1), 11-18; discussion 18-20.
- Chen, J. D., Hou, S. X., Peng, B. G., Shi, Y. M., Wu, W. W., & Li, L. (2007). [Anatomical study of human lumbar spine innervation]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi., 87*(9), 602-605.
- Cherniack, M., Dillon, C., Erdil, M., Ferguson, S., Kaplan, J., Krompinger, J., et al. (2001). Clinical and psychological correlates of lumbar motion abnormalities in low back disorders. *The Spine Journal, 1*(4), 290-298.
- Chibnall, J. T., Tait, R. C., Andresen, E. M., & Hadler, N. M. (2006). Clinical and Social Predictors of Application for Social Security Disability Insurance by Workers' Compensation Claimants With Low Back Pain. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 48*(7), 733-740.
- Choi, Y. S. (2009). Pathophysiology of degenerative disc disease. *Asian Spine J, 3*(1), 39-44.
- Cholewicki, J., Silfies, S. P., Shah, R. A., Greene, H. S., Reeves, N. P., Alvi, K., et al. (2005). Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine (Phila Pa 1976), 30*(23), 2614-2620.
- Christophe, D., Didier, M., Marco, T., Jan-Louis, C., Crielaard, J., & Vanderthommen, M. (2006). Benefits of a Physical Training Program After Back School for Chronic Low Back Pain Patients. *Journal of Musculoskeletal Pain, 14*(2), 21.
- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., & Tokmakidis, S. P. (2006). Effects of resistance training on the physical

- capacities of adolescent soccer players. *J Strength Cond Res*, 20(4), 783-791.
- Chun, K. J. (2011). Bone densitometry. *Semin Nucl Med*, 41(3), 220-228.
- Dagenais, S., Tricco, A. C., Haldeman, S., Dagenais, S., Tricco, A. C., & Haldeman, S. (2010). Synthesis of recommendations for the assessment and management of low back pain from recent clinical practice guidelines. [Review]. *Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 10(6), 514-529.
- Davis, K. G., & Marras, W. S. (2003). Partitioning the contributing role of biomechanical, psychosocial, and individual risk factors in the development of spine loads. *The Spine Journal*, 3(5), 331-338.
- de Seze, S. (1980). [A half-century of rheumatology: 1930-1980]. *Bull Acad Natl Med.*, 164(9), 807-821.
- Delleman, N., & Dul, J. (2007). International standards on working postures and movements ISO 11226 and EN 1005-4. *Ergonomics*, 50(11), 1809.
- Depont, F., Hunsche, E., Abouelfath, A., Diatta, T., Addra, I., Grelaud, A., et al. (2009). Medical and non-medical direct costs of chronic low back pain in patients consulting primary care physicians in France. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 24(1), 101-108.
- DeRosa, C. P., & Porterfield, J. A. (1992). A physical therapy model for the treatment of low back pain. *Phys Ther*, 72(4), 261-269; discussion 270-262.
- Dey, A., & Mann, D. D. Sensitivity and diagnosticity of NASA-TLX and simplified SWAT to assess the mental workload associated with operating an agricultural sprayer. *Ergonomics*, 53(7), 848-857.
- Deyo, R. A. (1998). Using outcomes to improve quality of research and quality of care. *J Am Board Fam Pract.*, 11(6), 465-473.
- Deyo, R. A., & Weinstein, J. N. (2001). Low back pain. *N Engl J Med*, 344(5), 363-370.
- Dillane, J. B., Fry, J., & Kalton, G. (1966). Acute back syndrome-a study from general practice. *Br Med J*, 2(5505), 82-84.
- Dionne, C. E., Bourbonnais, R., Frémont, P., Rossignol, M., Stock, S., & Larocque, I. (2005). A clinical return-to-work rule for patients with back pain. *Canadian Medical Association. Journal*, 172(12), 1559-1567.
- Donelson, R. (2011). Mechanical diagnosis and therapy for radiculopathy. *Phys Ther*, 22(1), 75-89.
- Dov, G. (2001). Biomechanics in the Musculoskeletal System. *Physical Therapy*, 81(11), 1845.

- Driessen, M. T., Proper, K. I., van Tulder, M. W., Anema, J. R., Bongers, P. M., & van der Beek, A. J. (2010). The effectiveness of physical and organisational ergonomic interventions on low back pain and neck pain: a systematic review. *Occupational & Environmental Medicine*, *67*(4), 277-285.
- Durmus, D., Durmaz, Y., Canturk, F., Durmus, D., Durmaz, Y., & Canturk, F. (2009). Effects of therapeutic ultrasound and electrical stimulation program on pain, trunk muscle strength, disability, walking performance, quality of life, and depression in patients with low back pain: a randomized-controlled trial. *Rheumatology International*, *30*(7), 901-910.
- Duruoz, M. T., Turan, Y., Gurgan, A., & Deveci, H. (2012). Evaluation of metabolic syndrome in patients with chronic low back pain. *Rheumatol Int*, *32*(3), 663-667.
- Dwyer, A. P. (1987). Backache and its prevention. *Clin Orthop Relat Res.*(222), 35-43.
- Ekman, M., Johnell, O., & Lidgren, L. (2005). The economic cost of low back pain in Sweden in 2001. *Acta Orthop.*, *76*(2), 275-284.
- Erdem, L. O., Erdem, C. Z., Gundogdu, S., Cagavi, F., Kalayci, M., & Acikgoz, B. (2004). The role of three dimensional MR myelography in lumbar discogenic disease. *Tani Girisim Radyol*, *10*(3), 189-195.
- Ershad, N., Kahrizi, S., Abadi, M. F., & Zadeh, S. F. (2009). Evaluation of trunk muscle activity in chronic low back pain patients and healthy individuals during holding loads. *J Back Musculoskelet Rehabil*, *22*(3), 165-172.
- Evcik, D., & Yucel, A. (2003). Lumbar lordosis in acute and chronic low back pain patients. *Rheumatol Int.*, *23*(4), 163-165. Epub 2003 Jan 2018.
- Farfan, H. F. (1975). Muscular mechanism of the lumbar spine and the position of power and efficiency. *Orthop Clin North Am*, *6*(1), 135-144.
- Fischer, S. L., Albert, W. J., McClellan, A. J., & Callaghan, J. P. (2007). Methodological considerations for the calculation of cumulative compression exposure of the lumbar spine: A sensitivity analysis on joint model and time standardization approaches. *Ergonomics*, *50*(9), 1365-1376.
- Flynn, N., & James, J. E. (2009). Relative effects of demand and control on task-related cardiovascular reactivity, task perceptions, performance accuracy, and mood. *Int J Psychophysiol.*, *72*(2), 217-227. Epub 2008 Dec 2014.
- Fontova, R. (2001). Lumbalgia de causa inflamatoira y metabolica. Actualizacion del diagnostico y tratamiento. *Revista Española del Dolor*, *8*(Sup 2), 70-78.

- Fordyce, W. E. (1994). Pain and suffering: what is the unit? *Qual Life Res.*, 3(Suppl 1), S51-56.
- Fouquet, B., Goupille, P., Jeannou, J., Etienne, T., Chalumeau, F., & Valat, J. P. (1997). Influence of psychological factors on the response to clomipramine in hospitalized chronic low back pain patients. Preliminary data from a psychometric study. *Rev Rhum Engl Ed*, 64(12), 804-808.
- Franca, F. R., Burke, T. N., Hanada, E. S., & Marques, A. P. (2010). Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics*, 65(10), 1013-1017.
- Furlan, A. D., Brosseau, L., Imamura, M., & Irvin, E. (1976). Massage for low-back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine*, 27(17), 1896-1910.
- Gallagher, S., & Mayton, A. (2007). Back injury control measures for manual lifting and seat design. *Mining Engineering*, 59(12), 41-49.
- Garcia, A. (2009). Participatory ergonomics: a model for the prevention of occupational musculoskeletal disorders. *Rev Esp Salud Publica.*, 83(4), 509-518.
- García JM, F. M., Montero A. . (2001). Dolor lumbar de origen neoplásico. Diagnóstico y tratamiento conservador. *Rev Soc Esp Dolor*
- Gardner, L. I., Rossignol, M., & Koes, B. W. (1998). Analyses of epidemiologic studies of back belts. *J Occup Environ Med.*, 40(2), 101-103.
- Gatchel, R. J., Polatin, P. B., & Mayer, T. G. (1995). The dominant role of psychosocial risk factors in the development of chronic low back pain disability. *Spine (Phila Pa 1976)*, 20(24), 2702-2709.
- Gatton, M. L., Pearcy, M. J., Pettet, G. J., & Evans, J. H. (2010). A three-dimensional mathematical model of the thoracolumbar fascia and an estimate of its biomechanical effect. *J Biomech*, 43(14), 2792-2797.
- Gershon, E. S., Mendlewicz, J., Gastpar, M., Bech, P., Goldin, L. R., Kielholz, P., et al. (1980). A collaborative study of genetic linkage of bipolar manic-depressive illness and red/green colorblindness. A project of the biological psychiatry collaborative program of the world health organization. *Acta Psychiatr Scand*, 61(4), 319-338.
- Ghaffari, Alipour, Farshad, Jensen, Josephson, & Vingard. (2008). Effect of psychosocial factors on low back pain in industrial workers. *Occupational Medicine*, 58(5), 341.
- Gilkey, D. P., Keefe, T. J., Bigelow, P. L., Herron, R. E., Duvall, K., Hautaluoma, J. E., et al. (2007). Low back pain among residential carpenters: ergonomic evaluation using OWAS and 2D compression estimation. *Int J Occup Saf Ergon.*, 13(3), 305-321.

- Golding, L. A., Myers, C. R., & Sinning, W. (1998). *Y's way to physical fitness: The complete guide to fitness testing and instruction*. Great Britain: Human Kinetics.
- Goldstein, M. S., Morgenstern, H., Hurwitz, E. L., & Yu, F. (2002). The impact of treatment confidence on pain and related disability among patients with low-back pain, : results from the University of California, Los Angeles, low-back pain study. *The Spine Journal*, 2(6), 391-399.
- González-Escalada, J. (2005). Pregabalina en el tratamiento del dolor neuropático periférico. *Rev. Soc. Esp. Dolor*, 12, 169-180.
- Gracovetsky, S., Farfan, H. F., & Lamy, C. (1981). The mechanism of the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*, 6(3), 249-262.
- Granata, K. P., & Marras, W. S. (1993). An EMG-assisted model of loads on the lumbar spine during asymmetric trunk extensions. *J Biomech*, 26(12), 1429-1438.
- Granata, K. R., & Bennett, B. C. (2005). Low-back biomechanics and static stability during isometric pushing. *Hum Factors*, 47(3), 536-549.
- Gregory, D., Narula, S., Howarth, S., Russell, C., & Callaghan, J. (2008). The effect of fatigue on trunk muscle activation patterns and spine postures during simulated firefighting tasks. *Ergonomics*, 51(7), 1032.
- Grenier, S. G., Russell, C., & McGill, S. M. (2003). Relationships between lumbar flexibility, sit-and-reach test, and a previous history of low back discomfort in industrial workers. *Can J Appl Physiol.*, 28(2), 165-177.
- Gross, D. P., & Battie, M. C. (2005). Work-related recovery expectations and the prognosis of chronic low back pain within a workers' compensation setting. *J Occup Environ Med.*, 47(4), 428-433.
- Grzybowski, W. (2001). A method of ergonomic workplace evaluation for assessing occupational risks at workplaces. *Int J Occup Saf Ergon*, 7(2), 223-237.
- Guic S, E., Rebolledo M, P., Galilea M, E., & Robles G, I. (2002). Contribución de factores psicosociales a la cronicidad del dolor lumbar (Vol. 130, pp. 1411-1418): scielocl.
- Guo, J. M., Zhang, G. Q., & Alimujiang. (2008). Effect of BMI and WHR on lumbar lordosis and sacrum slant angle in middle and elderly women. *Zhongguo Gu Shang.*, 21(1), 30-31.
- Haas, M., Group, E., & Kraemer, D. F. (2004). Dose-response for chiropractic care of chronic low back pain. *The Spine Journal*, 4(5), 574-583.
- Hadjipavlou, A. G., Tzermiadianos, M. N., Bogduk, N., & Zindrick, M. R. (2008). The pathophysiology of disc degeneration: a critical review. *J Bone Joint Surg Br*, 90(10), 1261-1270.

- Haldeman, S. (1999). Low back pain: current physiologic concepts. *Neurol Clin.*, 17(1), 1-15.
- Halpern, M. (1992). Prevention of low back pain: basic ergonomics in the workplace and the clinic. *Bailliere's Clinical Rheumatology*, 6(3), 705-730.
- Hamilton, M. (1960). A rating scale for depression. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 23, 56-52.
- Han, T. S., Schouten, J. S., Lean, M. E., & Seidell, J. C. (1997). The prevalence of low back pain and associations with body fatness, fat distribution and height. *Int J Obes Relat Metab Disord.*, 21(7), 600-607.
- Harman, E. A., Frykman, P. N., Clagett, E. R., & Kraemer, W. J. (1988). Intra-abdominal and intra-thoracic pressures during lifting and jumping. *Med Sci Sports Exerc.*, 20(2), 195-201.
- Haro, E., & Kleiner, B. M. (2008). Macroergonomics as an organizing process for systems safety. *Appl Ergon*, 39(4), 450-458.
- Hasenbring, M., Marienfeld, G., Kuhlendahl, D., & Soyka, D. (1994). Risk factors of chronicity in lumbar disc patients. A prospective investigation of biologic, psychologic, and social predictors of therapy outcome. *Spine (Phila Pa 1976)*, 19(24), 2759-2765.
- Hazard, R. G. (1994). The Multidisciplinary Approach to Occupational Low Back Pain and Disability. *J Am Acad Orthop Surg.*, 2(3), 157-163.
- Helewa, A., Goldsmith, C. H., Lee, P., Smythe, H. A., & Forwell, L. (1999). Does strengthening the abdominal muscles prevent low back pain--a randomized controlled trial. *J Rheumatol.*, 26(8), 1808-1815.
- Helmhout, P. H., Staal, J. B., Heymans, M. W., Harts, C. C., Hendriks, E. J., & de Bie, R. A. (2009). Prognostic factors for perceived recovery or functional improvement in non-specific low back pain: secondary analyses of three randomized clinical trials. *Eur Spine J*, 19(4), 650-659.
- Hemborg, B., Moritz, U., & Lowing, H. (1985). Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting. IV. The causal factors of the intra-abdominal pressure rise. *Scand J Rehabil Med.*, 17(1), 25-38.
- Hess, J. A., Hecker, S., Weinstein, M., & Lunger, M. (2004). A participatory ergonomics intervention to reduce risk factors for low-back disorders in concrete laborers. *Appl Ergon*, 35(5), 427-441.
- Heuch, I., Hagen, K., Nygaard, x00D, Zwart, J. A., Heuch, I., et al. (2010). The impact of body mass index on the prevalence of low back pain: the HUNT study. *Spine*, 35(7), 764-768.
- Heydari, A., Nargol, A. V., Jones, A. P., Humphrey, A. R., Greenough, C. G., Heydari, A., et al. (2010). EMG analysis of lumbar paraspinal muscles as

- a predictor of the risk of low-back pain. *European Spine Journal*, 19(7), 1145-1152.
- Heymans, M., Anema, J., van Buuren, S., Knol, D., van Mechelen, W., & de Vet, H. (2009). Return to Work in a Cohort of Low Back Pain Patients: Development and Validation of a Clinical Prediction Rule. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 19(2), 155-165.
- Heymans, M. W., Ford, J. J., McMeeken, J. M., Chan, A., Vet, H. d., & Mechelen, W. v. (2007). Exploring the Contribution of Patient-Reported and Clinician Based Variables for the Prediction of Low Back Work Status. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 17(3), 383-397.
- Hides, J. A., Stokes, M. J., Saide, M., Jull, G. A., & Cooper, D. H. (1994). Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 19(2), 165-172.
- Hitselberger, W. E., & Witten, R. M. (1968). Abnormal myelograms in asymptomatic patients. *J Neurosurg*, 28(3), 204-206.
- Hodges, P. W., & Moseley, G. L. (2003). Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol.*, 13(4), 361-370.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1999). Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Phys Med Rehabil.*, 80(9), 1005-1012.
- Holmes, T. H., & Rahe, R.H. (1967). The social readjustment rating scale, *Journal of Psychosomatic Research*, 11(2), 213-218
- Hoogendoorn, W. E., van Poppel, M. N., Bongers, P. M., Koes, B. W., & Bouter, L. M. (1999). Physical load during work and leisure time as risk factors for back pain. *Scand J Work Environ Health.*, 25(5), 387-403.
- Hoppenffeld, S. (1979). Exploración física de la columna vertebral y extremidades. 1(4), 279-283.
- Hovi, I., Lamminen, A., Salonen, O., & Raininko, R. (1994). MR imaging of the lower spine. Differentiation between infectious and malignant disease. *Acta Radiol*, 35(6), 532-540.
- Hultman, G., Saraste, H., & Ohlsen, H. (1992). Anthropometry, spinal canal width, and flexibility of the spine and hamstring muscles in 45-55-year-old men with and without low back pain. *J Spinal Disord.*, 5(3), 245-253.
- Hynek, H., Kimi, U., Staal, J. B., Martine, C. d. B., Tjabe, S., & Willem van, M. (2007). Substantial sick-leave costs savings due to a graded activity intervention for workers with non-specific sub-acute low back pain. *European Spine Journal*, 16(7), 919.

- Janey, W., & Daniel, M. C. (2001). Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, ed 3. *Physical Therapy*, 81(12), 1942.
- Jansen, N. W., Kant, I. J., & van den Brandt, P. A. (2002). Need for recovery in the working population: description and associations with fatigue and psychological distress. *Int J Behav Med.*, 9(4), 322-340.
- Johanning, E. (2000). Evaluation and management of occupational low back disorders. *Am J Ind Med.*, 37(1), 94-111.
- Johnson, Mbada, Akosile, & Agbeja. (2009). Isometric endurance of the back extensors in school-aged adolescents with and without low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil.*, 22(4), 205-211.
- Johnson, E. N., & Thomas, J. S. (2010). Effect of hamstring flexibility on hip and lumbar spine joint excursions during forward-reaching tasks in participants with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(7), 1140-1142.
- Johnston, J. M., Landsittel, D. P., Nelson, N. A., Gardner, L. I., & Wassell, J. T. (2003). Stressful psychosocial work environment increases risk for back pain among retail material handlers. *Am J Ind Med*, 43(2), 179-187.
- Jones, T., & Kumar, S. (2010). Comparison of ergonomic risk assessment output in four sawmill jobs. *Int*, 16(1), 105-111.
- Kang, S. H., Choi, S. H., Seong, N. J., Ko, J. M., Cho, E. S., & Ko, K. P. (2010). Comparative study of lumbar magnetic resonance imaging and myelography in young soldiers with herniated lumbar disc. *J Korean Neurosurg Soc*, 48(6), 501-505.
- Kapandji, I. A. (1969). Functional anatomy of the lumbosacral spine. *Acta Orthop Belg*, 35(3), 543-566.
- Kaplansky, B. D., Wei, F. Y., & Reecer, M. V. (1998). Prevention strategies for occupational low back pain. *Occup Med*, 13(1), 33-45.
- Kawabata, M., Shima, N., Hamada, H., Nakamura, I., & Nishizono, H. (2010). Changes in intra-abdominal pressure and spontaneous breath volume by magnitude of lifting effort: highly trained athletes versus healthy men. *Eur*, 109(2), 279-286. Epub 2010 Jan 2014.
- Kim, H. J., Chung, S., Kim, S., Shin, H., Lee, J., Kim, S., et al. (2006). Influences of trunk muscles on lumbar lordosis and sacral angle. *Eur Spine J.*, 15(4), 409-414.
- Kingma, I., & van Dieën, J. (2009a). Car driving with and without a movable back support: Effect on transmission of vibration through the trunk and on its consequences for muscle activation and spinal shrinkage. *Ergonomics*, 52(7), 830.
- Kingma, I., & van Dieën, J. (2009b). Car driving with and without a movable back support: Effect on transmission of vibration through the trunk and



- on its consequences for muscle activation and spinal shrinkage. *Ergonomics*, 52(7), 830-839.
- Kinne, S., Patrick, D. L., & Maher, E. J. (1999). Correlates of exercise maintenance among people with mobility impairments. *Disabil Rehabil*, 21(1), 15-22.
- Kirkaldy-Willis, W. H., & Farfan, H. F. (1982). Instability of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*(165), 110-123.
- Kleiner, B. M. (2006). Macroergonomics: analysis and design of work systems. *Appl Ergon*, 37(1), 81-89.
- Knapik, G. G., & Marras, W. S. (2009). Spine loading at different lumbar levels during pushing and pulling. *Ergonomics*, 52(1), 60-70.
- Knauer, S. R., Freburger, J. K., & Carey, T. S. (2010). Chronic Low Back Pain Among Older Adults: A Population-Based Perspective. *J Aging Health*.
- Kong, W. Z., Goel, V. K., Gilbertson, L. G., & Weinstein, J. N. (1996). Effects of muscle dysfunction on lumbar spine mechanics. A finite element study based on a two motion segments model. *Spine (Phila Pa 1976)*, 21(19), 2197-2206; discussion 2206-2197.
- Kosterlitz, H. W., & Paterson, S. J. (1980). Characterization of opioid receptors in nervous tissue. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.*, 210(1178), 113-122.
- Kotani, K., Barrero, L. H., Leez, D. L., & Dennerlein, J. T. (2007). Effect of horizontal position of the computer keyboard on upper extremity posture and muscular load during computer work. *Ergonomics*, 50(9), 1419-1432.
- Kouwenhoven, J. W., & Castelein, R. M. (2008). The pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis: review of the literature. *Spine (Phila Pa 1976)*, 33(26), 2898-2908.
- Krajcarski, S. R., Potvin, J. R., & Chiang, J. (1999). The in vivo dynamic response of the spine to perturbations causing rapid flexion: effects of pre-load and step input magnitude. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 14(1), 54-62.
- Ksiezopolska-Orlowska, K. (2010). Changes in bone mechanical strength in response to physical therapy. *Pol*, 120(9), 368-373.
- Kumar, S. (2001). Theories of musculoskeletal injury causation. *Ergonomics*, 44(1), 17-47.
- Kumar, S., Berger, R. J., Dunsker, S. B., & Keller, J. T. (1996). Innervation of the spinal dura. Myth or reality? *Spine (Phila Pa 1976)*, 21(1), 18-26.
- Kumar, S., Negi, M. P., Sharma, V. P., Shukla, R., Dev, R., & Mishra, U. K. (2009). Efficacy of two multimodal treatments on physical strength of occupationally subgrouped male with low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil.*, 22(3), 179-188.

- Kumar, S., Varghese, M., Mohan, D., Mahajan, P., Gulati, P., & Kale, S. (1999). Effect of whole-body vibration on the low back. A study of tractor-driving farmers in north India. *Spine (Phila Pa 1976)*, 24(23), 2506-2515.
- Kuslich, S. D., Ulstrom, C. L., & Michael, C. J. (1991). The tissue origin of low back pain and sciatica: a report of pain response to tissue stimulation during operations on the lumbar spine using local anesthesia. *Orthop Clin North Am.*, 22(2), 181-187.
- Lahad, A., Malter, A. D., Berg, A. O., & Deyo, R. A. (1994). The effectiveness of four interventions for the prevention of low back pain. *Jama.*, 272(16), 1286-1291.
- Lahiri, S., Levenstein, C., Nelson, D. I., & Rosenberg, B. J. (2005). The cost effectiveness of occupational health interventions: prevention of silicosis. *Am J Ind Med*, 48(6), 503-514.
- Lang, E., Liebig, K., Kastner, S., Neundorfer, B., & Heuschmann, P. (2003). Multidisciplinary rehabilitation versus usual care for chronic low back pain in the community: effects on quality of life. *The Spine Journal*, 3(4), 270-276.
- Laslett, M., Aprill, C. N., McDonald, B., & Young, S. B. (2005). Diagnosis of sacroiliac joint pain: validity of individual provocation tests and composites of tests. *Man Ther*, 10(3), 207-218.
- Laslett, M., Oberg, B., Aprill, C. N., & McDonald, B. (2005). Centralization as a predictor of provocation discography results in chronic low back pain, and the influence of disability and distress on diagnostic power. *The Spine Journal*, 5(4), 370-380.
- Lawrence, D. J. (1989). Editorial freedom and the JMPT. *J Manipulative Physiol Ther.*, 12(1), 1-2.
- Lean, M. E., Han, T. S., & Seidell, J. C. (1998). Impairment of health and quality of life in people with large waist circumference. *Lancet.*, 351(9106), 853-856.
- Lee, P., Helewa, A., Goldsmith, C. H., Smythe, H. A., & Stitt, L. W. (2001). Low back pain: prevalence and risk factors in an industrial setting. *J Rheumatol.*, 28(2), 346-351.
- Leerar, P. J., Boissonault, W., Domholdt, E., & Roddey, T. (2007). Documentation of red flags by physical therapists for patients with low back pain. *J Man Manip Ther.*, 15(1), 42-49.
- Lengsfeld, M., Frank, A., van Deursen, D. L., & Griss, P. (2000). Lumbar spine curvature during office chair sitting. *Medical Engineering & Physics*, 22(9), 665-669.

- Liddle, S. D., Gracey, J. H., & Baxter, G. D. (2007). Advice for the management of low back pain: a systematic review of randomised controlled trials. *Man Ther.*, 12(4), 310-327. Epub 2007 Mar 2028.
- Liebenson, C., & Chapman, S. (1999). Motion palpation: it's time to accept the evidence. *J Manipulative Physiol Ther*, 22(9), 631-633.
- Liuke, M., Solovieva, S., Lamminen, A., Luoma, K., Leino-Arjas, P., Luukkonen, R., et al. (2005). Disc degeneration of the lumbar spine in relation to overweight. *International Journal of Obesity*, 29(8), 903-908.
- Livshits, G., Ermakov, S., Popham, M., Macgregor, A. J., Sambrook, P. N., Spector, T. D., et al. (2010). Evidence that bone mineral density plays a role in degenerative disc disease: the UK Twin Spine study. *Ann*, 69(12), 2102-2106. Epub 2010 Jun 2122.
- Ljosa, C. H., & Lau, B. (2009). Shiftwork in the Norwegian petroleum industry: overcoming difficulties with family and social life - a cross sectional study. *J Occup Med Toxicol*, 4, 22.
- Loukas, M., Shoja, M. M., Thurston, T., Jones, V. L., Linganna, S., & Tubbs, R. S. (2008). Anatomy and biomechanics of the vertebral aponeurosis part of the posterior layer of the thoracolumbar fascia. *Surg Radiol Anat*, 30(2), 125-129.
- Mannion, A. F., Helbling, D., Pulkovski, N., Sprott, H., Mannion, A. F., Helbling, D., et al. (2009). Spinal segmental stabilisation exercises for chronic low back pain: programme adherence and its influence on clinical outcome. *European Spine Journal*, 18(12), 1881-1891.
- Marangoni, A. H. (2010). Effects of intermittent stretching exercises at work on musculoskeletal pain associated with the use of a personal computer and the influence of media on outcomes. *Work.*, 36(1), 27-37.
- Marras, W. S. (2001). Spine biomechanics, government regulation, and prevention of occupational low back pain. *The Spine Journal*, 1, 163-165.
- Marras, W. S., & Mirka, G. A. (1993). Electromyographic studies of the lumbar trunk musculature during the generation of low-level trunk acceleration. *J Orthop Res*, 11(6), 811-817.
- Marras, W. S., Parakkat, J., Chany, A. M., Yang, G., Burr, D., & Lavender, S. A. (2006). Spine loading as a function of lift frequency, exposure duration, and work experience. *Clinical Biomechanics*, 21(4), 345-352.
- Marras, W. S., Rangarajulu, S. L., & Wongsam, P. E. (1987). Trunk force development during static and dynamic lifts. *Hum Factors.*, 29(1), 19-29.
- Mayer, J. M., Haldeman, S., Tricco, A. C., Dagenais, S., Mayer, J. M., Haldeman, S., et al. (2010). Management of chronic low back pain in active individuals. *Current Sports Medicine Reports*, 9(1), 60-66.

- McGill, S., & Brown, S. (2005). Personal and psychosocial variables in workers with a previous history of LBP: 16-month follow-up. *Ergonomics*, *48*(2), 200-206.
- McGill, S. M., Childs, A., & Liebenson, C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil*, *80*(8), 941-944.
- McGill, S. M., & Norman, R. W. (1976). Partitioning of the L4-L5 dynamic moment into disc, ligamentous, and muscular components during lifting. *Spine*, *11*(7), 666-678.
- McGregor, A. H., & Hukins, D. W. (2009). Lower limb involvement in spinal function and low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil.*, *22*(4), 219-222.
- Medrano García, R., Varela Hernández, A., de la Torre Rosas, M., & Mendoza Cisneros, R. (2002). Propuesta de modificación del algoritmo europeo de manejo de la lumbalgia inespecífica. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, *14*, 1-8.
- Medterms. (2010). Medical Dictionary definitions of popular medical terms easily defined on MedTerms.
- Meliá, J. (2005). ¿Como evaluar los riesgos psicosociales en la empresa? Metodologías, oportunidades y tendencias? doi: [www.uv.es/seguridadlaboral](http://www.uv.es/seguridadlaboral).
- Mellin, G. (1976). Correlations of hip mobility with degree of back pain and lumbar spinal mobility in chronic low-back pain patients. *Spine*, *13*(6), 668-670.
- Ministerio de Salud de Chile. (2000). situacion de salud en chile 2000 - 2010.
- Miranda, H. M., Viikari-Juntura, E. M., Punnett, L. S., & Riihimäki, H. M. (2008). Occupational loading, health behavior and sleep disturbance as predictors of low-back pain. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, *34*(6), 411.
- Miyakoshi, N., Kasukawa, Y., Ishikawa, Y., Nozaka, K., & Shimada, Y. Spinal alignment and mobility in subjects with chronic low back pain with walking disturbance: a community-dwelling study. *Tohoku*, *221*(1), 53-59.
- Monfort-Panego, M., Vera-Garcia, F. J., Sanchez-Zuriaga, D., & Sarti-Martinez, M. A. (2009). Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. *J Manipulative Physiol Ther.*, *32*(3), 232-244.
- Moore, J. S., & Garg, A. (1996). Use of participatory ergonomics teams to address musculoskeletal hazards in the red meat packing industry. *Am J Ind Med*, *29*(4), 402-408.

- Mullan, R. J., & Murthy, L. I. (1991). Occupational sentinel health events: an updated list for physician recognition and public health surveillance. *Am J Ind Med*, 19(6), 775-799.
- Nakamura-Craig, M., & Smith, T. W. (1989). Substance P and peripheral inflammatory hyperalgesia. *Pain.*, 38(1), 91-98.
- Natarajan, R., Williams, J., Lavender, S., An, H., & Andersson, G. (2008). Relationship between disc injury and manual lifting: a poroelastic finite element model study. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 222(H2), 195-207.
- Nelson, A. M. P.-C. (2007). Evaluation and treatment of patients with low back pain. *JAAPA : Journal of the American Academy of Physician Assistants*, 20(4), 22.
- Nguyen, T. M., & Randolph, D. M. M. (2007). Nonspecific Low Back Pain and Return to Work. *American Family Physician*, 76(10), 1497.
- Niosi, C. A., & Oxland, T. R. (2004). Degenerative mechanics of the lumbar spine. *Spine J*, 4(6 Suppl), 202S-208S.
- Nordin, M., Alexandre, N. M., & Campello, M. (2003). Measures for low back pain: a proposal for clinical use. *Rev Lat Am Enfermagem*, 11(2), 152-155.
- Nordin, M., Balague, F., & Cedraschi, C. (2006). Nonspecific lower-back pain: surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Orthop Relat Res*, 443, 156-167.
- Nordin, M., Skovron, M. L., Brisson, P. B., Kula, J., & et al. (1994). Secondary prevention of back pain and the development of chronicity: the OIOC-NIOSH Model Clinic. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 30-31, 215.
- Nordin, M., Welsler, S., Campello, M. A., & Pietrek, M. (2002). Self-care techniques for acute episodes of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 16(1), 89-104.
- Norman, R., Wells, R., Neumann, P., Frank, J., Shannon, H., & Kerr, M. (1998). A comparison of peak vs cumulative physical work exposure risk factors for the reporting of low back pain in the automotive industry. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 13(8), 561-573.
- Nourbakhsh, M. R., & Arab, A. M. (2002). Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 32(9), 447-460.
- Nussbaum, M. A., Chaffin, D. B., & Baker, G. (1999). Biomechanical analysis of materials handling manipulators in short distance transfers of moderate mass objects: joint strength, spine forces and muscular antagonism. *Ergonomics*, 42(12), 1597-1618.

- O'Connell, G. D., Vresilovic, E. J., & Elliott, D. M. (2011). Human intervertebral disc internal strain in compression: The effect of disc region, loading position, and degeneration. *J Orthop Res*.
- O'Sullivan, P. B., Phyty, G. D., Twomey, L. T., & Allison, G. T. (1976). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*, 22(24), 2959-2967.
- Organización Internacional del Trabajo. (1989). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Madrid: Ministerio de Trabajo y asuntos sociales.
- Ormel, J., VonKorff, M., Ustun, T. B., Pini, S., Korten, A., & Oldehinkel, T. (1994). Common mental disorders and disability across cultures. Results from the WHO Collaborative Study on Psychological Problems in General Health Care. *Jama.*, 272(22), 1741-1748.
- Panjabi, M. M. (1992a). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.*, 5(4), 383-389; discussion 397.
- Panjabi, M. M. (1992b). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord.*, 5(4), 390-396; discussion 397.
- Panjabi, M. M. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 13(4), 371-379.
- Panjabi, M. M., Krag, M. H., White, A. A., 3rd, & Southwick, W. O. (1977). Effects of preload on load displacement curves of the lumbar spine. *Orthop Clin North Am*, 8(1), 181-192.
- Panjabi, M. M., & White, A. A., 3rd. (1980). Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery*, 7(1), 76-93.
- Papageorgiou, A. C., Croft, P. R., Thomas, E., Ferry, S., Jayson, M. I., & Silman, A. J. (1996). Influence of previous pain experience on the episode incidence of low back pain: results from the South Manchester Back Pain Study. *Pain*, 66(2-3), 181-185.
- Parnianpour, M., Nordin, M., Kahanovitz, N., & Frankel, V. (1976). 1988 Volvo award in biomechanics. The triaxial coupling of torque generation of trunk muscles during isometric exertions and the effect of fatiguing isoinertial movements on the motor output and movement patterns. *Spine (Phila Pa*, 13(9), 982-992.
- Perkins, M. S., & Bloswick, D. S. (1995). The Use of Back Belts to Increase Intraabdominal Pressure as a Means of Preventing Low Back Injuries: A Survey of the Literature. *Int J Occup Environ Health.*, 1(4), 326-335.

- Pickup, L., Wilson, J., & Lowe, E. The Operational Demand Evaluation Checklist (ODEC) of workload for railway signalling. *Appl Ergon*, 41(3), 393-402.
- Pincus, T., & Morley, S. (2001). Cognitive-processing bias in chronic pain: a review and integration. *Psychol Bull.*, 127(5), 599-617.
- Plouvier, S. M., Leclerc, A. P., Chastang, J. P., Bonenfant, S. M., & Goldberg, M. M. D. P. (2009). Socioeconomic position and low-back pain - the role of biomechanical strains and psychosocial work factors in the GAZEL cohort. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 35(6), 429-436.
- Plumer, K. D., & Trojan, A. (2004). ["Healthy cities"--requirements and performance. Questionnaire results and a suggestion on quality monitoring (healthy-cities-barometer)]. *Gesundheitswesen*, 66(3), 202-207.
- Pope, M. H., & Novotny, J. E. (1993). Spinal biomechanics. *J Biomech Eng.*, 115(4B), 569-574.
- Porterfield, J. A. (1985). Dynamic stabilization of the trunk. *J Orthop Sports Phys Ther*, 6(5), 271-277.
- Rainville, J., Ahern, D. K., Phalen, L., Childs, L. A., & Sutherland, R. (1976). The association of pain with physical activities in chronic low back pain. *Spine (Phila Pa, 17(9))*, 1060-1064.
- Rainville, J., Hartigan, C., Jouve, C., & Martinez, E. (2004). The influence of intense exercise-based physical therapy program on back pain anticipated before and induced by physical activities. *The Spine Journal*, 4(2), 176-183.
- Revel, M. (1995). Rehabilitation of low back pain patients. A review. *Rev Rhum Engl Ed.*, 62(1), 35-44.
- Riley, J. L., Robinson, M. E., Wade, J. B., Myers, C. D., & Price, D. D. (2001). Sex differences in negative emotional responses to chronic pain. *J Pain.*, 2(6), 354-359.
- Rivilis, I., Van Eerd, D., Cullen, K., Cole, D. C., Irvin, E., Tyson, J., et al. (2008). Effectiveness of participatory ergonomic interventions on health outcomes: a systematic review. *Appl Ergon.*, 39(3), 342-358.
- Roelofs, J., Peters, M. L., Zeegers, M. P., & Vlaeyen, J. W. (2002). The modified Stroop paradigm as a measure of selective attention towards pain-related stimuli among chronic pain patients: a meta-analysis. *Eur J Pain.*, 6(4), 273-281.
- Rupp, R. E., Ebraheim, N. A., & Wong, F. F. (1996). The value of magnetic resonance imaging of the postoperative spine with titanium implants. *J Spinal Disord*, 9(4), 342-346.

- Rutstein, D. D., Mullan, R. J., Frazier, T. M., Halperin, W. E., Melius, J. M., & Sestito, J. P. (1983). Sentinel Health Events (occupational): a basis for physician recognition and public health surveillance. *Am J Public Health*, 73(9), 1054-1062.
- Rydevik, B., Brown, M. D., & Lundborg, G. (1984). Pathoanatomy and pathophysiology of nerve root compression. *Spine (Phila Pa 1976)*, 9(1), 7-15.
- Sartini, S., & Guerra, L. (2008). Open experience with a new myorelaxant agent for low back pain. *Adv Ther.*, 25(10), 1010-1018.
- Sato Tde, O., & Coury, H. J. (2009). Evaluation of musculoskeletal health outcomes in the context of job rotation and multifunctional jobs. *Appl Ergon.*, 40(4), 707-712. Epub 2008 Aug 2003.
- Schaafsma, F., Schonstein, E., Ojajarvi, A., & Verbeek, J. (2010). Physical conditioning programs for improving work outcomes among workers with back pain. *Scand J Work Environ Health*, 1-5.
- Schattner, E., & Shahar, G. (2011). Role of pain personification in pain-related depression: an object relations perspective. *Psychiatry*, 74(1), 14-20.
- Scheer, S. J., Watanabe, T. K., & Radack, K. L. (1997). Randomized controlled trials in industrial low back pain. Part 3. Subacute/chronic pain interventions. *Arch Phys Med Rehabil*, 78(4), 414-423.
- Schnall, P., Belkic, K., Landsbergis, P., & Baker, D. (2000). Why the workplace and cardiovascular disease? *Occup Med.*, 15(1), 1-6.
- Schnitzer, T. J., Ferraro, A., Hunsche, E., & Kong, S. X. (2004). A comprehensive review of clinical trials on the efficacy and safety of drugs for the treatment of low back pain. *J Pain Symptom Manage.*, 28(1), 72-95.
- Schultz, I. Z., Crook, J., Berkowitz, J., Milner, R., & Meloche, G. R. (2005). Predicting Return to Work After Low Back Injury Using the Psychosocial Risk for Occupational Disability Instrument: A Validation Study. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 15(3), 365-376.
- Shiri, R., Karppinen, J., Leino-Arjas, P., Solovieva, S., & Viikari-Juntura, E. (2009). The association between obesity and low back pain: a meta-analysis. *Am J Epidemiol*, 171(2), 135-154.
- Shiri, R., Solovieva, S., Husgafvel-Pursiainen, K., Taimela, S., Saarikoski, L. A., Huupponen, R., et al. (2008). The association between obesity and the prevalence of low back pain in young adults: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Am J Epidemiol.*, 167(9), 1110-1119.
- Singh, D., Park, W., Levy, M., & Jung, E. (2009). The effects of obesity and standing time on postural sway during prolonged quiet standing. *Ergonomics*, 52(8), 977-986.



- Skovron, M. L. (1992). Epidemiology of low back pain. *Baillieres Clin Rheumatol.*, 6(3), 559-573.
- Smidt, N., de Vet, H. C., Bouter, L. M., Dekker, J., Arendzen, J. H., de Bie, R. A., et al. (2005). Effectiveness of exercise therapy: a best-evidence summary of systematic reviews. *Aust J Physiother.*, 51(2), 71-85.
- Snook, S. H., & Ciriello, V. M. (1991). The Design of Manual Handling Tasks - Revised Tables of Maximum Acceptable Weights and Forces. *Ergonomics*, 34(9), 1197-1213.
- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad. (2010). Consejos de nutrición de la SEEDO, 2010, from (<http://www.seedo.es/obesidadysalud/consejosdenutrición/tabid/135/default.aspx>)
- Solomonow, M., Zhou, B. H., Baratta, R. V., Lu, Y., & Harris, M. (1976). Biomechanics of increased exposure to lumbar injury caused by cyclic loading: Part 1. Loss of reflexive muscular stabilization. *Spine*, 24(23), 2426-2434.
- Staal, J. B., Hlobil, H., van Tulder, M. W., Waddell, G., Burton, A. K., Koes, B. W., et al. (2003). Occupational health guidelines for the management of low back pain: an international comparison. *Occup Environ Med*, 60(9), 618-626.
- Stanos, S. P., Muellner, P. M., & Harden, R. N. (2004). The physiatric approach to low back pain. *Seminars in Pain Medicine*, 2(3), 186-196.
- Stephen, J. F., & Thomas, S. (2003). Biomechanics of the aging spine. *European Spine Journal*, 12, S97.
- Stewart, M., Latimer, J., & Jamieson, M. (2003). Back extensor muscle endurance test scores in coal miners in Australia. *J Occup Rehabil*, 13(2), 79-89.
- Stroyer, J., & Jensen, L. D. (2008). The role of physical fitness as risk indicator of increased low back pain intensity among people working with physically and mentally disabled persons: a 30-month prospective study. *Spine (Phila Pa 1976)*, 33(5), 546-554.
- Sullivan, M. S. (1989). Back support mechanisms during manual lifting. *Phys Ther.*, 69(1), 38-45.
- Sundin, D. S., Pedersen, D. H., & Frazier, T. M. (1986). Occupational hazard and health surveillance. *Am J Public Health*, 76(9), 1083-1084.
- Taechasubamorn, P., Nopkesorn, T., & Pannarunothai, S. (2010). Comparison of physical fitness between rice farmers with and without chronic low back pain: a cross-sectional study. *J Med Assoc Thai*, 93(12), 1415-1421.

- Taylor, E., Folkard, S., & Shapiro, D. A. (1997). Shiftwork Advantages as Predictors of Health. *Int J Occup Environ Health*, 3(Supplement 2), S20-S29.
- Tesh, K. M., Dunn, J. S., & Evans, J. H. (1987). The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine (Phila Pa 1976)*, 12(5), 501-508.
- Thomas, E., Silman, A. J., Papageorgiou, A. C., Macfarlane, G. J., & Croft, P. R. (1998). Association between measures of spinal mobility and low back pain. An analysis of new attenders in primary care. *Spine (Phila Pa 1976)*, 23(3), 343-347.
- Thorbjornsson, C. B., Alfredsson, L., Fredriksson, K., Michelsen, H., Punnett, L., Vingard, E., et al. (2000). Physical and psychosocial factors related to low back pain during a 24-year period. A nested case-control analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25(3), 369-374; discussion 375.
- Tissot, F., Messing, K., & Stock, S. (2009). Studying the relationship between low back pain and working postures among those who stand and those who sit most of the working day. *Ergonomics*, 52(11), 1402.
- Toda, Y. (2002). Impact of waist/hip ratio on the therapeutic efficacy of lumbosacral corsets for chronic muscular low back pain. *J Orthop Sci.*, 7(6), 644-649.
- Toffola, E. D., Rodigari, A., Di Natali, G., Ferrari, S., & Mazzacane, B. (2009). [Posture and fatigue among surgeons in the operating room]. *G Ital Med Lav Ergon.*, 31(4), 414-418.
- Udo, H., & Yoshinaga, F. (1997). Effect of a pelvic belt on abdominal pressure by various weights and bending angles. *Ind Health.*, 35(2), 229-234.
- Valat, J. P., Goupille, P., & Vedere, V. (1997). Low back pain: risk factors for chronicity. *Rev Rhum Engl Ed*, 64(3), 189-194.
- van der Roer, N., van Tulder, M., Barendse, J., Knol, D., van Mechelen, W., & de Vet, H. (2008). Intensive group training protocol versus guideline physiotherapy for patients with chronic low back pain: a randomised controlled trial. *European Spine Journal*, 17(9), 1193.
- van Doorn, J. W. (1995). Low back disability among self-employed dentists, veterinarians, physicians and physical therapists in The Netherlands. A retrospective study over a 13-year period (N = 1,119) and an early intervention program with 1-year follow-up (N = 134). *Acta Orthop Scand Suppl.*, 263, 1-64.
- van Nieuwenhuysse, A., Crombez, G., Burdorf, A., Verbeke, G., Masschelein, R., Moens, G., et al. (2009). Physical characteristics of the back are not predictive of low back pain in healthy workers: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord.*, 10, 2.

- van Tulder, M., Koes, B. W., & Bouter, L. M. (1995). A cost-of-illness study of back pain in The Netherlands. *Pain.*, *62*(2), 233-240.
- van Tulder, M., Malmivaara, A., Esmail, R., & Koes, B. (1976). Exercise therapy for low back pain: a systematic review within the framework of the cochrane collaboration back review group. *Spine (Phila Pa, 25*(21), 2784-2796.
- Vincent, H. K., Omli, M. R., Day, T., Hodges, M., Vincent, K. R., & George, S. Z. (2010). Fear of movement, quality of life, and self-reported disability in obese patients with chronic lumbar pain. *Pain Med*, *12*(1), 154-164.
- Vismara, L., Menegoni, F., Zaina, F., Galli, M., Negrini, S., Capodaglio, P., et al. (2010). Effect of obesity and low back pain on spinal mobility: a cross sectional study in women. *Journal of Neuroengineering & Rehabilitation*, *7*, 3.
- Vleeming, A., Pool-Goudzwaard, A. L., Stoeckart, R., van Wingerden, J. P., & Snijders, C. J. (1995). The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine (Phila Pa 1976)*, *20*(7), 753-758.
- Waddell, G., & Burton, A. K. (2001). Occupational health guidelines for the management of low back pain at work: evidence review. *Occup Med (Lond)*, *51*(2), 124-135.
- Waddell, G., Feder, G., & Lewis, M. (1997). Systematic reviews of bed rest and advice to stay active for acute low back pain. *Br J Gen Pract.*, *47*(423), 647-652.
- Waddell, G., Main, C. J., Morris, E. W., Di Paola, M., & Gray, I. C. (1984). Chronic low-back pain, psychologic distress, and illness behavior. *Spine (Phila Pa 1976)*, *9*(2), 209-213.
- Waddell, G., McCulloch, J. A., Kummel, E., & Venner, R. M. (1980). Nonorganic physical signs in low-back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, *5*(2), 117-125.
- Waddell, G., Somerville, D., Henderson, I., & Newton, M. (1976). Objective clinical evaluation of physical impairment in chronic low back pain. *Spine*, *17*(6), 617-628.
- Wai, E. K., Roffey, D. M., Bishop, P., Kwon, B. K., Dagenais, S., Wai, E. K., et al. (2010). Causal assessment of occupational carrying and low back pain: results of a systematic review. *Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, *10*(7), 628-638.
- Walker, S., & Cousins, M. J. (1994). Failed back surgery syndrome. *Aust Fam Physician.*, *23*(12), 2308-2309, 2312-2304.
- Waters, T., Collins, J., Galinsky, T., & Caruso, C. (2006). NIOSH research efforts to prevent musculoskeletal disorders in the healthcare industry. *Orthopaedic Nursing*, *25*(6), 380-389.

- Waxman, S. E., Tripp, D. A., & Flamenbaum, R. (2008). The mediating role of depression and negative partner responses in chronic low back pain and relationship satisfaction. *J Pain.*, 9(5), 434-442.
- Webster, B. (2006). managing low back pain disability in industry. what does the evidence tell us? *Liberty directions, fall*, 10-15.
- Weickgenant, A. L., Slater, M. A., Patterson, T. L., Atkinson, J. H., Grant, I., & Garfin, S. R. (1993). Coping activities in chronic low back pain: relationship with depression. *Pain*, 53(1), 95-103.
- Wetterhall, S. F., Pappaioanou, M., Thacker, S. B., Eaker, E., & Churchill, R. E. (1992). The role of public health surveillance: information for effective action in public health. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 41 Suppl, 207-218.
- Whistance, R. S., Adams, L. P., van Geems, B. A., & Bridger, R. S. (1995). Postural adaptations to workbench modifications in standing workers. *Ergonomics*, 38(12), 2485-2503.
- White, A. A., 3rd, & Gordon, S. L. (1976a). Synopsis: workshop on idiopathic low-back pain. *Spine (Phila Pa*, 7(2), 141-149.
- White, A. A., 3rd, & Gordon, S. L. (1976b). Synopsis: workshop on idiopathic low-back pain. *Spine*, 7(2), 141-149.
- White, A. A., 3rd, & Panjabi, M. M. (1978). The basic kinematics of the human spine. A review of past and current knowledge. *Spine (Phila Pa 1976)*, 3(1), 12-20.
- White, A. A., 3rd, Panjabi, M. M., Posner, I., Edwards, W. T., & Hayes, W. C. (1981). Spinal stability: evaluation and treatment. *Instr Course Lect*, 30, 457-483.
- Wiesel, S. W., Tsourmas, N., Feffer, H. L., Citrin, C. M., & Patronas, N. (1984). A study of computer-assisted tomography. I. The incidence of positive CAT scans in an asymptomatic group of patients. *Spine (Phila Pa 1976)*, 9(6), 549-551.
- Wilder, D. G., Pope, M. H., & Magnusson, M. (1996). Mechanical stress reduction during seated jolt/vibration exposure. *Semin Perinatol.*, 20(1), 54-60.
- Williams, J. B. (2001). Standardizing the Hamilton Depression Rating Scale: past, present, and future. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 251 Suppl 2, 116-12.
- Yelin, E. (1992). Arthritis. The cumulative impact of a common chronic condition. *Arthritis Rheum.*, 35(5), 489-497.
- Youdas, J. W., Garrett, T. R., Egan, K. S., & Therneau, T. M. (2000). Lumbar lordosis and pelvic inclination in adults with chronic low back pain. *Phys Ther.*, 80(3), 261-275.

Yu, T. S., Roht, L. H., Wise, R. A., Kilian, D. J., & Weir, F. W. (1984). Low-back pain in industry. An old problem revisited. *J Occup Med.*, 26(7), 517-524.



# ANEXOS



*ugr*

Universidad  
de **Granada**





## Anexo 1

### Artículo publicado en la Revista Ciencia y Trabajo (2010) 12(38):454-460

#### Artículo Original

## Identificación de Variables Relacionadas con la Condición Física para el Control Ergonómico de Factores Humanos Vinculados al Dolor Lumbar

IDENTIFICATION OF VARIABLES FOR PHYSICAL CONDITION FOR ERGONOMIC CONTROL OF HUMAN FACTORS RELATED TO LOW BACK PAIN

Guido Solari<sup>1</sup>, Bruno Solari<sup>2</sup>

1. Kinesiólogo, Magister en Salud Pública mención Salud Ocupacional, Diplomado en Gestión avanzada en Salud, Experto en Prevención de Riesgos, Académico Departamento de Kinesiología, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad de Antofagasta.
2. Colaborador Facultad de Medicina y Odontología, Universidad de Antofagasta.

#### RESUMEN

Utilizando un diseño transversal, se estudió 40 sujetos, todos varones trabajadores de una empresa de la gran minería del norte de Chile. El propósito fue identificar las diferencias significativas entre los indicadores de la condición física y el Síndrome de Dolor Lumbar (SDL). Se evaluaron diversas variables de la condición física en dos grupos, uno con SDL y otro sin SDL. Los resultados indicaron que la tasa de prevalencia global del síndrome de dolor lumbar fue de 67,5%, en tanto que cinco factores de la condición física resultaron ser estadísticamente significativos respecto de la presencia del SDL (potencia abdominal, fatigabilidad de los erectores espinales, flexibilidad general, flexibilidad lumbar y el perímetro de cintura). La obesidad y el sobrepeso estuvieron presentes en el 65% de la población estudiada, no obstante no implicó significancia estadística entre los grupos analizados excepto cuando su distribución afectó el perímetro de cintura.

(Solari G, Solari B, 2010. Identificación de Variables Relacionadas con la Condición Física para el Control Ergonómico de Factores Humanos Vinculados al Dolor Lumbar. *Cienc Trab.* Oct-Dic; 12 [38]: 454-460).

Descriptores: MINERÍA/RECURSOS HUMANOS, DOLOR DE LA REGIÓN LUMBAR, PREVALENCIA, ESTUDIOS TRANSVERSALES, CUESTIONARIO, CHILE.

#### ABSTRACT

By means of a transversal study, 40 subjects were studied. All of them were male workers belonging to a large-scale mining company located in the North of Chile. The purpose was to identify the significant differences between physical condition and low back pain syndrome (LBS) indicators. A diversity of variables of physical condition was evaluated in two groups, a LBS group and "healthy" group. Results indicated that global prevalence rate of low back pain syndrome was 67,5% whereas five factors of the physical condition resulted to be statistically significant according to the presence of LBS (abdominal strength, muscular fatigue in spinal erectors, general flexibility, lumbar flexibility and waist perimeter). 65% of the population presented obesity and overweight, however, this did not involve a statistical significance between groups in study, except when waist perimeter was affected by distribution.

Descriptors: MINING COMPANY; PHYSICAL CONDITION; LOW BACK PAIN SYNDROME (LBS); ABDOMINAL STRENGTH; MUSCULAR FATIGUE IN SPINAL ERECTORS; GENERAL FLEXIBILITY; LUMBAR FLEXIBILITY; WAIST PERIMETER.

#### INTRODUCCIÓN

En el último informe del Ministerio de Salud Pública chileno publicado el año 2000<sup>1</sup>, en el capítulo de salud ocupacional, se indica que en Chile prácticamente el 30% las enfermedades profesionales de los trabajadores corresponde a patologías osteo-

musculares. Los mencionados problemas son fundamentalmente dolencias que afectan la columna vertebral y en particular la columna vertebral lumbar y los tejidos blandos de las extremidades, que muy probablemente se vinculan al trabajo físico exigido por la ocupación.

Los exigentes sistemas de trabajo (horarios, necesidad de incremento de la producción, ritmo de trabajo marcado por los procesos, salario condicionado a la producción), la gran transferencia tecnológica asociada a la evolución económica que ha estado experimentando el país y la insuficiente capacidad física de los trabajadores para tolerar algunas de las cargas de trabajo impuestas hacen suponer, con razón, que el problema se asocia a una desadaptación entre el trabajo y el hombre que lo ejecuta: es decir, a una desadaptación ergonómica.

Asociado a lo anterior, el Síndrome de Dolor Lumbar (SDL, en adelante) se expresa como un problema que genera considerable absentismo laboral. En Chile, el dolor lumbar es la segunda causa de absentismo laboral con altos costos directos e indirectos; en

Correspondencia / Correspondence

Prof. Guido C. Solari M.

Universidad de Antofagasta

Departamento de Kinesiologías, Facultad Ciencias de la Salud

A. Samsó 145. Antofagasta, Chile

Tel.: (55) 55-637406

e-mails: gsolari@uantof.cl

Recibido: 13 de julio de 2010 / Aceptado: 18 de octubre de 2010



## Anexo 2

### CARTA de CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre:.....

Edad.....

Empresa:.....

Cargo en la empresa.....

RUT:.....

Mediante la presente carta informo y acepto las evaluaciones de condición física de las cuales seré objeto como asimismo dar respuesta al cuestionario laboral que en este estudio se ha incorporado en el inicio de actividades.

Estoy completamente informado del objetivo del presente estudio y de la naturaleza de los exámenes de condición física a los cuales me someteré y he podido preguntar tantas dudas como he tenido. Ninguno de ellos es invasivo, tampoco causan de dolor u otro efecto nocivo y ameritan mi voluntad para su real utilidad.

Los beneficios de este estudio son identificar mi condición física con el propósito de determinar si esta tiene alguna asociación con el dolor de espalda bajo en el trabajo que ejecuto y para gestionar posteriormente medidas de control que me permitan una mejor calidad de vida laboral.

Este estudio ha sido puesto en conocimiento previo de los directivos superiores de la empresa y ellos han autorizado su aplicación, entendiendo que se trata de un beneficio para los trabajadores y constituirá un aporte a las condiciones de trabajo.

\_\_\_\_\_  
**Firma del trabajador**

\_\_\_\_\_  
**Firma del investigador**

Fecha.....



### Anexo 3

## Información complementaria de las pruebas realizadas en el protocolo de evaluación

### 1. Clasificación test de potencia abdominal para hombres (Golding, et al., 1998; Goldstein, et al., 2002)

Edad	18 – 25	26 – 35	36 – 45	46 – 55	56 – 65	> 65
Excelente	> 49	> 45	> 41	> 35	> 31	> 28
Bueno	44 – 49	40 - 45	35 - 41	29 - 35	25 - 31	22 – 28
Más que suficiente	39 – 43	35 - 39	30 - 34	25 - 28	21 - 24	19 – 21
Suficiente	35 – 38	31 - 34	27 - 29	22 - 24	17 - 20	15 – 18
Menos de suficiente	31 – 34	29 - 30	23 - 26	18 - 21	13 - 16	11 – 14
Pobre	25 – 30	22 - 28	17 - 22	13 - 17	09 - 12	07 – 10
Muy pobre	< 25	< 22	< 17	< 09	< 09	< 07

### 2. Límites promedio de tiempo para la prueba de fatigabilidad de erectores espinales (Biering-Sorensen, 1984)

SUJETOS SIN DOLOR LUMBAR		SUJETOS CON DOLOR LUMBAR	
Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
198 s.	197 s.	163 s.	177 s.

### 3. Calificación de la flexibilidad general para test de Seat and Reach (Christou, et al., 2006).

HOMBRES					
EDAD	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	> 60
ALTO	> 48	> 46	> 43	> 41	> 39
MEDIO	47 – 33	45 – 31	42 – 29	40 – 27	38 – 24
REGULAR	32 – 25	30 – 24	28 – 20	26 – 18	23 – 16
BAJO	< 24	< 23	< 19	< 17	< 15

### 4. Flexibilidad específica lumbar: Test de Schober lumbar (Thomas, et al., 1998).

Propósito	Procedimiento	Estándar
Evaluar la movilidad de la columna lumbar	Paciente de pie, se le hace una marca en el proceso espinoso de S1 y luego otra marca 10 cm. más arriba de dicho proceso. Se le pide que incline el tronco hacia delante lo más posible y se evalúa la variación en cm. entre ambas marcas.	-0 > 5 cm.: hipermovilidad. -1 < 3 cm.: hipo movilidad. -2 3-5 cm.: rango normal

## 5. Evaluación del peso

### 5.1 Calificación de IMC en adultos (Escala de Garrow).

Grado	Índice de masa corporal	Clasificación
1	20 – 24.9	Normo peso
2	25 – 29.9	Sobrepeso
3	30- 39.9	Obesidad
4	> 39.9	Obesidad mórbida

### 5.2 Calificación del porcentaje de masa grasa para hombres adultos.

Nivel de masa Grasa Hombres	< 30 años	30-39 años	40-49 años	> 49 años
Alto	> 28	> 29	> 30	> 31
Moderado alto	22-28	23-29	24-30	25-31
Bajo	6-10	7-11	8-12	9-13
Muy bajo	< 6	< 7	< 8	< 9
Nivel optimo	11-21	12-22	13-23	14-24

**6. Cuestionario laboral** (Stewart, et al., 2003).

Nombre completo.....Fecha.....Cargo:.....

Nº	Consulta	Respuesta
1	<b>Edad (Años y meses)</b>	
2	<b>Estatura (cms.)</b>	
3	<b>Peso (Kg.)</b>	
4	<b>Sexo</b>	
5	<b>Tiempo en el trabajo ( años)</b>	
	En la actual empresa	
	En otras empresas	
6	<b>Tiempo diario dedicado a conducir</b>	
	Menos de 1 hora	
	Entre 1 y 2 horas	
	Más de 2 horas	
7	<b>Fecha del último episodio de dolor lumbar ( mes y año )</b>	
8	<b>Tiempo semanal dedicado a actividad física extralaboral</b>	
	Nº de días a la semana:	
	Tiempo de ejercicio promedio por día:	
09	<b>Posición principal de su cuerpo en la que se ejecuta su trabajo</b>	
	Sentado	
	Agachado	
	De pie	
10	<b>Tiempo diario que permanece en la posición mencionada anteriormente :</b>	
	Menos de 1 hora	
	Entre 1 y 2 horas	
	Más de 2 horas	
11	<b>Elevación y/o transporte manual de cargas por jornada diaria de trabajo</b>	
	No eleva cargas manualmente	
	20 – 30 Kg.	
	39 – 40 Kg.	
	Más de 40kgs.	
12	<b>Si eleva cargas, marque el N° promedio de veces al día que eleva el peso mencionado anteriormente :</b>	
	<b>1 – 10</b>	
	<b>10 – 20</b>	
	<b>20 – 30</b>	
	<b>Más de 30 (indique cuantas veces)</b>	





## Anexo 4

### Clasificación del riesgo de carga física de según MAC para tareas de levantamiento- descenso ejecutadas por una sola persona y para tareas de transporte (caminar con carga) ejecutadas por una sola persona

Nº	Puntaje total	Categoría de acción	Interpretación
1	0 a 4	1	No se requiere acciones correctivas
2	5 a 12	2	Se requiere acciones correctivas
3	13 a 20	3	Se requiere acciones correctivas pronto
4	21 a 32	4	Se requiere acciones correctivas inmediatamente

### Cuadro de evaluación de los factores de riesgo en tareas de levantamiento- descenso ejecutadas por una sola persona

	FACTORES DE RIESGO	COLOR	VALOR
A	Peso de la carga y frecuencia		
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar		
C	Región vertical de levantamiento- descenso		
D	Torsión y lateralización de tronco		
E	Restricciones posturales		
F	Acoplamiento mano-objeto		
G	Superficies de trabajo		
H	Factores ambientales		
<b>PUNTAJE TOTAL</b>			
<b>CATEGORIA DE ACCION</b>			

**Cuadro de evaluación de los factores de riesgo en tareas de transporte  
(caminar con carga) ejecutadas por una sola persona**

	<b>FACTORES DE RIESGO</b>	<b>COLOR</b>	<b>VALOR</b>
A	Peso de la carga y frecuencia		
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar		
C	Carga asimétrica sobre la espalda		
D	Restricciones posturales		
E	Acoplamiento mano-objeto		
F	Superficie del tránsito		
G	Factores ambientales (aire, temp. iluminación)		
H	Distancia de traslado		
I	Obstáculos		
<b>PUNTAJE TOTAL</b>			
<b>CATEGORIA DE ACCION</b>			