

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Facultad de Ciencias de la Salud



Trabajo Fin de Grado en Fisioterapia

Convocatoria Junio 2018

Tratamiento del Dolor Lumbar Inespecífico a través del Diafragma

Treatment of Non-Specific Low Back Pain through Diaphragm

Autora: Carmen Soria Becerril

Tutora: Patricia Rocamora Pérez

*“Creo que la duda es fundamental,
porque si lo damos todo por hecho,
todo lo que nos cuentan y todo lo que nos dicen,
no vamos a desarrollar un pensamiento crítico,
ni vamos a cuestionar las cosas
ni a aprender lo que hay detrás de una pregunta”*

Elvira Sastre

INDICE

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

RESUMEN Y ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 DIAFRAGMA	8
1.1.1 Anatomía. Conexiones estructurales, vasculares y nerviosas	8
1.1.2 Función respiratoria del diafragma	11
1.1.3 Función postural del diafragma.....	12
1.1.4 Función digestiva del diafragma	13
1.1.5 Función circulatoria del diafragma.	13
1.2. DOLOR LUMBAR.....	13
1.2.1 Breve reseña anatómica	13
1.2.2 Definición.....	14
1.2.3 Historia natural y epidemiología.....	15
1.2.4 Clasificación.....	15
1.2.5 Tratamiento	17
1.3 JUSTIFICACIÓN	18
2. OBJETIVOS	19
3. METODOLOGÍA	19
4. DESARROLLO	20
4.1 Relación entre dolor lumbar y alteraciones en la respiración. El papel del diafragma en la estabilidad lumbar.	20
4.2 Valoración del músculo diafragma	25
4.3 Tratamiento de Fisioterapia a través del diafragma para el dolor lumbar.....	30
4.3.1 Doming del diafragma.....	30
4.3.2 Estiramiento del diafragma.	31
4.3.3 Reeduación diafragmática	32

5. DISCUSIÓN	34
6. CONCLUSIONES	36
7. AGRADECIMIENTOS	38
8. REFERENCIAS.....	38
9. ANEXOS	42

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- DL: dolor lumbar
- PIA: presión intraabdominal
- EMI: entrenamiento muscular inspiratorio
- PImáx: presión inspiratoria máxima
- Pdi: presión transdiafragmática.
- GE: grupo experimental
- GC: grupo control
- ASLR: The Active Straight Leg Raising.
- BKFO: The Bent Knee Fall-out
- KLAT: Knee Lift Abdominal Test

RESUMEN

El diafragma es el músculo principal en la función respiratoria, pero su ubicación le otorga un papel primordial en la postura corporal. Dadas sus inserciones, va a tener una conexión directa con la zona lumbar. Esta relación provoca que intervenga en la estabilidad espinal y sea desencadenante de procesos álgicos.

A su vez, la columna lumbar es una zona con una alta prevalencia en cuanto a síndromes musculoesqueléticos, como el que centra nuestro trabajo, el dolor lumbar (DL). Se trata de un proceso cuyo principal síntoma es dolor en la zona en cuestión, pero que puede ir acompañado de rigidez, inmovilidad, entre otras manifestaciones.

El objetivo de este trabajo es indagar sobre el papel del diafragma en la región lumbar, analizar la relación de este músculo con el DL inespecífico y proponer un tratamiento que mitigue esta patología.

Se realizó una exhaustiva búsqueda en las principales bases de datos de Ciencias de la Salud, además de consultar material bibliográfico de interés en la Biblioteca Nicolás Salmerón de la UAL.

Dada su alta incidencia, el DL constituye uno de los principales problemas de salud, y uno de los principales objetivos de su tratamiento es evitar su cronificación. Las estadísticas muestran que entre el 15-20% de los adultos padecerá DL y, de éstos, el 90% de origen inespecífico. Esta etiología desconocida provoca cierta ineficacia en el tratamiento. Por ello, a partir de estructuras que conectan con la zona en cuestión, se ha planteado un posible tratamiento ante ciertas indicaciones, como la presencia de alteraciones respiratorias, procesos álgicos lumbares recurrentes y bloqueos a nivel dorso-lumbar. Mediante técnicas manuales, se aborda el diafragma para normalizar su tono y, tras ello, se desarrolla una reeducación de la función respiratoria de éste.

ABSTRACT

The diaphragm is the main muscle in respiratory function, but its location gives it a primary role in body posture. Given its insertions, it will have a direct connection to the lower back. This relationship causes its intervention in the spinal stability and its capability to trigger pain processes.

In turn, the lumbar spine is an area with a high prevalence in terms of musculoskeletal syndromes, such as the one that centers our work, lumbar pain (LP). It is a process whose main symptom is pain in the area in question, but which can be accompanied by rigidity, immobility, among other manifestations.

The objective of this work is to investigate the role of the diaphragm in the lumbar region, to analyze the relationship of this muscle with nonspecific LP, and to propose a treatment that mitigates this pathology.

An exhaustive search was carried out in the main databases of Health Sciences, in addition to consulting bibliographical material of interest in the Nicolás Salmerón Library of the UAL.

Given its high incidence, LP is one of the main health problems, and one of the main objectives of its treatment is to avoid its chronification. Statistics show that between 15-20% of adults will suffer LP and, of these, 90% of non-specific origin. This unknown etiology causes some ineffectiveness in the treatment. Therefore, from structures that connect with the area in question, has been raised a possible treatment to certain indications, such as the presence of respiratory alterations, recurrent lumbar pain processes and blockades at the dorso-lumbar level. Through manual techniques, the diaphragm is approached to normalize its tone and, after that, a reeducation of the respiratory function of the diaphragm is developed.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DIAFRAGMA

1.1.1 Anatomía. Conexiones estructurales, vasculares y nerviosas¹⁻³

El diafragma, estructura musculotendinosa en forma de cúpula de unos 2-4 mm de espesor, cóncavo por su lado inferior, separa el tórax del abdomen. Su nombre indica la conexión entre ambas regiones, basada en la continuidad anatómica, dejando una separación equilibrada y eficaz entre las mismas. Así, constituye la base de la cavidad torácica y el techo de la abdominal, siendo atravesado por estructuras vitales tales como la vena cava o el esófago.

El diafragma es el principal músculo de la respiración. Durante cada ciclo respiratorio realiza dos movimientos: en la inspiración se contrae y desciende, mientras que en la espiración se relaja y asciende. Esto conlleva, respectivamente, el aumento y disminución del diámetro vertical de la caja torácica.

El diafragma se compone de dos porciones: A) una porción muscular periférica y B) otra porción aponeurótica central.

A) En la **porción muscular periférica**, sus fibras determinan una estructura muscular que converge con un tendón central. Está constituida por diversas inserciones en las cuales, a nivel anatómico, pueden diferenciarse tres porciones: esternal, costal y lumbar.

La porción esternal se fija sobre la cara posterior de la apófisis xifoides por medio de dos fascículos retroxifoideos, estando separada por la fisura de Marfan. Una segunda fisura, denominada triángulo esternocostal o fisura de Larrey, separa la parte retroxifoidea de la parte condrocostal. En este punto se produce el paso de la arteria mamaria interna, y el tejido conectivo prepericardial entra en contacto con el tejido conectivo preperitoneal. .

La porción costal o condrocostal se inserta en el 7º, 8º y 9º cartílagos costales, en los que se fusiona con las inserciones del músculo transverso del abdomen. A continuación, las inserciones costales son a nivel de la 10º, 11º y 12º costillas. Las costillas flotantes constituyen zonas de fragilidad en cuanto a riesgo de desgarro, pero se encuentran estructuras de protección que refuerzan las inserciones musculares. A nivel de las

costillas 10°, 11° y 12° se encuentran las arcadas de Senac, es decir, la arcada del cuadrado lumbar y la arcada del psoas.

En **la porción lumbar**, es esencial el papel de las arcadas, conexión entre la zona lumbar y el músculo. De la 12° costilla a la transversa de L1 se encuentra la arcada lumbar, y de la apófisis transversa de L1 al cuerpo vertebral de L2, la arcada del psoas, ambas comunes al diafragma. A nivel de columna lumbar, sus inserciones son a través de los dos pilares principales y los dos accesorios. Los pilares principales son asimétricos. El pilar derecho se dirige desde la parte inferior de D12 al disco intervertebral de L3, mientras que el pilar izquierdo se origina al mismo nivel, pero se inserta en un nivel superior, en el disco de L2.

B) Por otra parte, en **la porción central del diafragma**, se encuentra el tendón central, una estructura aponeurótica robusta en forma de lámina donde convergen radialmente las fibras musculares del diafragma. Está unido al pericardio por su cara inferior. Este tendón está compuesto por tres hojas y cabe destacar el que no se inserte a ninguna estructura ósea. Tiene forma de C, en donde la hoja lateral izquierda es la más pequeña, seguida de la media (anterior) que es de mayor tamaño y terminando por la hoja lateral derecha que es la más grande. La hoja media del tendón está justo debajo del corazón, por lo que la estructura pericárdica y el músculo diafragmático presentan una gran conexión entre ellos. A consecuencia de esto, durante la respiración, la silueta cardiovascular sufre cambios en su aspecto.

Los pilares diafragmáticos conllevan conexiones fundamentales tanto estructurales como fisiológicas para el diafragma. Tan es así que sus inserciones darán lugar a los diversos orificios contenidos en este músculo, a través de los cuales atraviesan estructuras esenciales para el ser humano. A nivel del borde mediano de esos pilares divergen haces musculares que se entrelazan con el pilar contralateral, dando lugar al lecho fibroso de la aorta. Ambos pilares convergen en D12, formando el ligamento arqueado mediano, donde se encuentra el orificio de la aorta (Véase **figura 1**), un orificio fibroso inextensible. En cuanto a las fibras medianas, éstas se cruzan dando lugar a un bucle muscular a la izquierda de D10, que será el orificio del esófago. Contiene fibras externas que de manera vertical ascienden para determinar la escotadura del centro frénico.

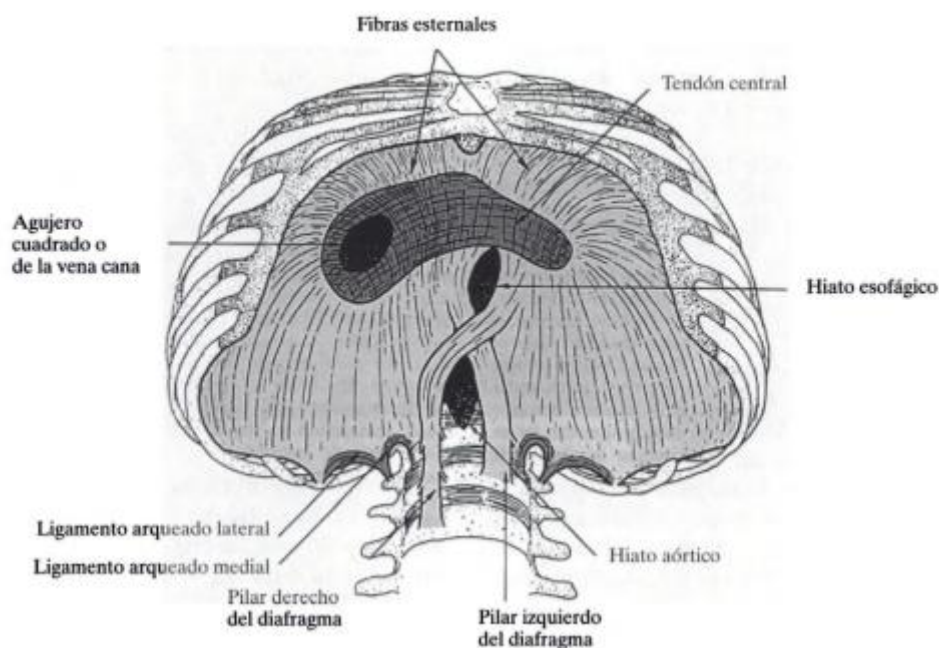


Figura 1. Hiato aórtico y pilares diafragmáticos ³.

El diafragma se ve atravesado por estructuras corporales cuya función resulta fundamental para el ser humano, por lo que éste contiene una serie de orificios que posibilitan su conexión a través de tórax y abdomen. Los principales son: el orificio de la vena cava inferior, el hiato esofágico y el hiato aórtico.

El orificio de la vena cava inferior, ubicado posterior a la unión entre la hoja derecha y medial del tendón central, a nivel del disco intervertebral de D8-D9. Es el orificio más elevado de los principales orificios del diafragma. En el momento de la inspiración, el orificio aumenta de diámetro y la vena cava se distiende y dilata, debido a la contracción muscular. Esto facilita la circulación sanguínea. Además, algunos ramos del nervio frénico derecho y determinados vasos linfáticos pasan por este conducto. Puede haber una variabilidad anatómica en donde la vena hepática derecha pase por este orificio antes de drenar hacia la vena cava inferior.

El **hiato esofágico**, en el cual será el esófago quien lo atraviese de forma oblicua. Se encuentra justo posterior y lateral al orificio de la vena cava. Suele situarse a nivel de D10, en el pilar derecho, si bien en algún caso puede encontrarse en el pilar izquierdo. Por este orificio pueden encontrarse troncos vagales, así como ramas esofágicas de los vasos gástricos izquierdos. El diafragma puede repercutir en la función del esófago, debido a que durante la inspiración ayuda

a prevenir el reflujo esofágico, gracias a la contracción de la parte distal del esófago, por medio de las fibras carnosas del músculo esfínter del esófago.

El hiato aórtico es un conducto singular, puesto que en realidad la aorta no perfora el diafragma, dado que se ubica posterior a él y al ligamento arqueado mediano. Realiza un arco entre los dos pilares diafragmáticos delante de D12. Por esta razón, el diafragma no repercute sobre la función y estado de la aorta. También atraviesan este hiato otras estructuras como el conducto torácico, compuesto por las venas ácigos y los dos troncos linfáticos intercostales.

En cuanto a la **irrigación y drenaje diafragmáticos**: las arterias que constituyen la cara superior del diafragma son las arterias frénicas superiores, las musculofrénicas y las pericardiofrénicas. A nivel inferior, se encuentran las arterias frénicas inferiores. En cuanto al drenaje venoso, las venas pericardiofrénicas y la musculofrénica se encargan de la cara superior, y las venas frénicas inferiores de la cara inferior ⁴. Además, hay plexos linfáticos en la zona torácica del diafragma, donde se encuentran ganglios linfáticos. Estos ganglios tienen vasos linfáticos que drenarán a ganglios frénicos. Algunos vasos linfáticos se encuentran en la cara abdominal y se encargarán del drenaje de los ganglios linfáticos lumbares superiores.

Respecto a la **inervación del diafragma**, está principalmente a cargo de los nervios frénicos, que provienen de ramos ventrales a nivel de C3-C5. Sobre todo, tienen una función motora, aunque tienen ciertas fibras sensitivas, nociceptivas y propioceptivas. A su vez, la porción periférica del diafragma está inervada sensitivamente por los seis-siete últimos nervios intercostales y subcostales ⁵.

1.1.2 Función respiratoria del diafragma ³

El diafragma constituye el principal músculo inspiratorio. En la contracción, sus cúpulas descienden provocando un aumento en el diámetro vertical de la caja torácica. Al realizar una inspiración forzada, se produce una contracción máxima, pudiendo traccionar del tendón central hacia abajo hasta unos 4 cm. A esto le añadimos que las fibras costales del diafragma ejercen a partir de la 6ª una fuerza que genera elevación y rotación externa de éstas ⁶. Esto provocará un descenso de las vísceras de la cavidad abdominal, disminuyendo así la presión intratorácica, y permitiendo la entrada de aire en los pulmones. Como consecuencia, la presión intraabdominal aumenta, provocando una disminución en el volumen abdominal. Durante una respiración relajada, el tendón central presenta un movimiento pequeño.

A la hora de maniobras que conllevan una compresión abdominal, se trata de un músculo fundamental en funciones como la micción, la defecación y el parto. El diafragma participa en la función de los músculos abdominales, confiriendo mayor estabilidad tanto a ellos como a nivel vertebral.

1.1.3 Función postural del diafragma

Debido a la ubicación del diafragma, son numerosas las relaciones anatómicas con otras partes del organismo. Aunque su principal función de manera activa es la respiración, la segunda se considera el control postural. De hecho, los movimientos que provocan la respiración conllevan esa función postural. Esto se explica puesto que cuando se produce la contracción diafragmática, genera una presión positiva que caudaliza a las vísceras abdominales. Como consecuencia, los movimientos respiratorios interfieren en las propiedades mecánicas del tronco y provocan un movimiento postural ⁶.

Dada su disposición central, es un punto clave en la variación de las curvaturas fisiológicas vertebrales, y esto repercute en la estática corporal. Sus continuas contracciones provocan variaciones de presión entre las cavidades torácica y abdominal. Además, actúa directamente sobre el posicionamiento vertebral debido a sus conexiones anatómicas, sobre todo en la zona lumbar ².

Investigaciones como la de Hamaoui et al. ⁶ han demostrado que el diafragma actúa sobre el desplazamiento del centro de gravedad en diversas posturas, como bipedestación o sedestación. Por medio de contracciones aisladas del diafragma, unilateral y bilateral, demostraron que esa estimulación provocaba una alteración postural específica que varía en función del posicionamiento del paciente. Dicha alteración postural provocada por la musculatura respiratoria puede ocasionar desequilibrios en otros niveles articulares a nivel vertebral.

Además de la afirmación anterior, Busquet ^{2,7} recalca la importancia estructural del diafragma, ya que se encuentra presente en todas las cadenas musculares. Afirma que es primordial que permanezca libre en su función principal, la respiración, puesto que una integración permanente y continua de una misma cadena muscular podría provocar trastorno en sus diferentes funciones.

1.1.4 Función digestiva del diafragma ²

El descenso del diafragma tras la inspiración, junto a la tensión del mesocolon, provoca a nivel hepático-esplénico-gástrico variaciones de presión. El papel que juega en el estómago es el más significativo, puesto que las fibras musculares de este no tienen autonomía para realizar un movimiento dinámico para la digestión. Durante la inspiración, se horizontaliza el estómago, mientras que en la espiración se verticaliza, provocando su dinámica. Una alteración en el estado del diafragma provoca problemas como gastritis, ulceración, digestiones pesadas, acidez y hernias de hiato.

1.1.5 Función circulatoria del diafragma

Resulta evidente el papel del diafragma a nivel arterial y vasolinfático, pero cabe destacar su comportamiento respecto al corazón. Esto se debe a que el pericardio tiene su inserción en el interior de la caja torácica. Así, durante la inspiración, el pericardio desciende de manera transversal por la acción del diafragma, mientras que en la espiración se encuentra relajado. Esta alternancia de tensión-relajación actúa sobre la pared cardíaca y, en consecuencia, un bloqueo en inspiración provoca una opresión cardíaca ⁷.

Además, la movilidad del diafragma durante su contracción repercute en la función circulatoria, ya que el aumento de la presión abdominal y el descenso de la presión torácica influyen en el retorno sanguíneo hacia el corazón. En la inspiración, el descenso del diafragma provoca que las vísceras abdominales sean comprimidas, y la sangre de la vena cava sea llevada hacia el corazón ³.

1.2. DOLOR LUMBAR

1.2.1 Breve reseña anatómica ⁸

En el recién nacido, la columna vertebral presenta una única curvatura convexa a nivel dorsal. Pasado el octavo mes de vida, se desarrolla una lordosis que dará lugar a la curvatura lumbar. Tras alcanzar el ortostatismo, las curvaturas raquídeas conforman ángulos de 30° equilibrándose para la distribución del peso y la fuerza. Filogenéticamente están destinadas a soportar grandes cargas, por ello su estructura es gruesa y resistente.

La región lumbar está constituida en su mayoría por tejido óseo trabecular, reforzado por la unión de los pedículos a las apófisis transversas y de las láminas a las apófisis espinosas, para permitir la transmisión de carga entre ellas. En su parte central, el cuerpo vertebral, el tejido es de menor densidad y, por ello, menor su resistencia. Los pedículos se comunican con el segmento posterior de la vértebra, que a su vez está formada por dos láminas, cuatro apófisis articulares (inferiores y superiores) y una apófisis espinosa con disposición horizontal. A nivel de la espinosa se encuentra el ligamento interespinoso, junto con el supraespinoso, los cuales protegerán y delimitarán los movimientos del tronco.

Las columnas posteriores, al estar formadas por las facetas o **apófisis articulares** que aportan movilidad al segmento lumbar, además de las fuerzas que actúan en ellas, sufren gran desgaste e inflamación, siendo un lugar de origen de dolor lumbar. En ciertas ocasiones, incluso, se encuentran con orientación asimétrica, favoreciendo patologías.

Sin embargo, en el segmento anterior, el cuerpo vertebral conforma la columna de carga anterior, que a su vez está protegida por el **disco intervertebral**, amortiguando su carga en los diversos movimientos de la columna. Es esencial conocer la biomecánica del disco, ya que es el responsable de la carga tanto en el plano sagital como en el lateral. Es capaz de someterse a deformaciones momentáneas, y posee capacidad de reestructuración como función de adaptación a la carga, para poder aportar movilidad sin generar daño.

A nivel lateral se hallan las **apófisis transversas**, con disposición horizontal, en las cuales se insertan ligamentos y músculos muy potentes, aportando estabilidad a la par que movilidad. Su tamaño va aumentando de manera progresiva entre la primera vertebra a la quinta, siendo esta última asiento de malformaciones congénitas, y punto transición de curvas dentro de la charnela lumbosacra.

1.2.2 Definición

El dolor lumbar (DL) se define como un síndrome musculoesquelético cuya principal manifestación clínica es la aparición de dolor localizado a nivel lumbar⁹. De acuerdo con Ángel García et al.¹⁰, el DL se define como dolor, rigidez o tensión muscular entre la zona de los márgenes costales hasta los pliegues glúteos, con o sin irradiación hacia los miembros inferiores¹⁰. Constituye una de las causas más frecuentes de discapacidad¹¹, ocupando el segundo lugar entre las enfermedades musculoesqueléticas, después de la artrosis⁹.

1.2.3 Historia natural y epidemiología

El dolor en la zona lumbar es muy prevalente, debido a que es una de las regiones más vulnerables de nuestro cuerpo. Se encuentra sometida a grandes esfuerzos, posturas incorrectas, traumatismos constantes, deficiente ergonomía, malas condiciones laborales, entre otros factores^{9, 11}. Durante la segunda mitad del siglo XX se convirtió en un gran problema para la sanidad en el mundo occidental, y en la actualidad se está extendiendo por todo el mundo¹². La tasa de mortalidad del dolor lumbar es inferior al 0'002% anual, pero presenta una elevada tasa de morbilidad, debido a su gran incidencia y prevalencia¹⁰.

Actualmente, el 25-33% del gasto en sanidad corresponde a este problema de salud, y en los últimos años ha aumentado. Incluso es mayor si se le añaden los gastos indirectos que suponen los días de ausencia laboral. Comparándola con enfermedades equiparables en sintomatología y gravedad, esta patología supone gastos más elevados¹⁰.

Se trata de una patología que ocasiona una pérdida de calidad de vida, debido a la limitación funcional que provoca tanto en el ámbito social como profesional¹³. Además, genera grandes gastos, tanto directos (cuidados al afectado) como indirectos (absentismo laboral). Ambos géneros se ven afectados por igual, y en un alto porcentaje se trata de población activa, lo que hace que su estudio resulte de interés¹⁰. Se estima que el 84% de la población presentará dolor alguna vez en su vida. Otros autores, como Lizier et al.¹¹, indican que será entre un 60-85% el porcentaje de afectados en alguna ocasión, como mínimo. A su vez, para un 23-33% de afectados, ese episodio inicial de dolor persiste en el tiempo, cronificándose^{10,12}. Finalmente, se estima que el 11-12% sufrirá una incapacidad severa¹².

Entre el 15-20% de los adultos presenta este síndrome, siendo en la mayoría de los casos (90%) de origen inespecífico, con mayor prevalencia en el sexo femenino, debido a sus características corporales¹¹.

1.2.4 Clasificación

Se puede clasificar el DL en función tanto de su duración como de su etiología. Atendiendo al periodo de tiempo que una persona padece ese dolor, se diferencian los siguientes conceptos¹¹:

- ❖ *Dolor agudo*: comienzo súbito y con una duración menor de 6 semanas. Suele deberse a lesiones traumáticas, infecciosas y sobreesfuerzos⁹.

- ❖ *Dolor subagudo*: sintomatología presente de 6 a 12 semanas.
- ❖ *Dolor crónico*: su duración supera las 12 semanas. Se trata de una forma de dolor con mayor complejidad, y que puede llegar a persistir aun sin lesión. A esto se le puede sumar que los factores cognitivos, psico-emocionales y sociales adquieren gran importancia en la cronificación ⁹.
- ❖ *Dolor recurrente*: reaparece después de periodos de remisión.

Una vez que se ha abordado la duración que puede conllevar este síndrome musculoesquelético, cabe avanzar hacia su origen. Según Casado Morales et al. ⁹, cuando existe una causa específica, bien sea dolor agudo o crónico, se debe a alteraciones de la estructura vertebral, ya sea ligamento, músculo, disco intervertebral, o bien una patología asociada.

Por otra parte, el hecho de que el origen del dolor no se pueda especificar es motivo de estudio, aspecto sobre el que se profundizará en este trabajo. La OMS ⁹ determinó en sus criterios de diagnóstico lo siguiente: “*El dolor lumbar inespecífico se define como un dolor más o menos intenso, que modifica su intensidad en función de las posturas y la actividad física, se acompaña de dolor con el movimiento y puede asociarse o no a dolor referido o irradiado*”. Según Balagué et al. ¹², se trata de un dolor localizado en la zona lumbar que no se atribuye a una enfermedad conocida, como puede ser infección, tumor, osteoporosis, fractura, deformidad estructural, desorden inflamatorio, síndrome radicular o síndrome de la cola de caballo ¹². Su diagnóstico determina que el origen del dolor no se debe a la existencia de fractura, traumatismo, enfermedad somática ni síndrome radicular; es por ello que su tratamiento tiene una baja efectividad terapéutica ⁹. La evidencia sostiene que este dolor es característico en personas sometidas a esfuerzos físicos, movimientos repetitivos y posturas estáticas prolongadas ¹¹. Además, factores como la obesidad, musculatura debilitada, abdomen flácido y una incorrecta pisada conllevan a desequilibrios que pueden dar origen a este dolor ¹¹.

El DL inespecífico se caracteriza por ser un dolor intenso que empeora con el esfuerzo y a lo largo del día. Se produce una contracción permanente de la musculatura, seguida de un posicionamiento antiálgico, junto a una reducción de la movilidad local. El estudio de Cheung, Edean et al. ¹¹ demostró que una degeneración del disco intervertebral, la presencia de hernia o una disminución del espacio vertebral no justifican el origen inespecífico del dolor, ya que individuos sanos con presencia de estas alteraciones no referían síntomas.

1.2.5 Tratamiento ¹⁴

Varias alternativas de tratamiento se plantean para este problema de salud, donde el tratamiento conservador consiste en reposo y prescripción de analgésicos para mitigar el dolor ⁹. En líneas generales, la eficacia del tratamiento del DL dependerá de una adecuada valoración inicial, un correcto diagnóstico y una combinación óptima de los diferentes medios con los que contamos para tratar esta patología: farmacológicos, ortopédicos, fisioterápicos, quirúrgicos y psicológicos.

- ❖ **Tratamiento farmacológico:** uno de los signos característicos es la inflamación, por lo que el empleo de antiinflamatorios es esencial, entre los que se incluye el ácido acetilsalicílico. Con relativa frecuencia, la inflamación va acompañada de un espasmo muscular como respuesta al dolor y conduce a una posición antiálgica. Para su abordaje se combinan los antiinflamatorios con relajantes musculares. Otro recurso es la aplicación de analgésicos para mitigar el dolor, evitando así la atrofia muscular por falta de movilidad.
- ❖ **Tratamiento ortopédico:** tiene como finalidades estabilizar (ya sea por medio de inmovilización segmentaria o con la corrección de los ejes), proporcionar una función adecuada y disminuir el dolor. Se pueden emplear desde taloneras ortopédicas para corregir desviaciones, a plantillas correctoras para modificar la lordosis lumbar. La utilización de aparatos ortopédicos, fajas y corsés, se indica sobre todo en postoperatorios. Para todos los casos, su uso no debe exceder las 6 - 8 semanas, y durante breves periodos de tiempo, para evitar las consecuencias que conlleva la inmovilización prolongada de un segmento corporal.
- ❖ **Tratamiento quirúrgico:** estará indicada la cirugía en caso de que se produzca una afectación por alteración anatómica, ya sea espondilolistesis, compresión de tejido nervioso, proceso tumoral, degeneración articular, traumatismo, entre otros. Tiene como objetivo estabilizar el segmento, para permitir una satisfactoria evolución de la enfermedad.
- ❖ **Tratamiento fisioterápico:** se puede orientar en dos alternativas; con medios físicos, a través de la aplicación de termoterapia, electroterapia, hidroterapia o masoterapia; y la segunda corriente, orientada a la recuperación física del paciente a través de la rehabilitación. Para ello resulta esencial el cumplimiento de la terapia instaurada por el especialista. Consiste en una serie de ejercicios basados en el fortalecimiento y flexibilidad de la columna lumbar, constituyendo un ejemplo la “Escuela de Espalda”.

La evidencia ha demostrado que realizar ejercicio terapéutico reduce la intensidad del dolor y previene la discapacidad a largo plazo ¹¹.

- ❖ **Tratamiento psicológico:** el DL y su cronificación se asocian a numerosos factores sociales como el estrés, la ansiedad, la depresión, la ira y otros procesos psicológicos ⁹. Junto a esto, se sabe que la musculatura varía notablemente su tono en función del estado emocional del enfermo. La incertidumbre y angustia de padecer un dolor permanente puede perpetuar este estado álgico. Cabe destacar que cuando el dolor tiene un origen inclasificable, hay un alto índice de fracaso en la efectividad del tratamiento. Es por ello que los factores psicológicos y emocionales juegan un papel importante en la génesis y mantenimiento del dolor ⁹. Es conveniente no perder la perspectiva global del cuerpo, evitando a toda costa la evolución de la patología. Por las razones expuestas, es imprescindible la actuación de un especialista en este ámbito.

Aun teniendo en cuenta la gran prevalencia, cabe destacar que en la mayoría de los casos el dolor se mitiga y desaparece en torno a días o semanas con los tratamientos conservadores, o incluso sin tratamiento. Es nuestra responsabilidad evitar recaídas y una evolución crónica.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Durante estos cuatro años de carrera he tenido ocasión de recibir grandes aportaciones científicas y didácticas sobre numerosas patologías, disfunciones, condiciones y particularidades en relación a las diversas partes del cuerpo, destacando el aparato locomotor como parte esencial de nuestro estudio. Pero es cierto que, como estudiante de Fisioterapia, siempre me ha llamado la atención la función que desempeña el diafragma. Dada sus inserciones y movilidad, considero que tiene una repercusión fundamental en toda la biomecánica corporal, y me interesaba indagar sobre sus repercusiones en nuestra postura diaria.

Tras una primera aproximación a mi tema de interés, pude comprobar cómo, a pesar de su papel fundamental en la respiración, no se ha profundizado tanto en el estudio del diafragma, si lo comparamos con otros segmentos anatómicos. Sin embargo, considero que sería interesante destacar que su abordaje en el ámbito de la Fisioterapia puede ser esencial, ya no sólo estrictamente a nivel de la función respiratoria, sino también ante desequilibrios corporales y problemas de salud tan frecuentes y trascendentes como el dolor lumbar. Dado que su

prevalencia es altísima, existe gran preocupación en relación al fracaso en su tratamiento y su posible cronificación. Pero, si indagamos, es posible que en ciertas ocasiones el foco de la terapia no deba de ser la zona lumbar como tal.

En definitiva, este trabajo se ha realizado para confirmar cómo el diafragma, que a priori tiende a ser posicionado exclusivamente en la función respiratoria, puede repercutir en otros segmentos y funciones corporales. Y así ayudarnos a recordar, una vez más, la necesidad de mirar siempre al organismo desde una visión global.

2. OBJETIVOS

- ❖ Indagar sobre el papel que desempeña el diafragma en la región lumbar.
- ❖ Analizar la relación del diafragma con el DL inespecífico.
- ❖ Realizar una propuesta de tratamiento desde la Fisioterapia, mediante terapia manual y reeducación diafragmática, para abordar el dolor lumbar.

3. METODOLOGÍA

Para tratar de dar respuesta a los objetivos formulados, se llevó a cabo una exhaustiva búsqueda bibliográfica. Esta búsqueda se centró en el diafragma torácico y su alteración ante la presencia de dolor lumbar inespecífico. Para ello, se consultaron las principales bases de datos de Ciencias de la Salud, como Scopus, PubMed (Medline), PeDro y Dialnet.

La combinación de los descriptores utilizados fue la siguiente: “Diaphragm AND Low Back Pain”, “Respiration AND Low Back Pain”, “Non specific Low Back Pain”, “Diaphragm AND respiration”, “Diaphragm AND posture”.

Los criterios de inclusión fueron: antigüedad de 10 años o menor, relación con el objeto de estudio, estudios realizados en humanos, artículos evaluados por expertos.

Se excluyeron artículos que abordasen enfermedades respiratorias, y aquellos elaborados en un idioma distinto al inglés y español. Cabe mencionar que los resultados obtenidos en idioma español fueron escasos, y sin interés para el objeto de nuestro trabajo.

Se seleccionaron 17 artículos científicos para la elaboración del desarrollo y la discusión, siendo los estudios más recientes (antigüedad inferior a 5 años) los de mayor interés para el

objeto de nuestro estudio. Aun así, aquellos con antigüedad superior a 5 años resultaban igualmente relevantes, por la evidencia que demostraban sus resultados.

También se consultó el catálogo de la Biblioteca de la Universidad de Almería, del que se empleó un atlas de Anatomía con orientación clínica, dos libros sobre cadenas musculares, otro sobre el dolor lumbar, un manual de Osteopatía visceral y tres manuales de Fisioterapia Respiratoria.

Una vez concluida la búsqueda, se procede a la revisión de toda la información recopilada. A partir de la evidencia científica disponible, se elabora una propuesta de tratamiento de Fisioterapia a través del diafragma para el DL inespecífico.

4. DESARROLLO

En este apartado se aborda la conexión existente entre el diafragma y la zona lumbar, centrándonos en el diafragma como punto a tratar para restaurar la armonía estructural ante un DL inespecífico, a partir de una evaluación del estado en el que se encuentra este músculo. Finalmente se realiza una propuesta de tratamiento desde esta perspectiva, de acuerdo con la evidencia disponible.

4.1 Relación entre el dolor lumbar y alteraciones en la respiración. El papel del diafragma en la estabilidad lumbar

Anatómicamente, ambas regiones tienen una conexión estructural directa. La porción vertebral del diafragma se origina en el cuerpo vertebral de L3-L4, y la porción lumbar del mismo proviene de los arcos musculares del psoas y cuadrado lumbar ². Dadas sus inserciones, el diafragma posee un punto fijo en el pilar lumbar (L3-L4). En esta zona, concretamente en L3, se instaura un mecanismo equilibrador entre cadenas anteriores (diafragma) y posteriores (músculo epiespinoso). A esta relación estructural se une el mecanismo ventilatorio, puesto que, en la tonificación de la musculatura abdominal, la respiración es la base para mantener un equilibrio fisiológico en la región lumbar. Como consecuencia, la mecánica de la región lumbar depende de la fisiología diafragmática y del equilibrio de la musculatura paravertebral. Por lo tanto, este punto resulta fundamental para asegurar la estabilidad lumbar ¹⁵.

Debido a esta estrecha relación, un desajuste en cualquiera de las estructuras va a provocar un desequilibrio en la otra. En este caso, nos centraremos en el diafragma y cómo sus alteraciones

pueden desencadenar un mecanismo álgico en la zona lumbar. Diversas investigaciones evidencian que la presencia de alteraciones de la presión intraabdominal (PIA) ¹⁶⁻¹⁸, fatigabilidad de los músculos inspiratorios ¹⁹⁻²⁴, incoordinación de la sinergia muscular ^{23, 24}, alteración del patrón respiratorio ²⁵ o del posicionamiento del diafragma ^{16, 25}, van a tener una repercusión en la zona lumbar.

Valenza et al. ²⁶ afirman que, dada la compleja estructura del diafragma, aplicar una técnica de normalización del tono de este músculo repercute en la cadena muscular posterior. Su estudio mostró resultados estadísticamente relevantes entre grupo experimental (GE) y grupo control (GC), a los que se aplicó el test distancia dedos-suelo (DDS), test ángulo del hueco poplíteo, se valoraron rangos de movimiento cervical y el test de Schober modificado. Este último resulta de relevancia para nuestro estudio, ya que evalúa la zona lumbar, con unos datos de $-1,34 \pm 3,95$ GE frente $1,02 \pm 3,05$ GC. Junto a este estudio, González-Álvarez et al. ²⁷ añaden que, aplicando la técnica de stretching del diafragma, aparte de aumentar el rango de movimiento, alivia el dolor, mejora la postura y aporta mayor estabilidad a la zona lumbar.

Otros, como Babina et al. ²⁸, tienen en cuenta la postura antiálgica que adopta el paciente con dolor lumbar y la repercusión que conlleva. Esto se debe a que la mala alineación vertebral con tendencia a la flexión anterior provoca una depresión de las costillas y la disminución de la excursión torácica. Por ello, la función respiratoria se ve afectada y clínicamente será uno de los factores que perpetúan esa tensión continua en la columna. Incluso, se produce una retroalimentación negativa, ya que una respiración poco eficiente disminuye la capacidad del paciente para estabilizar la espalda durante la actividad con una carga externa, aumentando el riesgo de lesiones. Por tanto, hubo diferencias estadísticas ante un tratamiento centrado solo en la zona lumbar y el del GE, al que se le aplicaron además movilizaciones costales. Se vio reflejado ante el Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI), que valora la discapacidad por el DL, el GE redujo su discapacidad en un 52,89%, mientras que en el GC la reducción fue de un 35,7%.

Teniendo en cuenta los parámetros respiratorios, Janssens et al. ^{21, 23} a través del entrenamiento muscular inspiratorio (EMI), comparó la presión transdiafragmática (Pdi) ²³, presión generada por el diafragma durante un esfuerzo inspiratorio-, y la fuerza muscular inspiratoria ²¹. Este entrenamiento impone una resistencia constante, en la que el paciente debe superar una resistencia del 60-70% de presión inspiratoria máxima (PI_{máx}) preestablecida anteriormente

en una sesión para determinar la carga de trabajo. Se evidencia que personas con DL muestran una fatiga diafragmática significativa posterior al EMI, y que el EMI con alta carga de resistencia provoca un aumento de la fuerza muscular inspiratoria y disminuye el DL. Junto a la importancia del EMI, autores como Aparecida-Moreno et al.²⁹ recalcan la trascendencia de recuperar la funcionalidad de los músculos respiratorios ante la alteración de la mecánica respiratoria desencadenada por una incorrecta alineación postural.

A su vez, autores como Pavel Kolár et al.²⁵ afirman que la estabilización y control de tronco pueden contribuir en la etiología del dolor lumbar, por lo que a nivel mecánico el diafragma influiría en la zona lumbar. Además, encontraron que, durante la actividad física, moderada o extenuante, se altera el patrón respiratorio en individuos con dolor lumbar. Con este hallazgo, se afianza la idea de una coordinación anormal del diafragma en la inspiración, cuando el paciente está realizando tareas posturales.

Hagins y Lamberg¹⁷ sugieren en su estudio que la alteración de la PIA y las disfunciones respiratorias pueden convertirse en un factor mecánico favorecedor de la aparición del DL, por lo que un control apropiado de la región lumbar durante actividades con cargas externas puede reducir el riesgo de lesiones. En este estudio, se correlacionó la estabilidad lumbar junto al mecanismo de presión intraabdominal (PIA), que se trata de la presión generada en la cavidad abdominal por la contracción simultánea del diafragma, la musculatura abdominal y el suelo pélvico. Este hecho ha demostrado que personas con DL aumentan el porcentaje de volumen corriente, ya que está relacionado con la PIA y ésta, a su vez, con la estabilidad lumbar. Por lo que, ante la presencia de DL, se intenta buscar una estrategia respiratoria para aportar más estabilidad a la zona debilitada. A su vez, Hogdes¹⁸, mediante electroestimulación diafragmática a una frecuencia de 20Hz y durante 8-10 segundos, relaciona que la PIA proporciona un mecanismo adicional para el control de la estabilidad espinal durante actividades funcionales.

Roussel et al.³⁰ se centran en qué estructuras se encargan de la estabilidad espinal, ya que está demostrado que el transverso del abdomen y los multífidos se activan de manera anticipada para preparar el tronco al movimiento, pero la evidencia sugiere que el diafragma contribuye también. En este estudio, se realizó una situación experimental entre sujetos sanos y sujetos con DL inespecífico en donde analizaron los patrones respiratorios en reposo y durante dos test de control motor de la región lumbopélvica: the Active Straight Leg Raising (ASLR) y the Bent

Knee Fall Out (BKFO), además de evaluar el patrón motor lumbopélvico. Los resultados confirmaron que, ante una demanda de control motor espinal, el patrón respiratorio se veía alterado en personas con DL, a fin de estabilizar su tronco. Además, evidencias anteriores apoyaban que, a través de la estimulación del diafragma por medio de la activación del nervio frénico, sujetos sin dolor aumentaban su PIA con aumento de la estabilidad espinal, sin manifestarse actividad en la musculatura abdominal ⁶. De ello se deduce que, ante la ausencia de dolor, el diafragma es capaz de realizar una doble tarea de estabilidad de tronco y respiración. Sin embargo, en presencia de DL o tras una experiencia dolorosa, se ven alteradas las estrategias utilizadas por el sistema nervioso central para el control motor del movimiento ⁶. Así, el 60% de los pacientes con DL crónico inespecífico cambiaban su patrón de respiración ante situaciones en las que se veía involucrada la estabilidad de tronco. Por tanto, pacientes en esta situación de DL crónico inespecífico, modifican su mecanismo de respiración para influir en la estabilidad de tronco, y más específicamente en segmentos lumbares ³⁰.

El diafragma posee conexión con todas las cadenas musculares (Véase **figura 3**). Según Busquet ^{2,7}, las cadenas musculares organizan y controlan los movimientos de flexión, extensión, torsión y su resultante, pero al enlazarse todas ellas a nivel del diafragma, cualquier alteración en este músculo va a forzar la aparición de compensaciones. Como consecuencia, una carga que excede de lo normal modificará la estática, provocando adaptaciones y deformidades. A continuación, se va a explicar las diversas resultantes que ocurren a nivel abdominal cuando el diafragma y la zona lumbar se relacionan ⁷. Cabe destacar que esto también puede ocurrir a nivel de tórax y de pelvis, pero no resulta tan significativo.

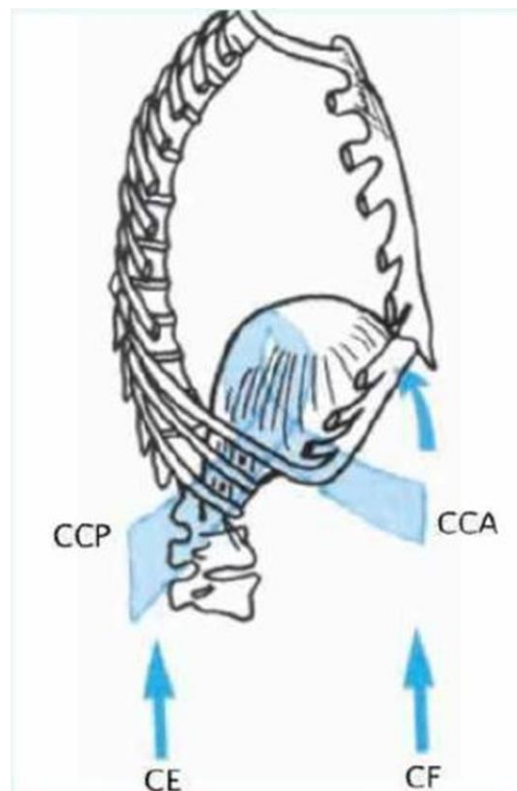


Figura 3. El diafragma enlaza todas las cadenas musculares ⁷. CCP: Cadena cruzada posterior. CE: Cadena de extensión. CF: Cadena de flexión. CCA: Cadena cruzada anterior.

- ❖ **Despliegue abdominal** ⁷. El organismo tiende a la comodidad, la presencia de un aumento de las presiones internas y la lucha por mantener un equilibrio de las mismas provoca una solicitud de las cadenas musculares de extensión cuya finalidad es la

estática de enderezamiento. Esto provoca la presencia de lordosis (Véase figura 4), que aumentará la cadena muscular posterior y las presiones a nivel vertebral, por lo que el diafragma se posiciona elevado, es decir, se coloca en espiración, viéndose acortada la inspiración. Para conservar la movilidad funcional del diafragma, el tórax también se eleva en relación con el abdomen. Este desplazamiento de la caja torácica será a expensas de:

- I. Lordosis por encima de L3, en la que se ven implicados los serratos menores posteroinferiores.
- II. Enderezamiento de la zona dorsal, que puede ser complemento de lo anterior.

Además, entra en juego el plano profundo muscular (epiespinoso, transversos espinosos, dorsales largos, sacrolumbares), cuyo papel es propioceptivo, buscando el equilibrio entre las vértebras y las costillas. Este constante trabajo concéntrico, si se mantiene en el tiempo, provocará cordones miálgicos paravertebrales, atrofia y fibrosis. Y, como consecuencia, habrá una limitación hacia la flexión, fragilidad y rigidez.

Junto al plano profundo, cabe destacar el plano superficial (cuadrado lumbar, romboides, serrato mayor, trapecio, dorsal ancho) que, debido a su brazo de palanca y capacidad de contracción, tiene un papel primordial en el enderezamiento y apertura de la caja torácica. Esta acción del cuadrado lumbar lordotiza la columna lumbar y a expensas de L3, interviene en la descompresión global del abdomen. A esta lordosis, se le suma una anteversión pélvica por acción del cuadrado lumbar, psoas y recto anterior.

Como se explica, la adaptación postural ante una PIA aumentada provoca en el sujeto una adaptación fisiológica inadecuada: tórax en inspiración y diafragma en espiración.

- ❖ **Repliegue abdominal**⁷. En este caso, el diafragma se encuentra descendido y tiene una función predominantemente inspiratoria. Puesto que la función respiratoria es primordial, se producirá un descenso del tórax a expensas de una rectificación lumbar (Véase **figura 5**) por encima de L3, permitiendo así una movilidad espiratoria completa. Esto provoca que las cadenas de extensión se inhiban, sobre todo región lumbar y posteriormente dorsal. Favorece un esquema cifótico, por la acción de los músculos de la cadena de flexión (recto del abdomen, intercostales medios, perineo, pectoral mayor y menor). En este caso, el paciente presenta una cifosis dorsal y una zona lumbar

compensada. Así, la adaptación postural ante una PIA negativa, produce igualmente una adaptación fisiológica inadecuada, resultando un tórax en espiración y el diafragma en inspiración.

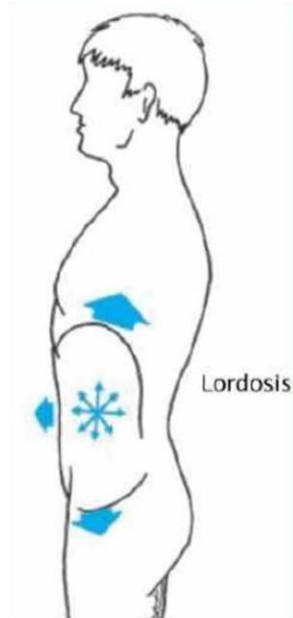


Figura 4. Estática de enderezamiento provoca lordosis ⁷.

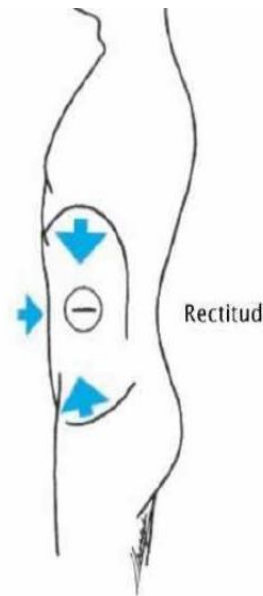


Figura 5. Descenso del tórax a expensas de una rectificación lumbar ⁷.

Así, el objetivo de este apartado ha sido enlazar las diversas estructuras, alteraciones sistémicas y posibles descompensaciones que relacionan el diafragma y la columna lumbar.

4.2 Valoración del músculo diafragma ³¹⁻³³

Antes de empezar con el tratamiento, y tras descartar que el problema proviene de la zona lumbar, debemos de analizar el estado en el que se encuentra el diafragma. Para ello podemos seguir las siguientes pautas, en relación a la función que desempeña este músculo.

1. Anamnesis ³²:

- ❖ **Hábitos tóxicos.** Importante saber si tiene antecedentes tabáquicos, dependencia alcohólica, ingesta frecuente de fármacos o consume sustancias nocivas.
- ❖ **Antecedentes laborales.** Tipo de trabajo, ya que existe relación entre la ocupación y determinadas enfermedades respiratorias.
- ❖ **Antecedentes familiares.** Se debe investigar la presencia de enfermedades respiratorias con una base genética.

2. **Inspección** ^{33,34}. Se debe observar el tórax para recopilar información sobre: A) datos estáticos (anatómicos) y B) datos dinámicos (fisiológicos/fisiopatológicos).

A) Datos estáticos o anatómicos. Se examina la morfología del tórax, su forma y la existencia de deformidades que puedan alterar el patrón respiratorio. De manera fisiológica nos encontramos dos clases de tórax: el longilíneo, que se caracteriza por su eje longitudinal más largo que el eje transversal, mayor inclinación de las costillas y un ángulo epigástrico agudo; y el brevilíneo, corto y ancho, ángulo epigástrico agudo, un eje longitudinal e inclinación de las costillas menores.

En un tórax normal, los diámetros aumentan cráneo-caudal gradualmente, siendo el diámetro anteroposterior más corto que el transversal. Respecto al género, en el varón, el tórax es más ancho y el esternón es más largo que en la mujer, mientras que el ángulo epigástrico es más cerrado en ésta.

A esto debemos añadirle si el tórax presenta una estructura patológica, como pudiera ser un tórax enfisematoso, en quilla, pectus excavatum o paralítico. Además, se deben tener en cuenta las posibles alteraciones vertebrales, como cifosis, lordosis o escoliosis. Junto a todo ello, es esencial prestar atención a posibles asimetrías debidas a escoliosis, retracción pleuropulmonar, atelectasias, entre otras.

B) Datos dinámicos o fisiológicos/fisiopatológicos. En la inspección dinámica debemos observar el patrón respiratorio que presenta el paciente y sus variaciones según la posición y la actividad que realiza. Los aspectos a estudiar son los siguientes:

❖ **El tipo de respiración**. Se determina a través de la observación y localización de la ventilación. Se distinguen tres tipos, pudiéndose encontrar formas mixtas o combinadas de estos patrones: la respiración costal superior o torácica, se realiza a expensas del movimiento de las primeras costillas y dificulta la acción del diafragma; la respiración costo-diafragmática, en la que hay una movilidad de las costillas en sentido transversal y se produce el descenso del centro frénico para aumentar la cavidad torácica en sentido longitudinal; y la respiración

diafragmática o abdominal, donde la acción del diafragma provoca la expansión pulmonar.

- ❖ **Coordinación toraco-abdominal.** Durante una respiración fisiológica, el diafragma se contrae, desplazándose en sentido caudal en la inspiración. Esa contracción provoca una expansión del abdomen y de la caja torácica. Esta dinámica se ve alterada si el diafragma padece una disfunción.
- ❖ **Sinergias ventilatorias.** Presencia de movimientos no deseados durante la ventilación, y que no deben estar presentes en el patrón ventilatorio. Por ejemplo, movimiento de ascenso-descenso de los hombros, contracción de musculatura inspiratoria accesoria, aleteo nasal, etc.
- ❖ **El ritmo respiratorio.** A partir de la frecuencia respiratoria, el volumen corriente y la relación entre los tiempos inspiratorios y espiratorios, se analiza el ritmo. En los movimientos respiratorios fisiológicos, la inspiración es más corta que la espiración, en una proporción de 1 a 3.

3. Valoración de la movilidad de la caja torácica y la columna vertebral ^{31,33}

Se analiza la movilidad torácica mediante los siguientes puntos de referencia:

- ❖ **Zonas de Keith.** Para la exploración se posicionan ambas manos abiertas, los pulgares enfrentados y en contacto sobre el tórax, en la zona que se va a explorar. Se le pide al paciente que realice una inspiración lenta y profunda. Tras eso, una espiración igualmente lenta y profunda. Se valora el movimiento torácico mediante la separación entre ambos pulgares. Se describen 4 zonas:
 - I. Abarca la primera costilla y el manubrio esternal.
 - II. Desde la segunda a la sexta costilla.
 - III. De la séptima a la décima costilla.
 - IV. Las costillas flotantes.
- ❖ **Evaluación del movimiento costal.** Paciente en decúbito supino, en posición cómoda. Las palmas de las manos se posicionan a ambos laterales de los márgenes costales, para comprobar el comportamiento costal durante la respiración. Durante la inspiración, la caja torácica aumenta su tamaño y caudaliza, mientras que en la espiración hace el movimiento contrario. En caso de disfunción, el movimiento costal está disminuido (véase **Figura 6** en **Anexo I**).

- ❖ **Evaluación de las cúpulas diafragmáticas.** Paciente en decúbito supino. El fisioterapeuta se coloca homolateral a la cúpula a explorar. Su antebrazo posicionado paralelo al abdomen del paciente, con la eminencia tenar e hipotenar a nivel del margen anterior del arco costal. Se realiza un empuje hacia craneal para evaluar la respuesta elástica del tejido, tanto en el derecho como en el izquierdo (véase **Figura 7** en **Anexo I**).
- ❖ **Evaluación de la zona xifoidea-costal.** Paciente en decúbito supino. La posición de la mano y el antebrazo es igual que en las cúpulas, sólo que a nivel de la apófisis xifoides. Se aplica un empuje hacia craneal para evaluar la elasticidad del tejido puesto que, en caso de alteraciones diafragmáticas, está más rígido (véase **Figura 8** en **Anexo I**).
- ❖ **Evaluación del ligamento arcuato medial.** Paciente en decúbito supino. El fisioterapeuta se coloca ventral al paciente y posiciona las falanges distales del II-III MCF a nivel de los espacios interespinosos de D11-D12. Mediante un empuje ventral, se obtiene una extensión pasiva de la vértebra, ofreciendo información sobre la elasticidad de dicho ligamento. Esta técnica también se utiliza a nivel de los cuerpos vertebrales de L3-L4. Esto es debido a que los ligamentos desempeñan un papel importante en la mecánica de la región dorsolumbar, en sinergia con los músculos de la pared abdominal y la fascia toracolumbar (véase **Figura 9** en **Anexo I**).
- ❖ **Evaluación de los ligamentos arcuatos laterales.** Paciente en decúbito supino. Se evalúan con la sollicitación activa de la última costilla. En el lado opuesto a la costilla a evaluar, debe sujetarse el cuerpo de la costilla con una mano y con la otra hacer una tracción suave en dirección al fisioterapeuta. Estos ligamentos influyen en la tensión entre el diafragma y la fascia toracolumbar (véase **Figura 10** en **Anexo I**).
- ❖ **Evaluación del ángulo epigástrico** ³⁵. Paciente en decúbito supino con rodillas y cadera flexionadas, apoyando la planta de los pies en la camilla. El fisioterapeuta se coloca lateral al paciente, a la altura de la pelvis, mirando hacia craneal. Ambas manos se colocan planas sobre la región ventrolateral del reborde costal. Los pulgares se colocan caudal y medial a nivel de las sincondrosis desde la 8ª a 10ª costilla. Se le pide al paciente que respire de manera relajada, debiendo observar movilidad y elasticidad. De manera fisiológica, el movimiento debe ser elástico, blando y simétrico, con aumento

del tono y del ensanchamiento del ángulo epigástrico. En la espiración, disminuye el ángulo y también el tono del diafragma. Se sospecha de alguna alteración si hay presencia de movimiento asimétrico, rigidez e incluso dolor (véase **Figura 11** en **Anexo I**).

4. **Palpación.** Mediante la palpación podemos explorar la movilidad y la capacidad de la musculatura inspiratoria, con el objetivo de obtener información acerca del estado del diafragma ³⁶. Cabe destacar que la palpación de la pared abdominal puede aportarnos información frente al estado tensional del diafragma ⁷.

Antes de palpar, localizamos la estructura que vamos a explorar. Sus orígenes musculares se ubican a lo largo de la apertura torácica inferior (entre la 7^o y 12^o costilla, en la superficie interna) y cuerpos vertebrales de D12-L3. Con la espiración máxima, la cúpula del diafragma asciende a nivel de la 4^o costilla, mientras que en la inspiración máxima será a nivel de la 7^o costilla. A su vez, el hemidiafragma derecho quedará situado 1-2 cm más hacia craneal, debido a la localización del hígado ³⁵.

- ❖ **Palpación diagnóstica del diafragma en sedestación** ³⁶. Paciente en sedestación, y el fisioterapeuta en bipedestación detrás de él, coloca las manos a nivel del arco costal de manera que las yemas de los dedos lleguen hasta el diafragma cranealmente por debajo del arco costal. Se ejerce presión con ambas manos en dirección craneal. Aporta información sobre la elasticidad, resistencia y posicionamiento del diafragma en sedestación.
- ❖ **Palpación diagnóstica del diafragma en decúbito supino** ³⁶. Paciente en decúbito supino, con las piernas ligeramente flexionadas para relajar la zona abdominal. Fisioterapeuta al lado del paciente, con la mano de palpación apoyada plana en la pared abdominal. El paciente inspira y expira de forma regular 3-4 veces y en la siguiente espiración se le pide que encoja el vientre. Aporta información sobre la elasticidad, posición, resistencia, dolor en posición de reposo y pérdida de movimiento por las adherencias.
- ❖ **Palpación de los órganos abdominales** ³⁶. Paciente en sedestación, y fisioterapeuta detrás de éste, en contacto su esternón con la espalda del paciente. Ambos brazos rodean el tórax del paciente y las manos sujetan el pliegue de la cubierta abdominal por debajo de los arcos costales. Ese pliegue que sostiene

las manos se asciende y se suelta con rapidez. La presencia de dolor puede indicar un descenso de los órganos por problemas en las estructuras ligamentarias.

4.3 Tratamiento de Fisioterapia a través del diafragma para el dolor lumbar

En este trabajo se propone un abordaje diferente para el tratamiento del dolor lumbar inespecífico, basado en un enfoque más global, a partir del diafragma torácico. Hemos tomado como base para el procedimiento técnicas que son comunes a nivel del ámbito de la Fisioterapia Respiratoria; sin embargo, no es un procedimiento terapéutico como tal para la región lumbar, puesto que el principal objetivo de esta intervención preliminar es normalizar una estructura (el diafragma) y reeducar su función, para luego actuar con otros procedimientos a nivel lumbar. Por lo tanto, no se pretende que sea una única herramienta de trabajo para este problema de salud, pero sí que se tenga muy en cuenta el papel del diafragma y la importancia de su óptimo estado para la estabilidad de la zona lumbar. Como para todo tratamiento, existen una serie de indicaciones:

- ❖ Dolor lumbar inespecífico recurrente con presencia de alteraciones respiratorias³⁷.
- ❖ Ineficacia en el tratamiento conservador del dolor lumbar²⁸.
- ❖ Mejora de la flexibilidad de la cadena posterior^{26,27}.
- ❖ Bloqueo en la charnela toracolumbar^{35,38}.
- ❖ Alteraciones en la región lumbopelvica^{7,39}.

Este enfoque se basa en técnicas manuales, en las que la aplicación de carga es baja y de larga duración. Provocan un estiramiento del complejo miofascial, con el objetivo de restaurar la longitud óptima de este complejo. El fisioterapeuta va en busca de la restricción del tejido, aporta una presión directa a la piel siguiendo la resistencia, de manera que se percibe la barrera. Cuando la barrera es localizada, sin forzar al tejido ni producir deslizamiento sobre la piel, se espera el tiempo necesario hasta que la resistencia disminuye o desaparece³¹. Esta propuesta se inicia con una serie de técnicas que procuran la relajación del diafragma, seguidas de una segunda fase enfocada a la reeducación diafragmática.

4.3.1 Doming del diafragma.

El paciente se coloca sentado y de manera relajada. El fisioterapeuta coloca sus manos a ambos lados de la caja torácica e introduce los dedos debajo de los márgenes costales. Tras posicionarse, gira el tórax con el movimiento de las manos a izquierda y derecha, para determinar en qué dirección ofrece mayor grado de libertad y facilidad de movimiento. El diafragma consigue mayor relajación hacia donde tiene más rango de movimiento. Esta técnica se practica durante unos 5 minutos, y conseguirá mejorar la contracción del diafragma ²⁶ (véase **Figura 12**).

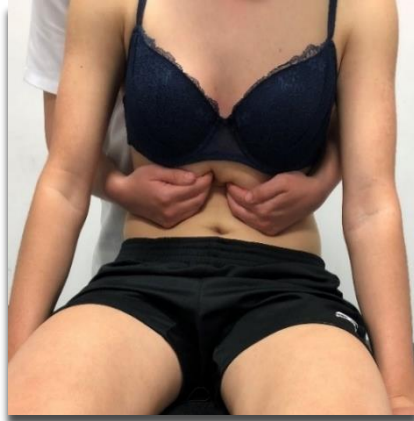


Figura 12. Doming del diafragma. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Estiramiento del diafragma.

También conocido como “stretching del diafragma” El paciente se coloca sentado, erecto. El fisioterapeuta situado detrás del paciente, pasa sus manos alrededor de la caja torácica, introduciendo cuidadosamente los dedos debajo de los márgenes costales. Las yemas de los dedos palpan las inserciones del diafragma. Una vez posicionados así, se le pide al sujeto que relaje la zona abdominal. En cada ciclo respiratorio, cuando el paciente exhala, de manera bimanual se realiza un arrastre buscando la movilización del tórax, pero sin que haya un desplazamiento de las manos. Esta maniobra puede durar unos 5-7 minutos ^{27,36} (véase **Figura 13**). Esta técnica también se puede realizar en decúbito supino (véase **Figura 14** en **Anexo II**).



Figura 13. Estiramiento del diafragma. Fuente: elaboración propia.

4.3.3 Reeducción diafragmática ³³

Esta reeducación debe ir orientada hacia la parte posterior, anterior y ambos hemidiafragmas, con una ventilación a baja frecuencia y volumen corriente elevado. La finalidad de esta parte del tratamiento es conseguir la práctica diaria de estos ejercicios para llegar al automatismo en la rutina del paciente. En el estudio sobre ejercicios respiratorios de Anderson et al. ³⁷ se encuentran resultados significativos con la realización de éstos 2-3 veces por semana. Este nuevo patrón respiratorio debe ser adaptado primero a las actividades que suponen algún esfuerzo, recalcando la coordinación de la inspiración con el comienzo del esfuerzo. Para ello, se trabajará con las siguientes técnicas:

- ❖ **Respiración abdómino-diafragmática.** Resulta primordial enseñar al paciente cómo realizar una correcta respiración. El paciente debe estar en decúbito supino, relajado. Inspirar por la nariz, llevando el aire a la base de los pulmones mientras hincha la zona abdominal. Espirar por la boca o la nariz, de manera lenta y metiendo el ombligo hacia dentro (Véanse **Figuras 15 y 16** en **Anexo III**).
- ❖ **Trabajo de la región posterior del diafragma.** Paciente en decúbito supino con caderas y rodilla flexionadas, para favorecer la relajación abdominal. El ciclo respiratorio comienza con una espiración por la boca y frenado labial, recalcando la importancia de utilizar toda la capacidad respiratoria y metiendo el abdomen hacia dentro. En la inspiración, la elevación del abdomen se acompaña de un volumen inspiratorio máximo (Véase **Figura 17**).



Figura 17. Trabajo de la región posterior del diafragma. Fuente: elaboración propia.

- ❖ **Trabajo de la región anterior del diafragma.** Paciente colocado en cuadrupedia. Se realizan las mismas pautas para la espiración e inspiración y con el mismo ritmo que para la región posterior (Véase **Figura 18**).



Figura 18. Trabajo de la región anterior del diafragma. Fuente: elaboración propia.

- ❖ **Trabajo del hemidiafragma derecho e izquierdo.** Colocación del paciente en decúbito homolateral al hemidiafragma que deseamos potenciar, con flexión de rodilla de la pierna que está superior. Se realiza al mismo ritmo y capacidad respiratoria (Véase **Figura 19**).



Figura 19. Trabajo del hemidiafragma derecho. Fuente: elaboración propia.

Una vez finalizado el tratamiento enfocado a recuperar la normalidad diafragmática, se aconseja como método preventivo la enseñanza de ejercicios para aumentar la fuerza y estabilidad de la musculatura abdominal y de la región lumbopélvica, junto con la práctica de la respiración abdominodiafragmática ³⁹.

5. DISCUSIÓN

La literatura científica muestra el dolor lumbar como uno de los principales problemas de salud en la actualidad, debido a su elevada prevalencia y altos costes sanitarios y sociolaborales.

Su tratamiento tiene como objetivos minimizar la incidencia, una posible recaída y cronificación, pero en un alto porcentaje su origen es inespecífico. Este hecho provoca que a menudo el enfoque de su tratamiento no sea el correcto, estableciéndose un proceso de hipomovilidad y atrofia, a consecuencia del dolor recurrente. El presente trabajo se ha centrado en destacar el papel del diafragma en la mecánica lumbar, prestándole gran importancia a la respiración.

Como bien expone Balagué⁹, ante la presencia de un DL inespecífico nos enfrentamos a una patología con diagnóstico sin existencia previa de fractura, traumatismo, enfermedad vertebral de base o síndrome radicular, y es por ello que, al desconocer la raíz del problema, se convierte en un desafío adoptar un tratamiento realmente eficaz. Es por ello que, del 15-20% de los adultos que presentan DL, considerándose el 90% de ellos inespecífico¹¹, entre el 23-33% de casos se cronificarán^{10, 12}.

Según Hagins y Lamberg¹⁷, los trastornos respiratorios y la incoordinación postural entre la musculatura abdominal y espinal pueden afectar al control motor de la columna lumbar. Diversas investigaciones han demostrado, mediante estudios electromiográficos, modelos biomecánicos, la medición de la PIA en el control respiratorio y el EMI, que existe un aumento proporcional de la estabilidad lumbar cuando se trabaja a nivel respiratorio^{6, 9, 19, 21, 29}.

Junto a la precaria estabilización del tronco, podemos resaltar que la fatigabilidad de los músculos inspiratorios está presente en el dolor lumbar²³. De hecho, Hodges et al.¹⁸ aseguran que la fatiga conlleva una disminución del control espinal y cambios en la PIA. Esto se puede explicar ya que, anatómicamente, el diafragma tiene una conexión directa con la columna lumbar, por medio de sus fibras crurales⁴.

Son varios los estudios que demuestran la presencia de fatiga muscular diafragmática ante la aparición de DL^{19, 21-23, 37}. Por este motivo, resultaría interesante indagar en el EMI, como posible técnica coadyuvante en el alivio del DL y de prevención de algias lumbares. Pero en este trabajo no se profundiza sobre esta técnica de fortalecimiento de la musculatura, ya que se centra en la normalización de la función diafragmática y su posterior reeducación.

Pavel Kolár et al.²⁵ y Janssens et al.²³ coinciden al afirmar que las modificaciones encontradas en el diafragma podrían demostrar el origen de ese dolor lumbar inespecífico. Sin embargo, se requieren nuevos estudios para demostrar que el entrenamiento muscular respiratorio puede tener un efecto positivo sobre la fatigabilidad del diafragma, el control espinal y, en consecuencia, la sintomatología del dolor lumbar.

Además de la repercusión funcional que provoca la presencia de dolor, autores como Mohan²² afirman que existen alteraciones respiratorias ante un dolor lumbar. Estos resultados sugieren que la movilidad, el posicionamiento y la fuerza del diafragma cambia, y con ello los volúmenes respiratorios.

Es importante destacar el conocimiento que tiene Busquet^{2,7} sobre el diafragma, ya que lo expone como un punto clave en la mecánica corporal, en relación estrecha con el plano parietal y visceral. Recuperar la libertad de movimiento hará que sus funciones se realicen de manera fisiológica, repercutiendo en la respiración y la estabilidad vertebral.

Dada la repercusión que tiene este músculo en la postura, cabe destacar cómo los estudios de Babina²⁸, González-Álvarez²⁷ y Valenza²⁶ aportan evidencia a este trabajo, a través de técnicas destinadas a la normalización del tono diafragmático, aportando un aumento en el rango de movimiento lumbar, disminución del dolor en la zona afecta y mejora de la postura corporal. De hecho, el tratamiento propuesto en el presente TFG se basa en las técnicas expuestas en estos artículos, que valoran la importancia de devolver a una estructura alterada su normotonía, considerándola esencial para su correcto funcionamiento y repercutiendo en segmentos periféricos con una conexión directa. Cabe subrayar los resultados estadísticamente significativos y la actualidad de la evidencia referidos en estos estudios.

Aportar mecanismos que den estabilidad, ya sea por alteración o ausencia, a una estructura, resulta primordial para su funcionamiento. Principalmente en casos de DL, existe literatura científica que afirma la relación entre la estabilidad espinal y la presencia de procesos algicos en esa zona. Y además, sobre cómo el diafragma puede contribuir a esta estabilidad siempre y cuando su estado sea óptimo²⁸. Por ello, la propuesta realizada en este trabajo cabría entenderse no sólo desde una perspectiva de tratamiento, sino también desde un enfoque preventivo, por medio de la reeducación diafragmática y trabajo de la zona abdominal.

Autores como Busquet^{2,7} destacan cómo los tratamientos con influencia visceral aportan cambios directos en la estática y dinámica del paciente. Dada la ubicación del diafragma, es

lógico y razonable pensar que tiene una repercusión visceral directa y esto, a su vez, en las estructuras que lo rodean. Además, las técnicas destinadas a este músculo actúan principalmente a nivel respiratorio. Por ello, también resulta lógico considerar que cualquier tratamiento respiratorio no podrá tener gran eficacia si no se trata el eje vertebral y viceversa. La mejoría funcional de uno depende del otro y, a su vez, influye en el mismo.

Como se ha argumentado en el presente trabajo, ante la presencia de DL con origen inespecífico, el objetivo principal de todo profesional responsable de su abordaje es evitar un proceso de recaída y cronificación. Basándonos en la evidencia científica consultada, destaca la hipótesis de que, más que un problema estrictamente lumbar, pueda tratarse de un desequilibrio postural en conjunto, recayendo gran parte de la tensión y establecimiento de adaptaciones en un punto clave para el movimiento y la estática como es el diafragma. Se trata de un campo a explorar de manera extensa, ya que diversas investigaciones apoyan que las personas con DL realizan el patrón respiratorio de manera diferente a personas sanas, puesto que el diafragma involucra activamente tanto a la musculatura abdominal como a toda la cadena muscular posterior.

Las limitaciones de este estudio vienen determinadas por la escasa literatura centrada en la medición de parámetros (PIA, VC, PImáx) ante un DL inespecífico, y en la ausencia de estudios destinados específicamente al análisis de técnicas que involucren al diafragma en el problema de salud que hemos abordado. Las principales técnicas empleadas han sido el doming del diafragma y estiramiento del diafragma, si bien no se ha podido reafirmar su efectividad, en comparación con otras técnicas. Además, se debe indagar en la relación entre control motor espinal y respiración.

Por ello, las futuras líneas de investigación deben de afianzar la eficacia de tratamientos o métodos que permitan mitigar de forma relevante el DL en estos pacientes, permitiendo una mejora de la calidad de vida, evitando la incapacidad, previniendo el proceso de cronificación y disminuyendo el enorme gasto sanitario y sociolaboral.

6. CONCLUSIONES

El dolor lumbar (DL) consiste en un síndrome musculoesquelético, cuyo síntoma principal es la presencia de dolor localizado a nivel lumbar, acompañándose de dolor y rigidez, entre otras manifestaciones. Cuando su origen es inespecífico, aumenta el riesgo de cronificación, constituyendo una de las enfermedades con mayor gasto sanitario y sociolaboral.

El diafragma, músculo inspiratorio principal, con conexión con todas las cadenas musculares, desempeña un papel esencial en cuanto a la estabilidad lumbar, proporcionando en situaciones dinámicas protección ante posibles lesiones. Su correcta contracción, junto con la musculatura abdominal, permite una PIA fisiológica.

Cualquier alteración en la estructura y/o función diafragmática va a tener una repercusión directa a nivel lumbar, pudiendo a su vez contribuir en la etiología del DL. Las conexiones estructurales directas provocan que a nivel tensional puedan aparecer procesos álgicos que desencadenen esta patología.

A su vez, debido a la relación anatómica y fisiológica entre la región lumbar y el diafragma, la aparición de DL afecta a la dinámica y función diafragmática principal, la respiración. Así, sujetos con DL presentan alteraciones de la coordinación respiratoria, sobre todo durante la realización de actividades funcionales.

La literatura científica consultada confirma la hipótesis previa de que la presencia del DL inespecífico repercute en la función diafragmática y viceversa. Ante esto, no es posible afirmar de manera contundente qué alteración es la primaria, lo que sí parece claro es que el DL puede perpetuarse en el tiempo si el diafragma no restaura su función fisiológica, puesto que la respiración es un proceso continuo, involuntario y esencial.

En base a la literatura científica consultada y evidencia disponible, se ha propuesto un tratamiento para el abordaje del DL inespecífico a través del trabajo diafragmático, aplicando técnicas de terapia manual, basadas en la normalización del tono, así como técnicas de Fisioterapia Respiratoria, destinadas a la reeducación de la función diafragmática.

Junto al papel del fisioterapeuta, se debe recalcar la importancia de educar al paciente para trasladar este trabajo diafragmático a su rutina y afianzar una adecuada higiene postural, con el objeto de prevenir nuevos episodios álgicos a nivel lumbar.

En definitiva, el objetivo último de este trabajo es transmitir el concepto de globalidad corporal. Como fisioterapeutas debemos abordar al sujeto como un todo, aun presentando un problema muy localizado, su abordaje integral resulta fundamental para la prevención de recaídas y

cronificación del proceso en cuestión. Desde esta perspectiva, si el tratamiento propuesto no tiene resultados óptimos, quizás se deba a que el planteamiento no es el idóneo. Con este trabajo se aporta como ejemplo el papel del diafragma en el DL: de acuerdo con la evidencia científica disponible, la aplicación de técnicas a nivel diafragmático obtiene resultados no sólo a nivel lumbar, sino que involucra y repercute sobre toda la cadena muscular posterior.

7. AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por entrenarme para la vida. A mi padre, por darme alas. A mis hermanos, por ser el motivo para luchar.

8. REFERENCIAS

1. Bordoni B, Zanier E. Anatomic connections of the diaphragm: influences of respiration on the body system. *J Multidiscip Healthc*. 2013;6:281–91.
2. Busquet L. El movimiento. En: Busquet L. *Las Cadenas Musculares*. Tomo II. Lordosis, cifosis, escoliosis y deformidades torácicas. 7ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2006. p.39-97.
3. Moore KL, Dailey AF, Agur AMR. MOORE. *Anatomía con orientación clínica*. 7ª ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2013. p.181-325.
4. Nason LK, Walker CM, McNeeley MF, Burivong W, Fligner CL, Godwin JD. Imaging of the Diaphragm: Anatomy and Function. *RadioGraphics*. 2012;32(2):51-71.
5. Seven YB. *Neuromotor Control of the Diaphragm Muscle*. [Tesis Doctoral]. Minnesota: Degree of PhD in biomedical sciences, Faculty of Mayo; 2013, April. p.10-12.
6. Hamaoui A, Hudson AL, Laviolette L, Nierat MC, Do MC, Similowski T. Postural disturbances resulting from unilateral and bilateral diaphragm contractions: a phrenic nerve stimulation study. *J Appl Physiol* . 2014;117(8):825–32.
7. Busquet L. Las compensaciones. En: Busquet L. *Las Cadenas Musculares*. Tomo II. Lordosis, cifosis, escoliosis y deformidades torácicas. 7ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2006. p.99-157.
8. Chicharro-Serra E. Introducción al dolor lumbar. En: Chicharro-Serra E. *Dolor lumbar* [Internet]. México, D.F.: Editorial Alfil; 2006 [citado 9 marzo 2018]. p.1-12. Disponible en : ProQuest Ebook Central.
9. Queraltó JM, Fernández JV. Etiología, cronificación y tratamiento del dolor lumbar. *Clínica y Salud*. 2008;19(3):379-92.

10. García A, Martínez I, Saturno P. Abordaje del dolor lumbar crónico: síntesis de recomendaciones basadas en la evidencia de las guías de práctica clínica existentes. *An. Sist. Sanit. Navar.* 2015;38(1):117-30.
11. Lizier DT, Pérez MV, Sakata RK. Exercises for Treatment of Nonspecific Low Back Pain. *Revista Brasileira de Anestesiología.* 2012;62(6):838-46.
12. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *Lancet.* 2012;379(9814):482–91.
13. Nowakowska K, Gzik M, Michnik R, Mysliwiec A, Jurkojc J, Suchón S et al. The Loads Acting on Lumbar Spine During Sitting Down and Standing Up. 2017;526:169-77.
14. Chicharro-Serra E. Causas del dolor lumbar y su cuadro clínico. En: Chicharro-Serra E. *Dolor lumbar* [Internet]. México, D.F.: Editorial Alfil ; 2006. [citado 15 marzo 2018]. p.37-78. Disponible en : ProQuest Ebook Central.
15. Lloret-Riera M. Sistema cardiorrespiratorio. En: Lloret-Riera M. *Anatomía aplicada a la actividad física y deportiva.* 3ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2012. p. 107-23.
16. Vostatek P, Novák D, Rychnovský T, Rychnovská Š. Diaphragm Postural Function Analysis Using Magnetic Resonance Imaging. *PLoS One.* 2013;8(3):e56724. doi: 10.1371/journal.pone.0056724.
17. Hagins M, Lamberg EM. Individuals with Low Back Pain Breathe Differently Than Healthy Individuals During a Lifting Task. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2011;41(3):141–8.
18. Hodges PW, Eriksson M, Shirley D, Gandevia SC. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *J Biomech.* 2005;38(9):1873–80.
19. Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Pääsuke M. The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low back pain. *Eur Spine J.* 2011;20(12): 2152–9.
20. Beeckmans N, Vermeersch A, Lysens R, Van Wambeke P, Goossens N, Thys T, et al. The presence of respiratory disorders in individuals with low back pain: A systematic review. *Man Ther.* Elsevier Ltd; 2016;26:77–86.
21. Janssens L, McConnell AK, Pijnenburg M, Claeys K, Goossens N, Lysens R, et al. Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(1):12–9.

22. Mohan V, Paungmali A, Sitalerpisan P, Hashim UF, Mazlan MB, Nasuha TN. Respiratory characteristics of individuals with non-specific low back pain: A cross-sectional study. *Nurs Health Sci.* 2018;(July 2017):1–7.
23. Janssens L, Brumagne S, McConnell AK, Hermans G, Troosters T, Gayan-Ramirez G. Greater diaphragm fatigability in individuals with recurrent low back pain. *Respir Physiol Neurobiol.* Elsevier BV; 2013;188(2):119–23.
24. Claeys K, Brumagne S, Dankaerts W, Kiers H, Janssens L. Decreased variability in postural control strategies in young people with non-specific low back pain is associated with altered proprioceptive reweighting. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(1): 115-23.
25. Kolář P, Šulc J, Kynčl M, Šanda J, Čákr O, Andel R, et al. Postural Function of the Diaphragm in Persons With and Without Chronic Low Back Pain. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2012;42(4):352–62.
26. Valenza MC, Cabrera-Martos I, Torres-Sánchez I, Garcés-García A, Mateos-Toset S, Valenza-Demet G. The Effects of Doming of the Diaphragm in Subjects with Short-Hamstring Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *J Sport Rehabil.* 2015;24(4): 342–8.
27. González-Álvarez FJ, Valenza MC, Torres-Sánchez I, Cabrera-Martos I, Rodríguez-Torres J, Castellote-Caballero Y. Effects of diaphragm stretching on posterior chain muscle kinematics and rib cage and abdominal excursion: A randomized controlled trial. *Brazilian J Phys Ther.* 2016;20(5): 405–11.
28. Babina R, Mohanty PP, Pattnaik M. Effect of thoracic mobilization on respiratory parameters in chronic non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2016; 29(3):587–95.
29. Aparecida-Moreno M, Maria-Catai A, Macher-Teodori R, Amoroso-Borges BL, DeCastro-Cesar M, DaSilva E. Effect of a muscle stretching program using the Global Postural Re-education method on respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility of sedentary young males. *J Bras Pneumol.* 2007;33(6):679-86.
30. Roussel N, Nijs J, Truijen S, Vervecken L, Mottram S, Stassijns G. Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: A case-control study. *Eur Spine J.* 2009;18(7):1066–73.
31. Bordoni B, Marelli F, Morabito B. Manual evaluation of the diaphragm muscle. *International Journal of COPD.* 2016;11:1949–56.

32. García-Lucas I, Pellicer-Alonso M, Paniagua-Román S. Manual de fisioterapia. Módulo II. Neurología, Pediatría y Fisioterapia Respiratoria. Alcalá de Guadaíra (Sevilla): MAD;2009. p.424-25.
33. Valenza-Demet G, González-Doniz L, Yuste-Sánchez M. Manual de fisioterapia respiratoria y cardiaca. Madrid: Síntesis; 2005. p.53-159.
34. Mercado-Rus M. Manual de fisioterapia respiratoria. 2ª ed. Majadahonda (Madrid): Ergón; 2002. p.43-50.
35. Corts M. Relaciones osteopáticas de las disfunciones viscerales. En: Corts M. Manual diagnóstico de osteopatía [Internet]. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2014[citado 18 abril 2018]. p. 65-135. Disponible en : ProQuest Ebook Central.
36. De Coster M, Pollaris A. Diafragma torácico. En: De Coster M, Pollaris A. Osteopatía Visceral. 2ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005. p.41-66.
37. Anderson BE, Huxel-Bliven KC. The Use of Breathing Exercises in the Treatment of Chronic, Non-Specific Low Back Pain. J Sport Rehabil;2016[Agosto]:452–8.
38. Hamaoui A, Le Bozec S, Poupard L, Bouisset S. Does postural chain muscular stiffness reduce postural steadiness in a sitting posture? Gait Posture. 2007;25(2):199–204.
39. Dülger E, Bilgin S, Bulut E, İnal-İnce D, Köse N, Türkmen C, et al. The effect of stabilization exercises on diaphragm muscle thickness and movement in women with low back pain. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017;1:1–7.

9. ANEXOS

ANEXO I. Valoración de la movilidad de la caja torácica y la columna vertebral (Fuente: Elaboración propia).



Figura 6. Evaluación del movimiento costal.



Figura 7. Evaluación de las cúpulas diafragmáticas.



Figura 8. Evaluación de la zona xifoidea-costal.



Figura 9. Evaluación del ligamento arcuato medial.



Figura 10. Evaluación del ligamento arcuato lateral izquierdo



Figura 11. Evaluación del ángulo *Te*pigástrico.

ANEXO II. Estiramiento del diafragma en decúbito supino. (Fuente: Elaboración propia).



Figura 14. Estiramiento en decúbito supino del hemidiafragma izquierdo.

ANEXO III. Reeduación diafragmática. Respiración abdominodiafragmática. (Fuente: Elaboración propia).



Figura 15. Inspiración abdominodiafragmática.



Figura 16. Espiración abdominodiafragmática.