

**Tesis para la obtención del diploma en osteopatía.**

**Tribunal Internacional del D.O. 2006.**

**Título de la tesis**

# **EFFECTIVIDAD DE LA TÉCNICA DE ESTIRAMIENTO DEL DIAFRAGMA TORÁCICO OBJETIVADA CON RADIOGRAFÍA DE TÓRAX.**

**Presidente del Tribunal: François RICARD D.O- MRO**

**Miembros del Tribunal: Manuel PEINADO ASENSIO D.O- MRO, Camilo CORTIJO SÁNCHEZ D.O- MRO, Javier RODRÍGUEZ DÍAZ D.O- MRO, Elena MARTÍNEZ LOZA D.O- MRO, Agustín LUCEÑO MARDONÉS D.O- MRO, Luis PALOMEQUE DEL CERRO D.O- MRO, Ángel BURREL BOTAYA D.O- MRO, M<sup>º</sup> del Carmen LILLO DE LA QUINTANA D.O- MRO, Juan José BOSCA GANDÍA D.O- MRO, Antonio GÓMEZ GÁMEZ D.O- MRO, Cleofás RODRÍGUEZ BLANCO D.O- MRO.**

**SEFO - EOM**

---

**Autor: JOSÉ ENRIQUE MÁRQUEZ AMBITE**

**Director de Tesis: CAMILO CORTIJO SÁNCHEZ**

**Escuela de Osteopatía de Madrid**

Agradecimientos:

A todos y cada uno de los profesores de la Escuela de Osteopatía de Madrid, en especial a Camilo por guiarme como director de tesis, y a François por contagiarme su capacidad de trabajo.

A Juan Carlos y a Pedro por regalarme su tiempo.

A mi compañera Esperanza por su desinteresada ayuda llevada con una alegría envidiable.

A Elisa por su ayuda con la bibliografía.

A todas las personas que se han prestado a ser objeto de estudio.

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>3</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>6</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>8</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>10</b>
<b>Estado actual del problema</b> .....	<b>10</b>
<b>Anatomía</b> .....	<b>11</b>
<b>Fisiología</b> .....	<b>15</b>
<b>Embriología</b> .....	<b>18</b>
<b>Recuerdo osteopático</b> .....	<b>19</b>
<b>Justificación del estudio</b> .....	<b>22</b>
Justificación de los objetivos .....	22
Justificación del tipo de muestreo elegido. ....	24
Justificación del material y del método.....	25
<b>Hipótesis y objetivos</b> .....	<b>33</b>
<b>Hipótesis</b> .....	<b>33</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>34</b>
<b>Pacientes, material y método</b> .....	<b>35</b>
<b>Diseño</b> .....	<b>35</b>
<b>Limitación del estudio</b> .....	<b>35</b>
<b>Consideraciones éticas</b> .....	<b>36</b>
<b>Pacientes</b> . ....	<b>36</b>
Criterios de inclusión. ....	36
Criterios de exclusión .....	37
<b>Aleatorización y ocultación del tratamiento</b> .....	<b>37</b>
<b>Grupos de estudio</b> .....	<b>38</b>
<b>Técnica aplicada</b> . ....	<b>38</b>
Al grupo intervención .....	38
Al grupo control .....	39
<b>Variables</b> .....	<b>39</b>
Variables independientes.....	39
Variables dependientes .....	40

<b>Cálculo del tamaño de muestra</b> .....	<b>41</b>
<b>Descripción de las técnicas de tratamiento y diagnósticas utilizadas</b> .....	<b>42</b>
Descripción de la técnica de tratamiento objeto de estudio .....	42
Descripción de la técnica diagnóstica utilizada .....	44
Descripción de las medidas de los perímetros torácicos .....	48
Descripción de las medidas de las variables independientes .....	48
Aparatos de medición y tratamiento .....	49
Examinadores .....	51
<b>Proceso de medición de resultados</b> .....	<b>51</b>
Proceso de medición de la variable dependiente principal del estudio. Elevación de cada hemicúpula diafragmática .....	51
Proceso de medición de la variable dependiente secundaria .....	52
Proceso de medición de las variables independientes .....	54
<b>Procedimiento general de obtención de datos</b> .....	<b>54</b>
<b>Análisis estadístico</b> .....	<b>57</b>
Niveles de significación .....	58
<b>Manejo de los datos</b> .....	<b>59</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>60</b>
<b>Análisis de concordancia</b> .....	<b>60</b>
<b>Características iniciales de los grupos</b> .....	<b>61</b>
Descriptiva .....	61
Comparativa .....	61
<b>Descripción del seguimiento y pérdidas de casos</b> .....	<b>63</b>
<b>Estudio de la variable principal</b> .....	<b>64</b>
Descriptiva .....	64
Comparativa .....	67
<b>Estudio de la variable secundaria</b> .....	<b>75</b>
Descriptiva .....	75
Comparativa .....	76
<b>Análisis multivariante</b> .....	<b>77</b>
Variables numéricas .....	77
Descriptiva .....	77
Comparativa .....	77
Variables nominales .....	82
Descriptiva .....	82
Comparativa .....	87
<b>Discusión</b> .....	<b>88</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>100</b>
<b>Apéndice I: Tablas de datos experimentales del estudio</b> .....	<b>101</b>
<b>Apéndice II. Hojas de recogida de datos del estudio</b> .....	<b>108</b>
<b>Apéndice III. Hoja de información al paciente y consentimiento</b> .....	<b>111</b>
<b>Índice de imágenes</b> .....	<b>113</b>

<i>Índice de tablas</i> .....	<b>114</b>
<i>Índice de abreviaturas</i> .....	<b>116</b>
<i>Índice de gráficas</i> .....	<b>117</b>
<i>Bibliografía</i> .....	<b>118</b>

# Resumen

## Introducción

La importancia funcional del diafragma torácico derivada de sus relaciones anatómicas, hace de él uno de los puntos comunes en los tratamientos osteopáticos, cualquiera que sea la patología. Es por ello esencial saber si nuestras técnicas osteopáticas realizadas sobre él son efectivas.

## Objetivos

El propósito de este estudio es evaluar la efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma, a través de cambios en la elevación de éste en espiración máxima.

## Pacientes, material y método

El estudio se realizó sobre sujetos sin patología con prescripción médica de reposo y fueron incluidos con un muestreo probabilístico aleatorio simple, sin discriminar ningún individuo por su afección. En él se comparó un grupo intervención con un grupo control, asignando aleatoriamente cada uno de los sujetos, a uno de ellos.

Se dispuso para llevar a cabo el estudio, de un generador de aparato de rayos, de una mesa elevadora, de un "Bucky" vertical, de una reveladora, y se utilizaron chasis de 35x43.

Se realizaron radiografías a los sujetos antes y después de ejecutar sobre ellos la técnica –grupo intervención- ó antes y después de que realizaran 10 respiraciones espontáneas –grupo control-, y se midió sobre esos clichés radiográficos, la altura a la que llegaba la cúpula diafragmática en cada lado, en la placa de antes y en la de después, con respecto a una referencia interna, considerando como variable, la diferencia entre las dos medidas.

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

### Resultados

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ) entre los grupos intervención y control, para cada uno de los hemidiafragmas comparados, aunque no hubo relación significativa entre nuestras variables de estudio y otras variables antropométricas, descriptivas y de patología que recogimos en el mismo.

### Conclusiones

La técnica de estiramiento del diafragma es efectiva y produce una elevación de las dos hemicúpulas diafragmáticas.

### Palabras clave

Estiramiento. Diafragma. Radiografía.

# Abstract

## Background

The functional importance of the thoracic diaphragm, related to its anatomical links, makes of this particular muscle one of the common points in osteopathy treatments, regardless the pathology. For this reason, asseming effectiveness of osteopathy techniques on the diaphragm becomes essential.

## Aim of the study

The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of the diaphragm stretching technique, through changes on its elevation during forced – maximal- expiration.

## Patients, material and method.

Subjects without pathologies involving medical prescription of rest were selected for this study. They were included in a simple randomized sampling, with no discrimination of any of the individually for their affection. Two groups were compared: an intervention group and a control group, randomly assigning subjects to either group.

Data were recorded by the use of an X-Ray generator, an elevating plinth, a vertical “Bucky”, a revealer, and 35x45 chassis.

X-Rays were taken before and after technique application –intervention group-, or before and after 10 spontaneous breathings –control group-, and the height reached by each hemi-diaphragm before and after was measured on the X-Rays taken, considering an internal reference, being the variable, the difference between both measurements.

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

### Results

Statistically significant differences were found ( $p < 0,001$ ) between the intervention and control group, for each hemi-diaphragm compared. However, there was no significant relation between the variables of the study and other anthropometric variables.

### Conclusions

Stretching technique on the diaphragm is effective and produces an elevation on both sides of the muscle.

### Key words

Stretching. Diaphragm. X-ray.

# Introducción

---

## Estado actual del problema

---

Una vez revisadas bibliografía y bases de datos de las Escuelas de Osteopatía que la tienen, y de publicaciones médicas, hemos comprobado que todos los estudios que hablan del diafragma lo hacen de su estructura celular, de su función o de su anatomía macroscópica. La mayoría de los que hablan de su función y movimiento son estudios sobre la medición de la movilidad del diafragma puramente descriptivos y alentados en su mayor parte por la necesidad de evaluar dicho movimiento tanto en cuanto lo transmite al resto de vísceras intratorácicas o abdominales, ya que en los tratamientos de radioterapia la precisión en los márgenes de seguridad es importantísima **1,2** ó porque es esencial conocer la posición y el desplazamiento del corazón en la realización de técnicas de imagen cardíacas **3**. Se comparan en ellos diferencias en las diversas patologías, habitualmente respiratorias con respecto a sujetos sanos, o únicamente en sanos. Si hay intervención es en forma de entrenamiento o de colocación de electrodos de estimulación eléctrica, y sólo hemos encontrado un estudio **4** que evalúa el efecto de la terapia manual –estiramiento- sobre la función respiratoria del diafragma.

En estos estudios, se han encontrado diferencias de movilidad, por ejemplo, entre diez hombres de entre 24 y 36 años, en supino con respecto a la bipedestación, con respiración superficial y profunda con radiografías **5**, o entre 50 hombres y 47 mujeres sin edad específica en bipedestación con respiración profunda **6**.

---

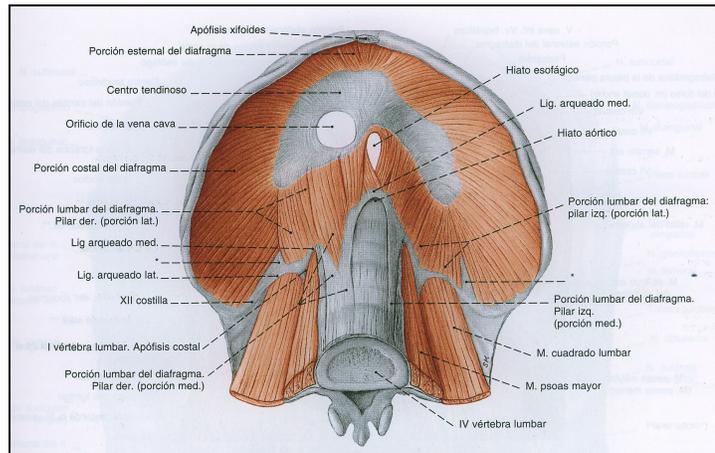
## Anatomía

---

Cuando realizamos una descripción anatómica macroscópica del diafragma **7**, distinguimos tres porciones cuyos nombres se han dado en función de la región donde se han originado. Según esta premisa, nos encontramos una porción esternal, que toma su origen en la superficie interna del apéndice xifoides, una porción costal, originada en la superficie interna de los seis últimos cartílagos costales formando interdigitaciones con el transversal abdominal, y por último una porción lumbar que se origina a través de dos pilares, uno por cada lado, el *pilar derecho* con sus dos porciones, la medial mediante un tendón que parte de la superficie ventral de las cuatro primeras vértebras lumbares y sus correspondientes discos, y la lateral que va desde el ligamento arqueado medial (“arcada del músculo psoas” que va de la superficie lateral de la primera o segunda vértebra lumbar hasta el vértice de la apófisis costiforme de la primera vértebra lumbar) y del ligamento arqueado lateral (“arco del músculo cuadrado lumbar” que va desde la apófisis costiforme de la primera vértebra lumbar hasta el vértice de la duodécima costilla). El *pilar izquierdo* está compuesto por una porción medial que parte a través de un tendón de la superficie ventral de las tres primeras vértebras lumbares y de sus correspondientes discos. La porción lateral es similar a la del lado contrario (IMAGEN 1).

Todas estas porciones se insertan en el centro frénico, formado por fibras tendinosas que se entrecruzan en diversos ángulos a modo de fascículos de forma curva que unen las diversas porciones del músculo, además de, en el caso de la porción lumbar, en el hiato esofágico, el aórtico y el ligamento arqueado medio. Debido a esta disposición, las fibras musculares anteriores son más cortas **8**, más superiores y más curvadas que las posteriores **9**.

**IMAGEN 1. Putz K, Pabst R- Atlas de Anatomía Humana Sobotta- PORCIONES DEL DIAFRAGMA- 20ª Edición – Tomo 2- Panamericana- 1994-Página 69.**



Pero tan importantes son su origen e inserción como los orificios que atraviesan el músculo, y su relación con las diferentes estructuras (IMAGEN 2). En este sentido debemos señalar las siguientes:

El hiato aórtico, situado en la porción lumbar entre los pilares derecho e izquierdo, y por el cual pasa la aorta, y el plexo nervioso simpático.

El hiato esofágico, situado en la porción lumbar del pilar derecho, y que es atravesado por el esófago, los nervios vagos, el nervio frénico, y el ramo frénicoabdominal derecho. Es más craneal y ventral que el anterior.

Orificio de la vena cava, en el centro tendinoso, atravesado por la vena cava inferior, el nervio frénico, y el ramo frénicoabdominal derecho.

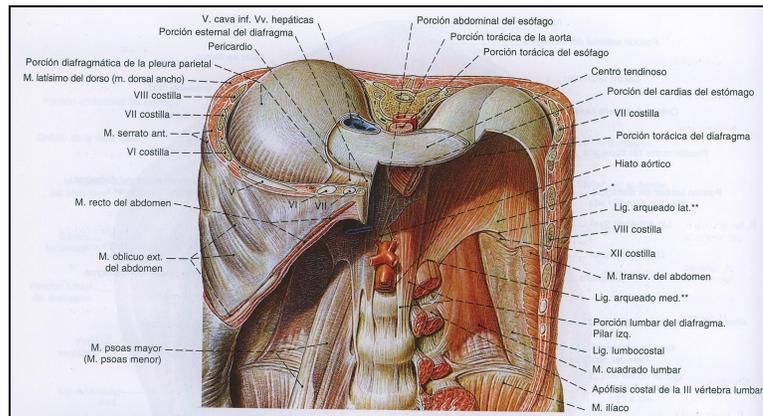
Espacio de Larrey, entre las porciones esternal y costal para las arterias y venas epigástricas superiores- no de manera constante **10**-, vasos mamarios internos y algunos ganglios linfáticos.

Espacio innominado entre las porciones mediales de los pilares derecho e izquierdo de la porción lumbar, por el que pasan los nervios espláncnicos mayor y menor, las venas ázigos y las venas hemiazigos.

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

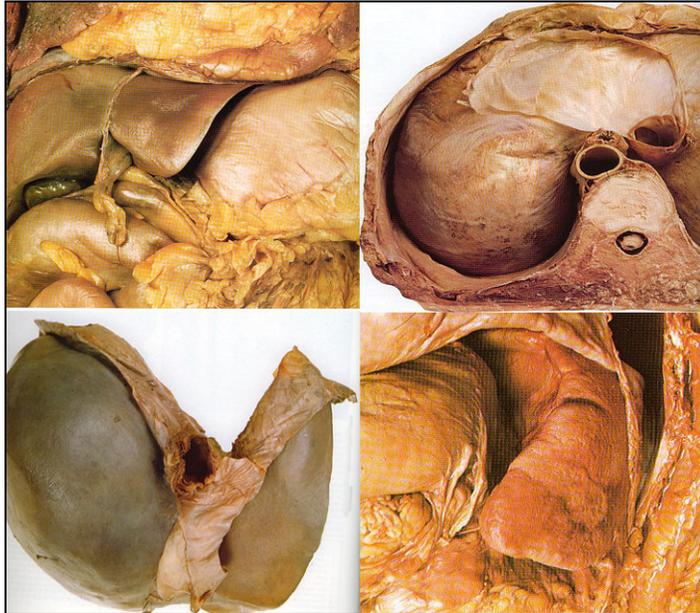
Innominado, en la porción lumbar entre la porción medial y lateral, que es atravesado por el tronco simpático.

**IMAGEN 2. Putz K, Pabst R- Atlas de Anatomía Humana  
Sobotta- RELACIONES DEL DIAFRAGMA- 20ª Edición- Tomo 2-  
Panamericana- 1994-Página 70.**



La cara caudal del diafragma se encuentra tapizada por el peritoneo aunque no enteramente, ya que se interrumpe a nivel del ligamento coronario y suspensorio del hígado, con el que está relacionado, además de con el estómago, con las cápsulas suprarrenales y con los polos craneales de los riñones en su porción lumbar. Los pilares del lado izquierdo están en relación con el páncreas y la tercera porción del duodeno. La cara craneal o torácica, se encuentra cubierta por la fascia endotorácica a través de la pleura parietal y se relaciona con el pulmón, pericardio y corazón (IMAGEN 3).

**IMAGEN 3. McMinn R M, Hutchings R T- Gran Atlas de Anatomía Humana- DIAFRAGMA Y RELACIONES VISCERALES. A la izquierda, arriba y abajo, relaciones del diafragma con el hígado. Arriba a la derecha, relación con el pericardio, y abajo a la derecha con el bazo- Tomo 2-1993- Océano /Centrum- Páginas 212, 226, 192, 193 y 233.**



Con respecto a su anatomía microscópica es interesante reseñar, que el porcentaje de fibras tipo I en un adulto ronda el 55%, mientras que las de tipo II el 25%, el resto son tipo II glucolíticas, que tienen tendencia a la fatiga **11**.

---

## Fisiología

---

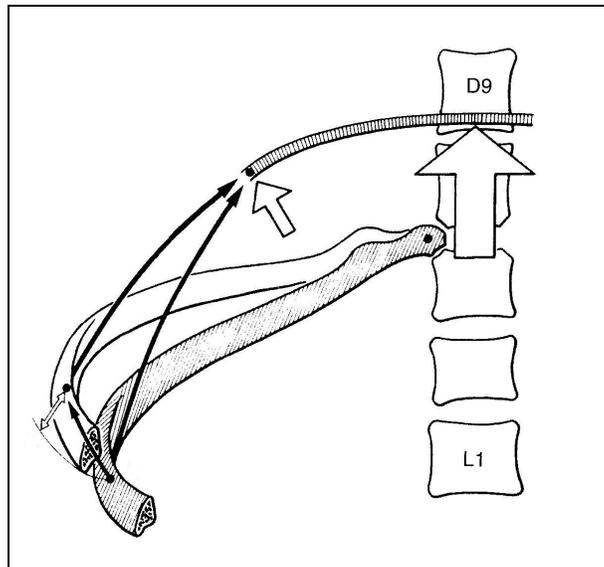
En su acción principal, el diafragma expande y contrae los pulmones. En la inspiración tira de los pulmones hacia abajo y en la espiración normal se relaja, y es la elasticidad de los propios pulmones y de la caja torácica la que hace que se eleve con trabajo mínimo de la musculatura abdominal. La espiración forzada, por el contrario, se realiza por la contracción de la musculatura abdominal que empuja la masa visceral en la dirección del diafragma **12**, y produce una elongación máxima del músculo **13**, con el fin de mantener el volumen final espiratorio **14**, necesario sobre todo en la realización de ejercicio físico. Cuando las fibras musculares se contraen, el centro tendinoso desciende, con lo que el diámetro vertical aumenta, pero llega un punto en que la tensión de los elementos del mediastino y la masa visceral del abdomen que se encuentra sujeta por los músculos abdominales- recto anterior, transversos y oblicuos mayor y menor-, frenan su descenso, momento en el cual, se convierte en punto fijo para las fibras musculares que elevan las costillas inferiores (IMAGEN 4), provocando un desplazamiento de éstas que describe un arco de círculo que aumenta el diámetro transversal **15**. Simultáneamente y por el mismo efecto tracciona del esternón elevando las costillas superiores y aumentando el diámetro anteroposterior. Existe por tanto una acción de sinergia antagonista de los músculos abdominales con respecto al diafragma. En la espiración forzada, este antagonismo se mantiene, los músculos abdominales empujan las vísceras hacia un diafragma relajado al que obliga a elevarse, a la vez que se cierran los senos costodiafragmáticos. En esencia su contracción incrementa la presión abdominal y disminuye la presión pleural **16**.

La contracción y relajación de estas fibras se realizan en un tiempo de 70 milisegundos de media **17**, dentro del cual alcanzan el pico de tensión máxima, y lo que si es importante para nosotros es que esa tensión máxima depende de la velocidad de acortamiento, de la longitud inicial del músculo, y de

la frecuencia a la que sea estimulado. El reclutamiento de las unidades motoras permanece estable con variaciones muy pequeñas durante una actividad voluntaria **18**.

En la respiración normal el diafragma, se desplaza de 1 a 2 cm., según autores, con escaso movimiento del centro frénico. Realizando una inspiración y espiración forzadas, la excursión llega hasta 10 cm. **19**. En la espiración, la cúpula derecha llega hasta el cuarto espacio intercostal, y la izquierda hasta la quinta costilla **20**, y en todo el recorrido en dirección inspiratoria, se produce, ayudado por los músculos accesorios **21**, un descenso del centro frénico de la octava vértebra torácica a la novena, entre 3 y 5 cm. en total **22**.

**IMAGEN 4 . Kapandji A I- Fisiología Articular-  
ESQUEMA DE LA ACCIÓN DEL DIAFRAGMA  
TORÁCICO SOBRE LAS COSTILLAS- Tomo 3- 5ª  
Edición- Panamericana- 1998- Página 27.**



Como acción indirecta, el movimiento de descenso del diafragma acelera la circulación venosa de retorno hacia la aurícula derecha, por efecto de una disminución de la presión intratorácica. Realiza así mismo, una estabilización mecánica del tronco **23**, al aumentar la presión intraabdominal **24** que rectifica la columna lumbar y controla su orientación **25**. Este aumento de la presión intraabdominal, también es esencial en actividades como la defecación, micción, vómito, risa, hipo, parto... **26**, compartiendo como es lógico esta últimas acciones con los músculos de la pared abdominal **27**.

Es por lo tanto un músculo con acción fundamentalmente respiratoria, aunque no aislada, cuya contracción en un ciclo respiratorio normal, provoca una inspiración **28**, y cuya relajación produce una espiración. Esa contracción la realiza de manera concéntrica y casi nunca en isometría **29**, aunque en las apneas la actividad en su mayoría es fásica <sup>23</sup>. El diafragma costal, trabaja en serie con el diafragma crural y con los intercostales externos, y en paralelo con los músculos accesorios de la inspiración **30**. Esta variedad en la acción mecánica del diafragma conlleva diferencias regionales metabólicas, y por lo tanto de microcirculación y de composición proteica **31**.

Su inervación la realizan los nervios frénicos, formados en los niveles C3 y C4 **32**. Éstos llevan fibras aferentes tipo III y tipo IV **33**, de origen diverso, desde centros supramedulares hasta centros medulares respiratorios **34**. Sus motoneuronas pueden ser activadas voluntaria y/o automáticamente vía córtico espinal o bulbar **35**, y su inhibición se puede activar por factores químicos y no químicos ó mecánicos **36**. La zona cortical que se estimula en el movimiento voluntario está a cada lado del área del vértex y hacia la línea media, en este caso la respuesta del diafragma es contralateral, hecho objetivado con ecografía y electrodos de contacto colocados en 7º y 8º espacios intercostales para el derecho, aunque existen mínimos indicios de respuesta homolateral, sobre todo cuando la zona estimulada se acerca más a la línea media, aunque no se convierte en desplazamiento del diafragma,(también objetivado por ultrasonidos). Si la estimulación es central, se activan los dos hemidiafragmas **37**.

Cuando la carga mecánica en el sistema respiratorio es demasiado elevada o se mantiene durante mucho tiempo, los otros músculos respiratorios pueden desarrollar fatiga **38**, sin embargo el diafragma solo se fatiga si el estrés muscular es crítico, activándose determinadas áreas del cerebro y de los ganglios basales **39** que no se habían activado en un ciclo normal. Como factores desencadenantes de ese estrés, están la presión generada por el músculo, la fuerza muscular provocada y la relación entre el tiempo de inspiración y el tiempo de un ciclo respiratorio. Está comprobado también que un diafragma fatigado es más probable que desemboque en un fallo respiratorio que cualquiera de las demás fatigas de otros músculos inspiratorios. Primero falla el reclutamiento de músculos espiratorios y de la caja torácica bajando la regulación nerviosa de estos **40**. Entre los factores que inducen esa fatiga se encuentra la hipoxemia por sobrecarga **41**, aunque la contractilidad también se ve perjudicada **42** por la hipercapnia **43**.

---

## Embriología

---

El diafragma separa el abdomen del tórax, en un principio, en forma de tabique músculoesquelético que aparece en el desarrollo embrionario **44**. En el origen, existe una única cavidad llamada celomática, en ese momento, corazón y pulmones ocupan la parte craneal de esta cavidad. Cuando el embrión tiene como media de 2 a 3 mm., una porción de tejido conjuntivo comienza a separarla en dos cavidades, es el tabique transversal de His, aunque de momento comunicadas a cada lado del tubo digestivo por el llamado canal pleuroperitoneal. En el espesor de este tabique crece el hígado a partir de una invaginación de la parte anterior del tubo digestivo. Mientras tanto, cranealmente y a partir de las membranas pleuroperitoneales se cierran las comunicaciones en dirección ventral para separar por completo las cavidades pleural y peritoneal. Este boceto de diafragma, en embriones de 4.5 mm. aproximadamente, está situado en la región cefálica a nivel de tercera o cuarta vértebras cervicales, momento en el cual reciben elementos celulares provenientes de los miotomos, los cuales arrastran al nervio correspondiente que en un futuro será el

nervio frénico, de ahí el origen cervical de éste, y que seguirá al diafragma en su descenso y en su cambio de orientación de cara craneal orientada ventralmente a cara caudal orientada dorsalmente, lo que obligará al corazón a colocarse dorsalmente al hígado.

---

## Recuerdo osteopático

---

Según el enfoque osteopático, el cuerpo forma una unidad integrada con estructura y función interrelacionadas, y si hay una parte del cuerpo que representa esta idea, es el diafragma torácico, puesto que casi todas las estructuras del cuerpo están en relación directa o indirecta con él.

En este sentido, hemos de decir, que interviene en el equilibrio sagital de los triángulos superior e inferior del tronco **45**, y una porción de él como es el centro frénico, establecido como punto fijo por las fibras diafragmáticas contráctiles, conserva la capacidad de adaptarse a los movimientos corporales **46**, aún cuando se encuentra sostenido por dos tensiones:

- Suspendido de la base de cráneo y del raquis cervicodorsal por el ligamento mediastinal.
- Traccionado hacia abajo por los pilares del diafragma, que se entrecruzan para aumentar la tensión, tracción que es multiplicada por la cadena abdominopelvica.

La disposición que tiene este centro tendinoso en forma de trébol es importante. De las tres porciones diferenciadas, la hoja anterior es para inserciones aponeuróticas fuertes, la de la derecha

para el hígado, y la de la izquierda para la tuberosidad mayor del estómago **47**, relaciones éstas, que no le permiten subir ni bajar demasiado.

Es un músculo que divide el tronco en dos partes, así como a las vísceras en torácicas y abdominales y a la presión en positiva y negativa, esto es gracias a que los orificios que le atraviesan, cierran de manera estanca, sin posibilidad de escape en una estructura sana.

La fisiología osteopática nos habla de que el diafragma torácico forma parte del grupo de los cuatro diafragmas fasciales transversales: la tienda del cerebelo, el diafragma escápulotorácico, el diafragma torácico y el periné, que existen en el cuerpo humano y que tienen un movimiento sincrónico en el movimiento respiratorio, debido a que del occipital y del temporal parten fascias hacia la tercera y cuarta vértebras dorsales, de las fascias torácicas hacia la laringe, tiroides, músculos contiguos, traquea, faringe, apéndice xifoides.

Esta relación entre el sistema cráneo sacro y el diafragma, es causante de que una espiración con su consiguiente elevación provoque una inducción del ritmo a través de las fascias y de las aponeurosis **48**.

El diafragma puede ser por tanto, el origen de diversas patologías osteopáticas:

- Respiratorias. Puesto que es el principal músculo inspirador. Relación de ida y vuelta por que también patologías respiratorias obstructivas, obligan al diafragma a trabajar en hipercapnia y en desventaja mecánica **49**, produciendo disfunción en él.
- Posturales. Bien por la falta de estabilización si no hay suficiente tono, o bien por la excesiva tensión inducida a la cadena por un tono excesivamente elevado, que en la mayoría de los casos aumenta la postura cifótica, protruyendo los hombros **50**,

aunque en otros casos produce una lordosis alta y corta en la columna dorsal **51**, en función del origen de las tensiones.

- **Viscerales.** Por alteraciones de las fibras simpáticas y parasimpáticas viscerales que provocan reacciones por vía refleja **52**, al paso por su nivel (mención especial al X par craneal), y/o derivadas del contacto directo del músculo con ellas, que puede ocasionar congestión por debajo del nivel del diafragma, ya que si existe aumento de tono provoca una bajada de éste, con aumento de la tensión a la que están sometidas las vísceras superiores, y de la presión que reciben las inferiores **53**.
- **Del raquis cervical.** Por tracción sobre el ligamento mediastinal, ó por facilitación de los segmentos medulares correspondientes a los nervios frénicos.
- **Del raquis dorsal.** Un diafragma espasmado produce un acortamiento de la aponeurosis longitudinal profunda que puede determinar disfunciones de las vértebras dorsales.
- **Disfunción de las seis costillas en las que se inserta **54**.**
- **Del raquis lumbar (por la inserción de los pilares), y más específicamente de la charnela toracolumbar **55**.**
- **De la pelvis.** Por la interrelación con las aponeurosis de los músculos cuadrado lumbar **56** y psoas que influye en sus inserciones por lo que es frecuente encontrarlos en disfunción del mismo lado.
- **Del hiato esofágico, provocado por la interdependencia que tiene el diafragma con el cardias, y en el que se pueden producir faltas de movilidad y adherencias.**
- **Vasculares.** Por compromiso de los hiatos que se encuentran en su superficie, y que pueden alterar flujos, fundamentalmente de la arteria aorta y de la vena cava inferior cuando existe un predominio de mayor presión en partes posteriores **54**.
- **Linfáticas.** Por la proximidad topográfica con los ganglios del sistema.

Al contrario, patologías osteopáticas craneales, cervicales, dorsales, lumbares, de pelvis, de los hiatos diafragmáticos, y situaciones de estrés 57 pueden producir patología osteopática en el diafragma torácico.

Por todo ello, y debido a su relación anatómica y funcional, un tratamiento osteopático del diafragma, debe comprender una revisión de las posibles disfunciones de la tercera y cuarta vértebras cervicales, de las vértebras dorsales y costillas de la séptima a la decimosegunda, de las vértebras lumbares de la primera a la tercera, y de los músculos psoas y cuadrado lumbar. Y por el contrario cuando existe patología osteopática de la tercera y cuarta vértebras cervicales, dorsales bajas, charnela dorsolumbar, costillas inferiores, vísceras y/o craneal, hay que revisar el estado del diafragma.

---

## **Justificación del estudio**

---

### **Justificación de los objetivos**

Es importante asentar los cimientos de una ciencia sobre objetivaciones científicas, que en nuestro caso nos permitan dar explicación a nuestro proceder terapéutico. La medicina convencional, viene avalada desde un primer momento por los estudios científicos y farmacológicos que realizan laboratorios y casas comerciales, pero nuestro aval hemos de asentarlo nosotros mismos con nuestras propias investigaciones, aprovechando los medios diagnósticos que existen y que están a nuestro alcance, y objetivando científicamente que las técnicas realmente sirven para lo que las estamos aplicando. Es el caso que nos ocupa en este estudio, su objetivo es comprobar la efectividad de la

técnica de estiramiento del diafragma, si la tuviera, y si es capaz de elevar el posicionamiento del músculo, lo que nos indicaría que lo hemos flexibilizado y aumentado sus posibilidades de estiramiento, por lo que en su relajación es capaz de llegar más alto, en una población heterogénea y aleatoria, con cualquier patología, excepto cancerígena, sin pauta médica de reposo.

La importancia del movimiento del diafragma para el sistema respiratorio y para la variación de los volúmenes pulmonares recogidos en cada inspiración es conocida **58**, debido a la acción principal de éste **59**, pero existen muchas otras acciones y relaciones, que añaden interés al conocimiento del músculo. A nivel del diafragma se enlazan todas las cadenas musculares **60**, siendo por lo tanto muy importante su acción postural **61**. Es atravesado por la aorta, y de su buen funcionamiento depende la buena circulación sanguínea por la arteria, y la ausencia de compresión en cada ciclo inspiratorio **62**. También importantes son sus disfunciones sobre el flujo arterial, por la riqueza en barorreceptores que activan en determinados momentos una acción ortosimpática que eleva la presión arterial **63**, pese a su sistema de protección en el momento de la contracción. También es atravesado por el esófago, ayudando al cardias en la función de evitar el reflujo gastroesofágico, e incluso coordinándose con el esfínter esofágico en la inspiración, para evitar el mencionado reflujo **28** mediante un aumento proporcional de la presión que éste tiene como base y que es suficiente para evitar el retorno del ácido hacia el esófago **64**. Por la vena cava permitiendo el flujo de esta en la contracción- inspiración. E incluso su tono modifica la presión intraabdominal que varía desde 30 hasta los 70 mmHg en una inspiración normal **65** -. En él se apoya el corazón induciéndole movimiento **66**. Por encima de él, en la pleura diafragmática se sitúan los ganglios linfáticos con escape hacia la vena cava y hacia el nodo intertraqueobronquial **67**. Por debajo de él se sitúan los órganos de la digestión ayudando con su movimiento cráneo-caudal y con su compresión **28** a dirigir el flujo de la ingesta **68**.

Esta confluencia de funciones se ordenan jerárquicamente y por importancia cuando existen solicitaciones extremas del músculo, por lo que por ejemplo funciones respiratorias tienen preferencia sobre funciones posturales del músculo **69**, y cuando las solicitaciones respiratorias aumentan, su

función postural se pierde, disminuyendo la presión sobre el estómago y la presión abdominal **70**. Por eso es esencial conocer más de sus funciones, de las interrelaciones entre ellas, y de los efectos que conseguimos sobre su anatomía y su fisiología con nuestras técnicas manuales.

## **Justificación del tipo de muestreo elegido.**

Hemos elegido una muestra aleatoria y heterogénea, sin tratar de reducir los factores de confusión más importantes como patología del aparato respiratorio, del cardiovascular y de la anatomía de los límites del diafragma, ya que así teníamos la posibilidad de llegar a algunas conclusiones según la movilidad conseguida en relación a estas patologías, estadísticamente significativas ó no, y que esperamos marquen direcciones a nuevos posibles estudios. Establecimos unos criterios de exclusión que nos permitieran obtener ese tipo de muestra, además de preservar la corrección ética del estudio, como fue el ser menor de edad, para evitar dilemas éticos innecesarios para nuestro objetivo, el que no tuviera patología cardíaca, respiratoria, digestiva, neurológica y/o vascular, con prescripción facultativa de reposo, que nos hicieran asumir riesgos, que no se encontrara en crisis asmática, ya que podía variar el posicionamiento del diafragma **71**, que no comprendiera el estudio, o que fuera incapaz de coordinar los movimientos respiratorios que le íbamos a pedir, ya que podrían hacernos desechar los resultados por no cumplir el protocolo de recogida de datos. Que estuviera embarazada, por el tipo de técnica diagnóstica, por el tipo de técnica manual a estudiar, y por la reducción ya estudiada en el movimiento diafragmático **72**. Fuera quedaban también aquellas personas con riesgo de caída o fractura, y todas aquellas con patología cancerígena.

## Justificación del material y del método.

De todas las variantes que existen de la técnica de estiramiento del diafragma, elegimos para nuestro estudio, aquella en que la posición del paciente es la de decúbito supino, en primer lugar por que se iba a realizar sobre la mesa de "Bucky" (IMAGEN 5) de la sala de rayos, por lo que debido a su anchura, la posición en la que hubieran quedado algunos pacientes, sobre todo aquellos con acortamiento de la cadena posterior de los miembros inferiores, iba a ser demasiado forzada para la ejecución de la técnica en sedestación **73**, tanto para el investigador como para el sujeto de estudio, y en segundo lugar, porque la eficacia iba a ser mayor, puesto que se ha comprobado mediante imagen por resonancia magnética que en supino el movimiento del diafragma es mayor que en sedestación, especialmente en la parte posterior del mismo **74**, debido al empuje cefálico provocado por la masa abdominal **75**.

**IMAGEN 5 Mesa BUCKY.**



Elegimos la técnica bilateral porque aunque anatómicamente se hable de un solo músculo que el corazón y el saco pericárdico deforman en dos convexidades craneales, funcionalmente podemos hablar de dos hemidiafragmas **76**, ya que se ha comprobado, que existen diferentes puntos motores para uno y para otro, con sus correspondientes áreas de estimulación **77**, con sus correspondientes nervios frénicos, hechos estos que nos hicieron pensar que pudieran comportarse de manera diferente ante el estiramiento, obligándonos a tratar al músculo bilateralmente para no desaprovechar la oportunidad de comparar las reacciones de cada uno de ellos. También evitamos así desplazamientos difíciles de interpretar ya observados en otros estudios **78**, donde estimulaciones eléctricas unilaterales, produjeron imágenes radiográficas, de un desplazamiento del lado no estimulado hacia el plano medio sagital, provocando asimetría en dicho desplazamiento.

El grupo control, por otro lado, debía realizar diez respiraciones espontáneas, porque aunque se admite por diferentes autores que una respiración se esta realizando predominantemente con el diafragma **79**, porque existe mayor movimiento de la masa abdominal en la inspiración -hecho que provoca un predominio del descenso del diafragma con aumento del diámetro vertical a la vez que se evita el consecuente aumento de la presión intraabdominal **80-**, y que la no existencia de una expansión abdominal sugiere patología del diafragma **81**, también es cierto que el trabajo del diafragma puede producir, si así se dirige, o si es global, expansiones costales bajas -aumento diámetro transversal-, y/o anteriorización del esternón -aumento del diámetro anteroposterior-, por lo que para equiparar intervención y control, la realización de respiraciones las hubiéramos tenido que instruir en movimientos respiratorios concentrados en la zona costal baja, que inciden en los diámetros anteroposterior y transversal, en similitud a la influencia de la técnica a estudio, pero dado que es muy difícil explicar este tipo de respiración y estandarizar su ejecución, optamos por la ejecución espontánea.

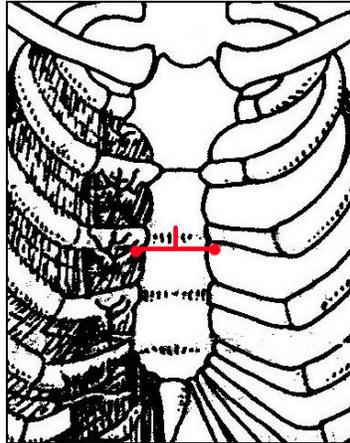
Como técnica diagnóstica, elegimos la radiografía simple, debido a la dificultad tan grande que existe para valorar el cambio de la posición de un músculo como el diafragma, de difícil accesibilidad, y

que tiene una acción compleja y compartida con otros como los intercostales externos entre otros, por lo que no podíamos valorar este cambio, ni por la cantidad de movilidad que inducía a las costillas sobre las cuales se insertaba, ni por la diferencia de volumen de aire que hacia desalojar, ya que podían ser por mejora de los músculos accesorios. Solo quedaba, por tanto, la posibilidad de estudiar su perfil y sus variaciones en cada grupo. Los métodos para ver el perfil del diafragma son variados, ultrasonografía, fluoroscopia <sup>82</sup>, imagen por resonancia magnética –IRM-(Índice de abreviaturas), radiografía, tomografía. La IRM, al igual que la tomografía, no nos valía como métodos para realizar una medición en la que había que controlar con exactitud la acción del sujeto, exigiéndonos vigilancia hasta justo el momento anterior a la toma. La fluoroscopia es un método invasivo. Por lo tanto solo nos quedaban la ultrasonografía y la radiografía, elegimos la segunda en un primer lugar, por la elevada destreza necesaria para la visualización por ultrasonografía y su variabilidad interobservador, y en segundo lugar, por la accesibilidad de los sujetos de estudio al aparato de medición. Nos inclinamos por una toma anteroposterior porque así la parrilla costal del sujeto de estudio, quedaba hacia el exterior y era posible el control y vigilancia del movimiento y de nuestros puntos de referencia por parte del investigador. Elegimos la posición en bipedestación (IMAGEN 9), porque en supino y en sedestación (que es una de las posiciones estandarizadas de las tomas anteroposteriores) no interfiere la gravedad <sup>83</sup> en su grado más elevado, y en este estudio hemos tenido muy en cuenta las acciones secundarias del diafragma y pensamos que debíamos tenerlo presente también en el momento de la medición, y ver si esa posible ganancia de movilidad perduraba a pesar de la acción de la gravedad. Nos decantamos por un estado de espiración forzada porque, aunque no hay medida establecida del posicionamiento exacto del diafragma, se ha comprobado que, la diferencia de altura que alcanza su silueta en una radiografía indica su movilidad y que el posicionamiento es más elevado en la espiración que en la inspiración <sup>84</sup>, y es en esta última posición en la que las fibras musculares están en un estado de acortamiento máximo <sup>85</sup>, y que su posición mas elevada esta relacionada con la expulsión del máximo volumen pulmonar <sup>82</sup>, y con su estado de máximo estiramiento, relajación, de mayor longitud de sus fibras musculares <sup>29</sup> y de menor presión transdiafragmática, Pdi (Índice de abreviaturas) <sup>86</sup>. Aunque podemos decir que ni siquiera la

existencia de una parálisis provoca siempre un hemidiafragma excesivamente elevado **87**, si es cierto que lo más frecuente es que éste ascienda cuando el tono del diafragma sea menor **88** -en las parálisis el diafragma permanece en esa posición incluso en la inspiración **19**, provocando el llamado movimiento paradójico **32** -.

Se eligió como referencia hacia donde el cañón debía apuntar, los puntos de unión de los terceros cartílagos costales en sus partes inferiores con el esternón, junto con la línea recta que los unía, y otra perpendicular a esta última en la mitad geométrica de la distancia entre esos dos puntos (IMAGEN 6), y que indicaba la dirección del haz. Lo hicimos debido a que diferentes autores han objetivado que el hemidiafragma derecho llega como media al 4º espacio intercostal en espiración forzada **20**, incluso algunos defienden el 3º espacio intercostal **89**, en contraposición a la inspiración forzada que le lleva al 5º o 6º cartílago costal **90** **93**, aun así, quisimos dejar un margen para la variabilidad anatómica individual, subiendo nuestra marca al 3º espacio intercostal, con todo ello reducíamos la oblicuidad con la que incidía el haz a través del diafragma, y en relación con la séptima vértebra dorsal, vértebra que posteriormente iba a ser nuestra referencia, y consiguiendo con ello que la medida de nuestra variable dependiente fuera lo más parecida a la distancia real.

**IMAGEN 6. Esquema de las referencias para dirigir el haz.**



Con todo ello encontramos distancias entre la cúpula diafragmática y nuestra referencia, de valor positivo, en todos los casos excepto en uno, que no desechamos aunque si lo consideramos de signo negativo, ya que ésta, excepto en dicho caso, nunca llegó al nivel del platillo superior de la séptima vértebra dorsal. Además de esta manera, los arcos costales no nos taparon la silueta del diafragma, hecho que puede ocurrir en espiración forzada. Debíamos hacer coincidir esta marca con el haz luminoso que emite el cañón para apuntar, que es la altura a la que dirige el rayo central, de la siguiente manera: borde inferior de la línea superior horizontal de la sombra de marcado del cañón con borde superior de la línea horizontal de la marca del rotulador, y línea vertical superior de la sombra de marcado del cañón con la línea vertical de la marca de rotulador, haciendo coincidir sus bordes laterales, todo ello en la fase de espiración forzada (IMAGEN 7). Dicho cañón, se colocaba en todas las tomas, a 90° con respecto al chasis.

---

**IMAGEN 7. Dirección del haz con respecto a nuestra referencia anatómica.**



La variable dependiente objeto principal del estudio, es la diferencia en centímetros de las distancias que hay desde el plano que contiene al platillo superior de la séptima vértebra dorsal hasta el plano paralelo al anterior y tangente a cada hemicúpula diafragmática, entre el antes y el después de realizar la técnica de estiramiento del diafragma, o de realizar el control, según el grupo en el que fue incluido –DDP- (Índice de abreviaturas), medidas sobre la radiografía efectuada en la posición que anteriormente hemos indicado. Así lo elegimos, porque necesitábamos una referencia que estuviera dentro del propio cuerpo del sujeto estudio, debido a que desplazamientos casi inapreciables de la posición del sujeto, se convertían en grandes variaciones en las mediciones, si la referencia era externa. Que esa referencia fuera un plano, puesto que es más estable que un punto, y que radiográficamente fuera fácilmente localizable.

Por todo ello, decidimos considerar como referencia el plano que contiene el platillo superior de la séptima vértebra dorsal, el porqué de la elección de esta vértebra fue porque así nunca iba a sobrepasar la cúpula diafragmática nuestro plano referencia provocando que salieran valores positivos en todas las mediciones, para facilitar su manejo. Aunque el nivel vertebral al que llega el domo diafragmático derecho, que es el que más alto llega, es el de la novena/octava vértebra dorsal **91** , ó decimoprimera ó duodécima costillas en sus porciones dorsales **92**, decidimos dejar un margen

de cabida a la variabilidad anatómica personal. Esto no ocurrió en el sujeto 31050502 en su hemidiafragma derecho, después del estiramiento, para solucionarlo le aplicamos signo negativo, no influyendo en el valor absoluto de la elevación.

Como medida y una vez que ya teníamos el plano de referencia, valoramos sobre la radiografía, la distancia de la línea marcada entre los extremos angulados del platillo superior de la 7ª vértebra dorsal-que está contenida en el plano de dicho platillo-, a la línea tangente a la cara superior de cada hemicúpula diafragmática- puesto que la inferior se confunde con la imagen de las vísceras **93**- y paralela a la anterior DP (Índice de abreviaturas). Solo así pudimos salvar las posibles variaciones que se producen si la referencia es un punto con respecto a otro, o uno con respecto a una recta, debido a que milimétricas inclinaciones y/o desviaciones que pudieran producirse entre las tomas anteriores y posteriores a la intervención o al control se transforman en enormes variaciones de las DP.

Diferenciamos entre alturas de una hemicúpula y otra, debido, como anteriormente hemos indicado, a que la existencia de vísceras íntimamente relacionadas con el diafragma, como son hígado y corazón principalmente, da como resultado, diferentes presiones que imprimen el dibujo de dos cilindros elípticos <sup>8</sup>, situados en la mayoría de los casos, a diferente altura.

Como variable dependiente secundaria a estudio, se incluyó la diferencia de perímetros torácicos DPER (Índice de abreviaturas) en inspiración máxima y en espiración máxima, entre el antes y el después de la técnica o el control, medidos a nivel de la punta del apéndice xifoides y del borde inferior de la apófisis espinosa de la décima vértebra dorsal, por que hay estudios en los que se han objetivado variaciones de los diferentes diámetros torácicos, en función del movimiento y posicionamiento del diafragma **94**, y queríamos saber si, en el caso de que hubiera una elevación diferente tras la técnica, se reflejaba en una variación de los perímetros correspondientes. Se obtenía colocando una cinta métrica con dinamómetro, justo por debajo de una marca anterior hecha en el

vértice inferior del apéndice xifoides y de una marca posterior hecha en el borde inferior de la espinal de la décima vértebra dorsal. Optamos por la doble referencia porque la condición que los antropometristas establecen en sus protocolos de medición, es la de cinta métrica “horizontal” **95**, criterio que para objetivar científicamente necesitaría un instrumental muy complejo. Decidimos por ello medir en relación a dos referencias óseas contrapuestas, para acotar el plano donde se circunscribe nuestro perímetro. El nivel de medición de un perímetro torácico no está consensuado, algunos estudios lo estandarizan sobre la cuarta articulación condroesternal **96**, otros sobre el cuarto espacio intercostal **97, 98**, mientras que otros lo hacen sobre el tercer espacio intercostal **99**, e incluso como es nuestro caso en el apéndice xifoides **100,101**. La referencia xifoidea ó anterior, la elegimos porque el tendón central sobrepasa dicha altura **102**, y es el adecuado para evaluar el movimiento que se producía en las costillas inferiores **103**, que son aquellas donde se origina el diafragma, pero sin empezar a ser influenciado por la masa abdominal. Por otro lado la referencia vertebral ó posterior, la elegimos porque algunos puntos establecidos por determinados anatomistas de correspondencia de la articulación xifo-esternal con el cuerpo de la novena vértebra dorsal <sup>102</sup>, eran difíciles de estandarizar, y porque comprobamos que en sujetos cifóticos esa referencia quedaba muy por encima del apéndice xifoides, y además debía valernos para la medición de los perímetros en inspiración forzada por lo que optamos por bajar un nivel la referencia ósea. La cinta métrica fue flexible e inelástica **104**. La utilización de un dinamómetro en el extremo de la cinta métrica, consideramos que añadía rigor científico y desechaba términos utilizados por los antropometristas como “sin comprimir” **105**, <sup>96</sup>, refiriéndose a la tensión que debemos aplicar en una medición de perímetros. El lugar de cruce de los extremos se realizó según protocolo de De Garay y cols. **106**

# Hipótesis y objetivos

---

## Hipótesis

---

Hipótesis conceptual: la técnica de estiramiento del diafragma es eficaz, y produce una elevación de la cúpula diafragmática como signo de estiramiento de sus fibras musculares.

Hipótesis operativa: la técnica de estiramiento del diafragma eleva más la cúpula diafragmática, de lo que lo hace un ciclo respiratorio espontáneo.

La hipótesis nula planteada fue, que no iban a existir diferencias entre la ganancia de elevación del diafragma después de realizar la técnica de estiramiento, y la ganancia observada en un grupo control sobre el cual no se intervenía manualmente.

El estudio fue planteado como experimental, porque quisimos controlar el factor de estudio, evaluando la eficacia de una intervención, esta vez en forma de estiramiento de diafragma, por lo que el mejor método era el ensayo clínico aleatorio.

Nos fijamos un nivel de significación  $p < 0,05$  para rechazar la hipótesis nula, valor aceptado en estudios biomédicos de estas características. Declararemos significativo el contraste, si la significación es inferior al 5%.

---

## Objetivos

---

- Comprobar que la técnica de estiramiento del diafragma torácico es efectiva, y que produce un aumento en la elevación de éste en el momento de su máxima relajación –expiración máxima-.
- Objetivar esta eficacia, mediante medición radiográfica de la elevación de la cúpula diafragmática en dicha fase del ciclo respiratorio, y que debe ser mayor del que pudiera producir una no intervención.
- Evaluar si existen asociaciones de esa efectividad con determinadas variables individuales.

# Pacientes, material y método

---

## Diseño

---

El estudio se realizó a simple ciego observador ciego (con dos examinadores), en el que, por un lado, el sujeto que recibía la técnica, desconocía el propósito de ésta, y por otro, tanto los dos examinadores que realizaron la medición de las DDP, como la examinadora que realizó la medición de las DPER, no manejaron ningún dato del estudio, y solo conocían los criterios y protocolos de medición de las variables.

---

## Limitación del estudio

---

Existen tres limitaciones en este estudio, por un lado que la técnica a evaluar es una técnica manual, con lo que ello conlleva de inexactitud en la fuerza de ejecución, ya que entran en juego multitud de factores, hecho éste que produce una difícil estandarización. Por otro lado la dificultad que poseen muchos individuos de ejecutar dos espiraciones de las mismas características. Y por último, que la presencia de los dos examinadores para el cálculo de las DDP, se produce en el momento de la medición sobre la radiografía, y no en el momento de la realización de la placa, debido a que no quisimos radiar más de dos veces a cada paciente.

---

## **Consideraciones éticas**

---

Se han tenido en cuenta los estándares éticos del comité sobre la experimentación humana en relación con la declaración de 18ª Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia, junio de 1964 con sus correspondientes enmiendas actuales. Al no ser un estudio en el que se comparan tratamientos que intervienen sobre patologías, el dilema ético solo podría venir dado por la técnica de tratamiento a investigar, las pruebas diagnósticas, y/o procesos de medición, que fueron inocuos en todos los casos.

Por otro lado, todos los sujetos recibieron información sobre las técnicas que se les iban a aplicar, y sobre la forma del estudio, sin desvelar su objetivo, con el fin de mantener el carácter de simple ciego del estudio. Éstos dieron su consentimiento por escrito.

---

## **Pacientes.**

---

Hemos estudiado una muestra extraída por método no probabilístico por cuotas, incluyendo en el estudio a todos los pacientes que pasaran por la Unidad de Fisioterapia del Centro de Salud de Tordesillas. El tamaño de la muestra fue de 65 sujetos, 33 pertenecientes al grupo de tratamiento y 32 al grupo control.

## **Criterios de inclusión.**

- Aceptación voluntaria.
- No cumplir ningún criterio de exclusión.
- Firma del consentimiento informado.

## **Criterios de exclusión**

- Ser menor de edad.
- Prescripción facultativa de reposo en patología cardíaca, respiratoria, digestiva, neurológica y/o vascular.
- Crisis asmática.
- No comprensión del estudio.
- Incapacidad para coordinar los movimientos respiratorios.
- Embarazo.
- Riesgo de caída o fractura.
- Patología cancerígena.

---

## **Aleatorización y ocultación del tratamiento**

---

Los pacientes fueron aleatorizados tras su inclusión en el estudio. La asignación al grupo correspondiente se realizó inmediatamente después de la primera toma radiográfica, para no conocerse el grupo al cual iba a pertenecer, y que se pudiera sesgar la toma de variables. Se realizó mediante una de las tablas de números aleatorios más básicas que es el lanzamiento de un dado, si el número que salía era par, se incluía al sujeto en el grupo intervención, si el número que salía era impar se le incluía en el grupo control.

Los participantes no conocieron el objetivo de la técnica realizada por el investigador, hasta después de la finalización del estudio. Solo se les dio a conocer en el consentimiento informado, las acciones que se iban a llevar a cabo, pero no las finalidades de estas. (Apéndice III. Hoja de información al paciente y consentimiento).

---

## **Grupos de estudio.**

---

**Grupo intervención.** A los pacientes del grupo intervención se les practicaron tomas radiográficas, antes y después de realizarles la técnica de estiramiento del diafragma en su variante bilateral y en tendido supino.

**Grupo control.** A los pacientes del grupo control se les practicaron idénticas mediciones, en idénticas posiciones que a los del grupo de anterior, después de realizar 10 respiraciones espontáneas no dirigidas, en tendido supino en la misma posición que la de los sujetos a los que se les practicó la técnica.

---

## **Técnica aplicada.**

---

### Al grupo intervención

La técnica objeto de estudio es la técnica de estiramiento del diafragma, realizada en su variante tendido supino y bilateral.

## Al grupo control

En la misma posición y postura en que se iba a ejecutar la técnica de estiramiento, pedíamos a los sujetos del grupo control, que realizaran 10 ciclos respiratorios espontáneos voluntarios y sin ayuda ni contacto del sujeto investigador, después de la primera radiografía y antes de la segunda.

---

## Variables

---

Todas las variables fueron extraídas en el mismo intervalo horario de entre las 12:30 y las 13:30, con una temperatura que fluctuó entre los 18 y 23º C.

## Variables independientes

1. *Edad*. Variable cuantitativa, medida en años.
2. *Sexo*. Variable categórica (Hombre / Mujer).
3. Datos antropométricos en forma de variables cuantitativas como *peso* medida en Kilogramos y con precisión de 0,1 kilogramos, *porcentaje de masa grasa* medida en tanto por ciento con precisión de 0,1 %, *talla*, medido en centímetros y con precisión de 0,5 centímetros, e *Índice de Masa Corporal -IMC-* (Índice de abreviaturas) resultado de dividir el peso en Kilogramos entre la talla en metros al cuadrado, dado en valor absoluto y con precisión de 0,01. *Perímetros torácicos* previos medidos en centímetros con precisión de 0,1 centímetros.

4. *Grupo de tratamiento.* Variable categórica (intervención/control). Es la realización de la técnica según protocolo en el grupo de estudio, o realización del control también según protocolo, en el grupo contrario.
  
5. *Tipo de patología,* si la tuviera, siempre que esté diagnosticada médicamente, y reflejada en la Historia Médica del sujeto existente en el Centro de Salud. Variables cualitativas, categóricas, no ordinales. Para su manejo se agruparon en seis subcategorías:
  - A. *Cirugía abdominal o de columna lumbar.*
  - B. *Cirugía torácica o de columna dorsal.*
  - C. *Episodio de lumbalgia, lumbociática, dolor ó patología abdominal en el momento de la toma.*
  - D. *Episodio de dorsalgia, dolor costal ó patología respiratoria en el momento de la toma* -se han encontrado diafragmas patológicamente aplanados, causados por afecciones como enfisema, recuperable mediante cirugía de reducción pulmonar **107**, o en neumotórax a tensión, patología que incluso llega a invertir la curva original del músculo <sup>88</sup>-.
  - E. *Existencia de dos o más patologías de los grupos anteriores.*
  - F. *Ausencia de todas las patologías de los grupos A, B, C y D.*

## **Variables dependientes**

### VARIABLE DEPENDIENTE OBJETO DE ESTUDIO

1. DDP. Es la diferencia en centímetros de las distancias -DP- que hay desde el plano que contiene el platillo superior del cuerpo de la séptima vértebra dorsal, hasta el plano paralelo al anterior y tangente a cada hemicúpula diafragmática, entre el antes y el después de realizar

la técnica de estiramiento del diafragma, o de realizar el control, según el grupo en el que fue incluido.

#### VARIABLE DEPENDIENTE SECUNDARIA

1. DPER. Es la diferencia de perímetros de tórax -PER- (Índice de abreviaturas), en espiración e inspiración máximas, entre el antes y el después de la técnica o el control, medidos a nivel de la punta del apéndice xifoides, y del borde inferior de la apófisis espinosa de la décima vértebra dorsal. En espiración la DPER se calculaba restando el perímetro de antes menos el de después, para que el comportamiento fisiológico que se esperaba tras una mejora que es la disminución del perímetro, fuera de signo positivo, mientras que en inspiración, la DPER se calculaba restando el perímetro de después menos el de antes, para que la respuesta fisiológica beneficiosa que podría esperarse, que es el aumento de perímetro, tuviera también signo positivo. Se realizaban cuatro anotaciones de las mediciones, dos correspondientes a la inspiración forzada y otras dos a la espiración forzada, antes y después de la técnica o el control. Se expresó en centímetros con precisión 0,1 centímetros.

---

## **Cálculo del tamaño de muestra**

---

Se efectuó un cálculo previo del tamaño de muestra necesario, a través del programa para ello confeccionado GPOWER, para una potencia estadística del 95%, y una vez efectuadas cincuenta tomas. Los resultados fueron que el tamaño de la muestra debía ser de 24 sujetos, con los estadísticos que nos salieron para el hemidiafragma derecho y 28 con los estadísticos del

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

hemidiafragma izquierdo, aun así, y debido a la posibilidad que teníamos de ello, decidimos continuar con las tomas de datos para tener un aval más amplio.

---

## **Descripción de las técnicas de tratamiento y diagnósticas utilizadas**

---

### **Descripción de la técnica de tratamiento objeto de estudio**

La técnica objeto de estudio fue el estiramiento del diafragma, en su variante posición decúbito supino, y ejecución bilateral, siguiendo las pautas propuestas por la Escuela de Osteopatía de Madrid <sup>46</sup>, en los cursos que organiza y plasmado en los videos de las técnicas del material de apoyo que da en ellos, y que son las siguientes:

El sujeto de estudio se colocaba en decúbito supino en una posición confortable, con apoyo cervical sobre una almohada, miembros superiores a lo largo del cuerpo, pegados a él, y ligeramente flexionados, e inferiores juntos y flexionados hasta contactar completamente con toda la planta de los pies sobre la superficie de la mesa. (IMAGEN 8).

**IMAGEN 8. Ejecución de la técnica de estiramiento del diafragma, variante bilateral y en supino.**



El investigador ejecutante de la técnica, se posicionaba en finta adelante a la cabeza del sujeto de estudio mirando los pies de éste. Tomaba contacto con el psiforme y borde cubital de los dedos trifalángicos sobre el reborde costal, abarcando el cartílago común de 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> y 10<sup>a</sup> costillas, y orientaba sus antebrazos hacia el hombro del lado correspondiente.

La ejecución del estiramiento consistía en que, basculando sobre sus dedos, el investigador penetraba hacia la zona interna de cartílagos costales y costillas, y traccionaba utilizando el peso del cuerpo en oblicuo a través de cada una de sus manos, en dirección al hombro del lado correspondiente, coincidiendo con la inspiración del sujeto de estudio. En la espiración el investigador mantenía la fuerza suficiente como para que no descendieran los cartílagos, y se mantuvieran en el nivel conseguido. Se realizaron 10 repeticiones consecutivas por sujeto, número que consideramos suficiente como para que si tenía que haber efecto lo hubiera, sin que se produjera hiperventilación en el sujeto estudio, que provocara mareo, hecho este último que no se produjo en ninguna de las tomas de datos.

## Descripción de la técnica diagnóstica utilizada.

Como técnica diagnóstica para objetivar nuestra variable dependiente –DDP–, utilizamos una toma radiográfica simple, anteroposterior, en bipedestación y espiración forzada.

En ella, el sujeto se encontraba en bipedestación, con el torso desnudo, sin pantalones, calzado, ni medallas, con el pelo recogido si lo tuviera largo, según indicaciones generales para la toma de clichés radiográficos **108**. (IMAGEN 9).

**IMAGEN 9. Posicionamiento del paciente sobre el “Bucky” vertical.**



Los brazos no debían despegarse del tronco, con las palmas en posición natural para cada sujeto, y con los hombros colocados en posición anatómica, aunque se superpusieran en la imagen las escápulas a los pulmones, inconveniente que no influyó en la calidad de ésta para nuestro propósito, tampoco se flexionaron los codos como en la posición posteroanterior estandarizada **109**, todo ello, con el fin de que no se produjeran desequilibrios posturales, ni inestabilidades que hicieran perder calidad a la estandarización. Los pies se colocaban unidos por los maleólos tibiales, y primeros dedos. Mirada horizontal, y postura relajada.

La columna dorsal del sujeto debía quedar apoyada al “Bucky” de pared. A la vez, eliminamos los desplazamientos laterales del cuerpo de los sujetos, en el momento de la toma de datos, y lo hicimos desde los laterales, aplicando dos ventosas que sujetaban dos topes metálicos (IMAGEN 10), con el fin de no deteriorar el “Bucky mural” con otros artilugios. A este respecto, hemos de decir que desechamos cinchar para evitar que influyera en los movimientos respiratorios del sujeto de estudio.

Esto impedía que el sujeto se moviera en el último momento, y reforzaba la estandarización ofrecida por el enfoque de la luz del cañón sobre la marca del sujeto, y obligaba a que las dos tomas radiográficas fueran realizadas sobre el sujeto situado en idénticas posición y postura.

Solo nos quedaba fijar la posición de los pies del sujeto en el suelo, hecho que conseguimos acotando su colocación, con una marca posterior situada a 10 cm. por delante de la proyección vertical de la superficie anterior del “Bucky” de pared, y dos laterales realizadas también con cinta aislante de color negro, invariables entre tomas anterior y posterior en el mismo sujeto, y solo variable en anchura, proporcional a cada lado, y no en profundidad, en cada uno de los diferentes individuos (IMAGEN 10). El sujeto se colocaba con los pies juntos, con los talones pegados al borde anterior de la marca posterior y a cada lado de una marca situada en la proyección vertical del centro geométrico de la superficie anterior del “Bucky”, y que fue común

para todos, para que, posteriormente colocáramos las marcas laterales, pegando los bordes internos de la cinta, aproximados lo más posible a los bordes externos de los quintos dedos de ambos pies.

El lugar hacia el cual el cañón debía apuntar, lo marcábamos con un rotulador de 2 mm. de grosor. En primer lugar señalábamos los puntos de unión de los terceros cartílagos costales en sus partes inferiores con el esternón, localizándolos según S. Tixa <sup>110</sup>, y trazábamos la línea recta que los unía, y la perpendicular a esta última, en la mitad geométrica de la distancia entre dichos puntos (IMÁGEN 6).

El chasis se colocaba en su borde superior justo por encima de la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical, localizada también según S. Tixa <sup>110</sup>, quedando siempre por encima de los hombros del sujeto, según protocolo radiográfico <sup>109</sup>.

---

**IMAGEN 10. A la izquierda, imagen del tope lateral para acotar la ubicación del paciente. A la derecha límites para la colocación de los pies del paciente.**



Controlamos la precisión de la medición, supervisando que el nivel de espiración fuera el máximo en las dos tomas, para lo cual se pedía al sujeto que cuando llegara a la expulsión completa de su volumen espiratorio de reserva, en la toma de la radiografía, cerrara los ojos como señal de que no podía expulsar más aire de sus pulmones. Para asegurarnos de ello, su aprendizaje y entrenamiento se llevó a cabo en el momento del reclutamiento, y el recuerdo hasta una correcta realización, de acuerdo con lo protocolizado, el día de la toma de las variables independientes en la consulta, que era el mismo que el de la toma de datos. En la sala de rayos el investigador supervisaba en un primer plano, guiando la espiración, para que ésta fuera correcta, máxima, y que el sujeto de estudio no se desplazara de nuestras referencias. Por todo ello, la sala debía estar iluminada con la luz tenue, que permitiera ver el enfoque del cañón a la vez que los ojos del sujeto de estudio, y su posicionamiento según lo protocolizado. Las tomas radiográficas se realizaban en el segundo intento, tras comprobar que la expulsión del aire se realizaba de forma completa, sin desplazamiento anterior ni lateral del sujeto estudio, y que la sombra del cañón se encontraba en su sitio.

También era importante, que el sujeto no realizara el gesto de volver a inspirar inmediatamente después de realizar la espiración forzada, reflejo que algunas veces puede aparecer en personas con poca capacidad pulmonar.

En la segunda toma, el sujeto colocaba sus pies en el mismo lugar, fijando la misma posición y postura que en la primera.

Las dosis que se utilizaron para cada individuo, vinieron dadas por las tablas que el fabricante del generador recomienda como las idóneas **111**. Aunque la OMS emite sus recomendaciones al respecto **112**, la variabilidad de aparatos y especificaciones técnicas de cada uno de ellos marcan las directrices.

La distancia del emisor al “Bucky” mural fue de 1.8 metros en todas las tomas de datos, distancia desde la cual y según el fabricante <sup>111</sup>, las estructuras anatómicas plasmadas en el cliché, poseen dimensiones reales.

## **Descripción de las medidas de los perímetros torácicos**

Los perímetros torácicos se midieron en cm., con cinta métrica, a nivel de las referencias ya comentadas, y según el protocolo que detallamos en el capítulo “Procesos de medición de resultados” -con el sujeto en bipedestación, pies unidos por maleólos tibiales y primeros dedos, brazos relajados pegados al cuerpo, con el torso desnudo, sin pantalones, calzado, ni medallas, con el pelo recogido si lo tuviera largo-.

## **Descripción de las medidas de las variables independientes**

- Talla en centímetros. Se obtenía con el sujeto en bipedestación sobre el tallímetro, mirando hacia fuera de éste, con la vista horizontal, pies unidos por los maleólos tibiales y primeros dedos, con los brazos extendidos, relajados a lo largo del cuerpo y pegados a él.
- Peso en kilogramos y % masa grasa en valor absoluto. Sujeto en bipedestación, pies situados en la delimitación marcada en el monitor de grasa corporal, con los brazos relajados a lo largo del cuerpo, mirada horizontal.

## Aparatos de medición y tratamiento

Los clichés radiográficos fueron tomados utilizando un aparato generador de rayos, modelo “SHF-330 Compact Generator”, la mesa elevadora, el “Bucky” de pared, y la Consola Global Rad., fueron fabricados por SEDECAL, modelo “Sistema Radiográfico Optima Millennium”, que cumplen las normas ISO 14001, ISO 9001, e ISO 13485 respectivamente. El chasis que se utilizó fue un 35x43 de la marca Fujifilm, modelo Fw Casete HR- Regular (IMAGEN 11).

**IMAGEN 11. Material Radiográfico. De izquierda a derecha y de arriba abajo, consola, generador, reveladora y chasis.**



La talla fue medida con tallímetro marca ASIMED.

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

Los perímetros torácicos fueron medidos con una cinta métrica de plástico, flexible e inelástica, a la que se le añadió en su extremo un dinamómetro mecánico MKM de 1 Nw de precisión, fabricado por PESOLA, modelo Micro- Line, para estandarizar la medición.

Escuadra y cartabón marca "MAPED", que cumplían la normativa ISO 14638 **113**.

El porcentaje de grasa corporal y el peso, fueron medidos con el Monitor de Grasa Corporal, marca TANITA, Modelo N° TBF-551, que cumple la normativa ISO 89/336/CE (medición mediante el análisis de la impedancia bioeléctrica) (IMAGEN 12).

---

**IMAGEN 12. Aparatos de medición. De izquierda a derecha de arriba abajo, monitor de grasa corporal, escuadra, tallímetro y cinta métrica con dinamómetro.**



## **Examinadores**

Las mediciones de las DP sobre los clichés, las realizaron, con carácter ciego, dos examinadores, siendo su elección de carácter fija y no aleatoria entre una población de examinadores, y se llevó a cabo según protocolo de medición, sin que conocieran ni un solo dato del propósito del estudio. El primero fue un Licenciado en Medicina especialista en Cirugía Traumatológica y Ortopédica, de trece años de experiencia -examinador A-, y el segundo un Licenciado en Medicina especialista en Medicina Comunitaria de ocho años de experiencia – examinador B-.

Las variables independientes peso, talla y % masa grasa, fueron medidas por el investigador, mientras que los perímetros torácicos los obtuvo, previa instrucción y entrenamiento, la Técnico de la Unidad de Radiología del Centro, que fue la misma que obtuvo las tomas radiográficas.

---

## **Proceso de medición de resultados**

---

### **Proceso de medición de la variable dependiente principal del estudio. Elevación de cada hemicúpula diafragmática.**

Como hemos mencionado anteriormente, optamos por valorar la elasticidad del diafragma en función de su capacidad para estirarse y elevar su cúpula en sentido craneal.

Como variable de estudio, tomamos la diferencia de las DP, entre el antes y el después del estiramiento o el control, en cada una de las hemicúpulas -DDP-.

Una vez numerados convenientemente los clichés radiológicos, se procedió a su medida por parte de los examinadores, que no manejaron ningún dato adicional, como nombre, grupo, o variables independientes. En primer lugar, el examinador A, y en segundo lugar el examinador B, una vez borradas las mediciones del primero.

El proceso de obtención de datos se estandarizó para los dos grupos, de la siguiente manera: se trazaba con portaminas de 0,2 milímetros de grosor, en primer lugar sobre la placa de antes, la línea que marcaba el plano del platillo superior del cuerpo de la séptima vértebra dorsal, y que pasaba por los vértices de la elipse angulada que formaba la imagen de dicho platillo, para después trazar la misma línea en la placa de después, y comprobar superponiéndolas, que no había habido error ni disparidad en la elección de las referencias. En segundo lugar se dibujaban las paralelas a estas líneas tangentes a las caras superiores de los hemidiafragmas de cada lado, tanto en la placa de antes como en la de después, para posteriormente medir la distancia entre las dos –DP–, teniendo precaución de que la distancia que las separara, fuera la misma en todo su recorrido para cada línea, para cerciorarnos de que realmente fueran paralelas (IMAGEN 13). Las medidas se obtuvieron en centímetros con una precisión de 0,05 cm., y se anotaban en la hoja de recogida de datos confeccionada para el fin. (Apéndice II. Hojas de recogida de datos del estudio).

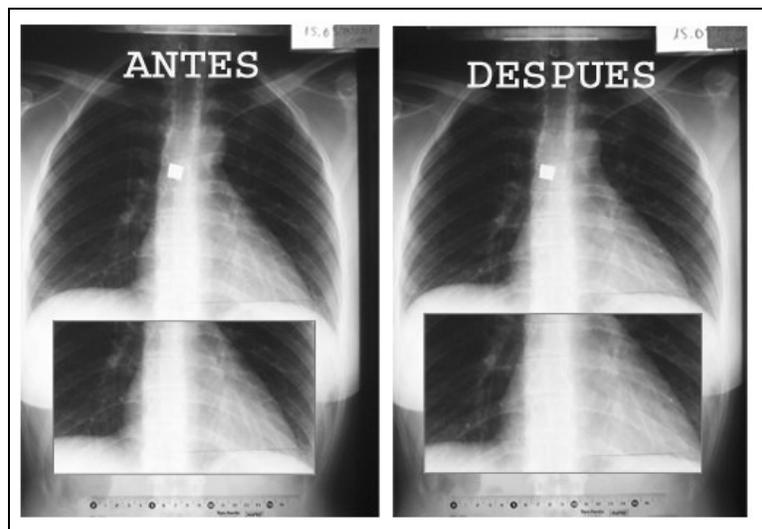
## **Proceso de medición de la variable dependiente secundaria.**

### **Perímetros torácicos**

En la sala de Rayos, con el paciente en la posición antes reseñada, localizamos en primer lugar la punta del apéndice xifoides y de la espinosa de la décima vértebra dorsal <sup>110</sup>, para después marcar con un rotulador de 0,2 milímetros, un punto en el reborde inferior de estas referencias.

Posteriormente, antes de la primera radiografía, y después de la segunda, se medían los perímetros torácicos, por parte de la examinadora, con ayuda del investigador. Éste, sujetaba la cinta por delante del tórax del sujeto, pegado y por debajo de la marca del borde inferior del apéndice xifoides, mientras que, por detrás, la examinadora, siguiendo el protocolo de F. Esparza <sup>96</sup>, con la cinta métrica en la mano derecha, y el extremo libre -con el dinamómetro- en la mano izquierda, y aplicando una tensión de 0 Nw. (que equivalía al peso de la cinta métrica) al dinamómetro, se hacía coincidir con la referencia posterior, quedando el cero en la proyección vertical del ápex de la escápula derecha del sujeto a estudio. Se anotaba la medición intermedia de tres tomas, en centímetros con precisión de 0,1 centímetro, en espiración forzada antes y después de la técnica ó el control, según el grupo al que perteneciera, y las dos intermedias correspondientes a la inspiración forzada, también antes y después de la técnica o el control.

**IMAGEN 13. Clichés radiográficos antes y después. Sujeto 15030501.**



## **Proceso de medición de las variables independientes**

Las variables independientes, se obtenían el mismo día en que se tomaron los clichés radiográficos, 15 minutos antes, en la Consulta del Servicio de Fisioterapia, comprobando previamente que nos encontrábamos a una temperatura entre 18º y 23º centígrados, con el sujeto de estudio solo vestido con la ropa interior, sin cadenas ni relojes. El investigador, medía:

- Talla. Una vez posicionado el paciente, el investigador bajaba el tope del tallímetro hasta su contacto con el vertex del sujeto, anotaba el resultado observado expresándolo en centímetros.
- Tras conocer la talla, y según las instrucciones dadas por el fabricante, se hacía subir al paciente al monitor de grasa corporal, y se recogían peso en kilogramos y % de masa grasa.

Fueron recogidas en sus correspondientes Hojas de Registro (Apéndice II. Hojas de recogida de datos del estudio).

---

## **Procedimiento general de obtención de datos**

---

En primer lugar en la consulta se realizaba el proceso de captación y revisión de cumplimiento de requisitos previos, siguiendo el protocolo especificado en la Tabla 1, para cada uno de los pacientes.

**TABLA 1. Protocolo de actuación en la captación del sujeto de estudio.**

CAPTACIÓN	Hecho
1. ELECCIÓN ALEATORIA DEL PACIENTE OBJETO DE ESTUDIO.	
2. COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE TODOS LOS CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y NO CUMPLIMIENTO DE NINGUNO DE LOS DE EXCLUSIÓN.	
3. PROPOSICIÓN Y EXPLICACIÓN DE LO QUE SE LE VA A HACER, FORMA DEL ESTUDIO.	
4. SI ACEPTA, FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO.	
5. UNA VEZ FIRMADO, REVISIÓN DE SU HISTORIA CLÍNICA PARA ANOTAR LAS PATOLOGÍAS MÉDICAS DIAGNOSTICADAS POR UN FACULTATIVO, CIRUGÍAS Y/O ANTECEDENTES PERSONALES.	
6. APRENDIZAJE DE LA EXPULSIÓN TOTAL DE AIRE Y COORDINACIÓN CON EL CIERRE DE OJOS.	
7. CITACIÓN PARA EL DÍA Y LA HORA QUE LE CORRESPONDA	

Una vez decidida la inclusión del sujeto en el estudio, se citaba al paciente en función de las posibilidades de calendario, aunque siempre en un horario comprendido entre las 12:30 y las 13:30 del mediodía. El día de la cita, se recogían las variables cuantitativas tanto dependientes como independientes, y se realizaba el estudio sobre cada uno de los sujetos, siguiendo el protocolo de actuación recogido en la Tabla 2, y marcando en cada momento, cada una de las acciones que se iban llevando a cabo. En ningún caso, y hasta que no se terminaron todas y cada una de las tomas del estudio, recibieron información sobre los objetivos de éste.

**TABLA 2. Protocolo de actuación en la toma de datos de las variables a estudio.**

TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES	Hecho
1. EL MISMO DIA DE LA CITA PARA LA TOMA DE DATOS, Y 15 MIN ANTES DE ÉSTA, COMPROBACIÓN QUE LA TEMPERATURA DE LA CONSULTA ESTÉ ENTRE 18º Y 23º C. REALIZACIÓN DEL TALLADO, PESADO Y CÁLCULO DEL % MASA GRASA.	
2. RECUERDO Y ENSAYO DE CÓMO DEBE EXPULSAR EL AIRE Y CERRAR LOS OJOS.	
3. TRASLADO A LA SALA DE RAYOS SITUADA EN EL MISMO EDIFICIO Y EN LA MISMA PLANTA.	
4. COMPROBACIÓN QUE LA TEMPERATURA DE LA SALA RAYOS ESTA ENTRE 18º Y 23º C.	
5. PACIENTE ESPERA SENTADO 10 MINUTOS.	
6. ASIGNACIÓN DE NÚMERO ESTABLECIENDO LA CORRESPONDENCIA NOMBRE/NÚMERO EN LA HOJA DE CONTROL DE NOMBRES.	
7. MARCADO DEL PACIENTE EN EL PECHO CON ROTULADOR DE LA LINEA RECTA QUE UNE LOS BORDES INFERIORES DEL TERCER CARTILAGO COSTAL EN SU UNIÓN CON EL ESTERNÓN, Y SU PERPENDICULAR, PARA DIRIGIR EL RAYO, TANTO PARA LA PRIMERA PLACA COMO PARA LA SEGUNDA.	
8. MARCADO DE LOS LUGARES DE MEDIDA DE RECORRIDO RESPIRATORIO, QUE SERÁN BORDE INFERIOR DEL APÉNDICE XIFOIDES Y BORDE INFERIOR DE LA APÓFISIS ESPINOSA DE LA DÉCIMA VÉRTEBRA DORSAL.. MEDIDA PERÍMETROS DE ANTES EN INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN FORZADAS.	
9. COLOCACIÓN DEL CHASIS EN LA POSICION ESTANDARIZADA..	
10. COLOCACIÓN DEL CANON A 90º DE INCLINACIÓN.	
11. COLOCACIÓN DEL SUJETO EN SU SITIO PARA LA REALIZACION DE LA PLACA CON EL ENFOQUE DEL CAÑON EN CORRECTA POSICIÓN Y LOS PIES POR DELANTE Y A CADA LADO DE LAS MARCAS.	
12. COLOCACION DE TOPES CON VENTOSAS Y AJUSTE DE LA CINTA ADHESIVA EN SUELO COMO REFERENCIA PARA LOS PIES.	
13. CÁLCULO Y FIJADO DE LOS PARÁMETROS DE LA PLACA, EN LA CONSOLA.	
14. REALIZACIÓN DE LA RADIOGRAFÍA CON LUZ TENUE PARA VER QUE CIERRA LOS OJOS Y QUE EL RAYO APUNTA AL LUGAR MARCADO.	
15. LANZAMIENTO DE DADO PARA VER GRUPO, ASIGNACIÓN DEL GRUPO CORRESPONDIENTE DE INTERVENCIÓN O GRUPO CONTROL, MARCANDO CON UNA "C" SI ES DEL GRUPO CONTROL, O CON UNA "I", SI ES DEL GRUPO INTERVENCIÓN.	
16. COLOCACIÓN DEL SUJETO EN DECUBITO SUPINO EN LA MESA.	
17. REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA O DE LAS 10 RESPIRACIONES SEGÚN SEA DE GRUPO EXPERIMENTAL O CONTROL RESPECTIVAMENTE.	
18. REALIZACIÓN DE LA SEGUNDA RADIOGRAFIA POSICIONADO SEGÚN LAS MISMAS REFERENCIAS Y DOSIS.	
19. MEDICIÓN DE LOS SEGUNDOS PERÍMETROS TORÁCICOS.	
20. REVELADO Y MARCADO DE LAS PLACAS CON EL NÚMERO DE IDENTIFICACION.	

Todas las mediciones fueron anotadas en su correspondiente hoja de recogida de datos, invariable para todos los pacientes, diseñada con el propósito de reducir la probabilidad de errores o heterogeneidad en la recogida de datos (Apéndice II. Hojas de recogida de datos del estudio).

---

## **Análisis estadístico**

---

Inicialmente, se realizó un análisis de concordancia interobservador con el fin de estimar la precisión de nuestras medidas y controlar la validez de nuestro proceso de obtención de la variable DDP, y un análisis de concordancia intraobservador para la variable DPER, las dos a través del cálculo del Coeficiente de Correlación Intraclase -CCI- (Índice de abreviaturas).

Por otro lado a las variables cuantitativas, se les efectuó la Prueba de bondad de ajuste a la distribución normal de Kolmogorov-Smirnov.

Las variables cuantitativas con distribución normal, fueron comparadas mediante la prueba T de Student para muestras independientes. Las que no, fueron comparadas mediante la prueba U de Mann Whitney.

Dado que en el análisis multivariante entre las variables dependientes e independientes (con nivel muy elevado de sensibilidad para la detección de asociaciones entre variables) se encontró asociación estadística entre algunas de las variables estudiadas, se incluyó en el estudio el resultado del análisis de los casos significativos, eliminando los no significativos.

Las variables cualitativas fueron comparadas mediante el estadístico Chi -cuadrado.

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

## **Niveles de significación**

Se estableció como nivel de significación estadística  $\alpha=5\%$ , valor que se considera adecuado en nuestra investigación.

---

## **Manejo de los datos**

---

Los datos observados fueron traspasados a una hoja de cálculo, y guardados como archivo “.xls”, (Microsoft Excel XP), codificando numéricamente las variables cualitativas (Apéndice I: Tablas de datos experimentales del estudio). A continuación se realizaron las transformaciones de variables, mediante fórmulas de cálculo con objeto de facilitar el análisis estadístico.

La tabla de datos fue exportada a un programa estadístico (SPSS Windows 14.0) para proceder a su análisis.

# Resultados

---

## Análisis de concordancia

---

Una vez obtenidos los datos por parte de los dos examinadores realizamos a partir de éstos, un análisis de concordancia interobservador (DP y DDP) e intraobservador (PER y DPER), para lo cual calculamos el Coeficiente de Correlación Intraclass -CCI-, para variables numéricas según L. Prieto **114**, y según modelo de efectos fijos para las variables DP y DDP recogidas por los dos examinadores no ponderados y sin elección aleatoria de entre una población de examinadores, y para las variables PER y DPER recogidas por una única examinadora en tres tomas diferentes. Los resultados, que mostramos en la TABLA 3, nos indican una fuerza en la concordancia, catalogada de buena según Fleiss **115**, al estar los valores entre 0,71 y 0,90 para las variables DP y DDP, y de muy buena según el mismo autor para las variables PER y DPER, por tener valores por encima de 0,90.

**TABLA 3. Coeficientes de Correlación Intraclass para las variables, DP, DDP, PER y DPER.**

ESTADÍSTICO	DP	DDP	PER	DPER
CCI para medidas individuales	0,885	0,885	0,953	0,953

---

## Características iniciales de los grupos

---

### Descriptiva

Los grupos de tratamiento y control (no manipulación) son comparables en cuanto a las variables descriptivas siguientes: edad, talla, peso, IMC, % masa grasa, DP inicial, PER previo tanto en inspiración máxima como en espiración máxima, así como su diferencia y sexo.

El grupo intervención está formado por 33 individuos, con un rango de edad entre los 22 y los 69 años y una media de  $44,7 \pm 13,2$  años de los cuales 17 son hombres, y 16 son mujeres. El grupo control por 32 sujetos, con una edad comprendida entre 33 y 65, con una media de  $45,7 \pm 8,0$  años, 21 de ellos son hombres y 11 mujeres.

Inicialmente los dos grupos parten de una DP para el grupo intervención de  $6,76 \pm 2,35$  cm. en el hemidiafragma derecho y de  $8,10 \pm 2,28$  cm. en el izquierdo, y para el grupo control de  $5,14 \pm 2,74$  cm. en el derecho, y de  $7,23 \pm 2,28$  cm. en el izquierdo.

### Comparativa

Aplicamos en primer lugar la Prueba T para estas variables, una vez valorada y afirmada la normalidad de la distribución de éstas (TABLAS 4.1 y 6), para evaluar si las muestras de las que partimos son similares, a pesar de que la asignación a cada grupo ha sido aleatoria. Previamente realizamos el estudio de las varianzas con la prueba de Levene, fijando un nivel de significación del 20% debido a la alta sensibilidad de la prueba. (TABLA 4.2).

**TABLAS 4.1 y 4.2 Pruebas de Normalidad, de Levene y T para las características iniciales de ambos grupos. †**

TABLA 4.1 PRUEBA DE NORMALIDAD	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	df	Sig.
PER antes de la intervención en la espiración	0,086	32	0,200
PER antes de la intervención en la inspiración	0,099	32	0,200
Edad Grupo Intervención	0,126	32	0,200
Talla Grupo Intervención	0,080	32	0,200
Peso Grupo Intervención	0,081	32	0,200
IMC Grupo Intervención	0,080	32	0,200
Porcentaje de grasa Grupo Intervención	0,101	32	0,200
PER antes del control en la espiración	0,107	32	0,200
PER antes del control en la inspiración.	0,105	32	0,200
Edad del Grupo Control	0,111	32	0,200
Talla del Grupo Control	0,105	32	0,200
Peso del Grupo Control	0,073	32	0,200
IMC Grupo Control	0,093	32	0,200
Porcentaje de grasa del Grupo Control	0,069	32	0,200

TABLA 4.2.		PRUEBAS PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES							
COMPARACIÓN GRUPOS INTERVENCIÓN Y CONTROL		Prueba LEVENE para igualdad de varianzas		PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS					
		F	SIG.	T	DF	SIG. Bilateral	Diferencia de medias	Error estándar de la diferencia	
DP antes Derecho	*	1,167	0,284	2,544	63	0,013	1,61293	0,63367	
DP antes Izquierdo	*	0,063	0,803	1,540	63	0,129	0,87244	0,56662	
Perímetro antes en la espiración	*	0,439	0,510	-1,461	63	0,149	-4,0434	2,7682	
Perímetro antes en la inspiración	*	0,389	0,535	-1,487	63	0,142	-3,8340	2,5776	
Edad	**			-0,389	53,068	0,698	-1,053	2,704	
Talla	*	1,033	0,313	-0,271	63	0,787	-0,6809	2,5149	
Peso	*	0,117	0,733	-1,216	63	0,228	-4,3559	3,5815	
Índice de Masa Corporal	*	0,530	0,469	-1,580	63	0,119	-1,360420	0,8608061	
Porcentaje de grasa	*	1,526	0,221	-0,067	63	0,947	0,0968	1,4512	
DPER inspiratorio espiratorios Antes	*	0,880	0,352	0,190	63	0,850	0,2094	1,1022	

† \*Igualdad de varianzas asumida. \*\* Igualdad de varianzas no asumida.

En todos los casos excepto en un uno, no hay evidencias estadísticamente significativas como para decir que los grupos intervención y control son inicialmente diferentes. La excepción es la DP antes del estudio en el hemidiafragma derecho, con una significación bilateral del 0.013, que nos indica, que el hemidiafragma derecho del grupo intervención estaba inicialmente más descendido que el del grupo control.

---

## **Descripción del seguimiento y pérdidas de casos**

---

Ha habido durante el estudio dos pérdidas de casos ocasionadas porque los sujetos de estudio, realizaron justo en el momento del disparo una inspiración ocasionada por sensación subjetiva de falta de aire. Para evitar radiar más de dos veces, e intuyendo que la mala ejecución de la espiración se iba a repetir, se optó por desechar los sujetos.

Ninguno de los sujetos presento en el momento del estudio dolor o voluntad de abandonarlo.

## Estudio de la variable principal

### Descriptiva

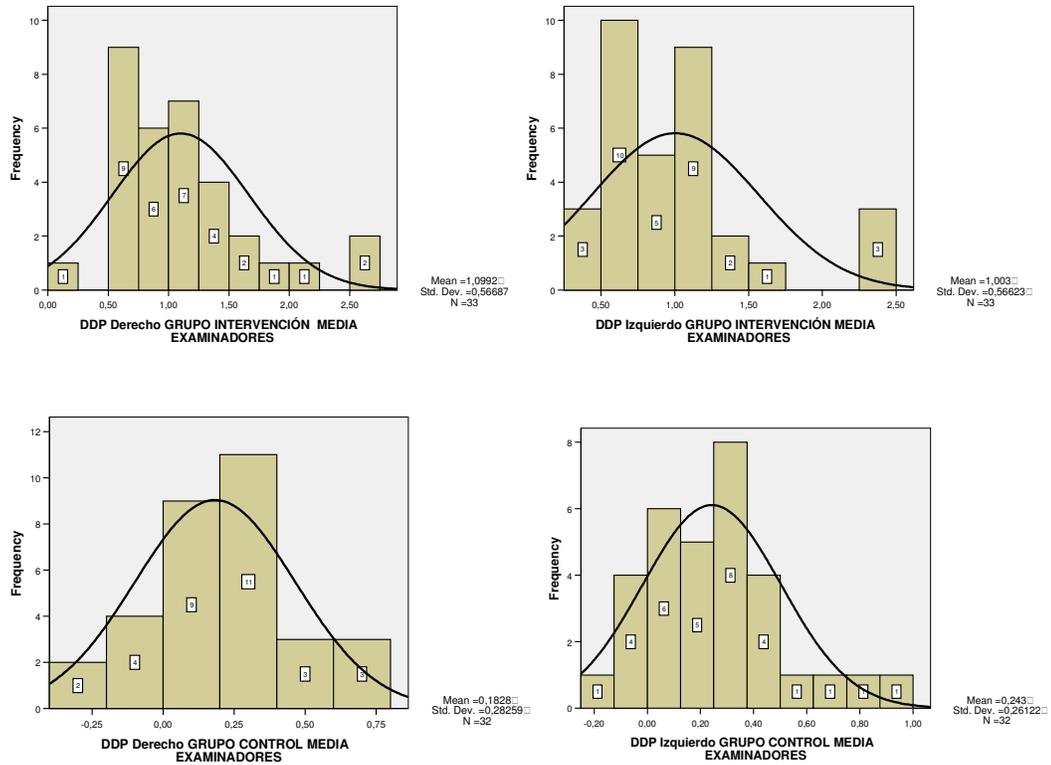
Las DDP tuvieron de media en el grupo intervención  $1,09 \pm 0,56$  cm. en el hemidiafragma derecho, con valores comprendidos en un rango entre + 0, 20 y +2,68 cm., y  $1,00 \pm 0,57$  cm. con un rango comprendido entre +0, 25 y +2,50 cm. en el izquierdo. Por otro lado el grupo control tuvo de media de las DDP  $0,18 \pm 0,28$  cm. en el derecho, con valores entre -0,35 y +0,80 cm., y de  $0,24 \pm 0,26$  cm. en el izquierdo, con valores entre -0,25 y + 0,95 cm. (TABLA 5).

**TABLA 5. Estadísticos descriptivos para las variables DP y DDP.**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Típica
DDP Intervención Derecho	33	2,48	,20	2,68	1,0992	,56687
DDP Control Derecho	32	1,15	-,35	,80	,1828	,28259
DDP Intervención Izquierdo	33	2,25	,25	2,50	1,0030	,56623
DDP Control Izquierdo	32	1,20	-,25	,95	,2430	,26122
DP antes de la intervención Derecho	33	10,78	,55	11,33	6,7614	2,35783
DP después de la intervención Derecho	33	11,20	-,80	10,40	5,6621	2,33113
DP antes del control Derecho	32	9,55	1,05	10,60	5,1484	2,74198
DP después del control Derecho	32	10,05	,55	10,60	4,9656	2,77058
DP antes de la intervención Izquierdo	33	11,90	2,20	14,10	8,1068	2,28395
DP después de la intervención Izquierdo	33	10,05	1,55	11,60	7,1038	2,17064
DP antes del control Izquierdo	32	8,90	2,50	11,40	7,2344	2,28374
DP después del control Izquierdo	32	8,75	2,35	11,10	6,9914	2,31469

Sus correspondientes histogramas y diagramas de cajas están representados en las Gráficas 1 y 2 respectivamente.

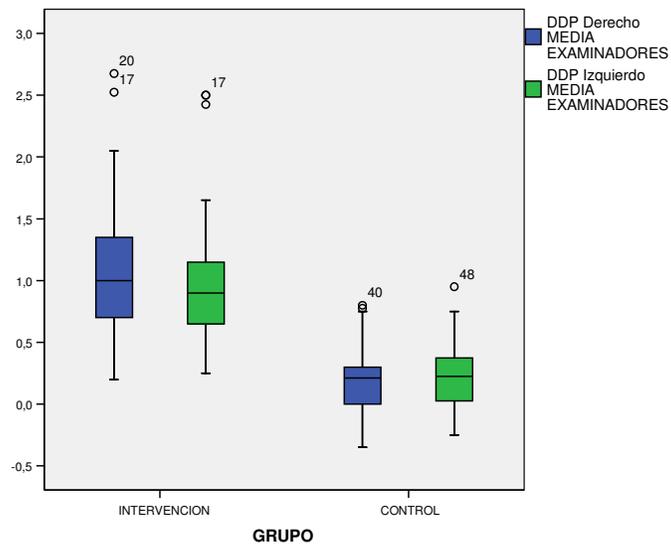
**GRÁFICA 1. Histogramas para las distribuciones de todas las DDP.**



En los diagramas de cajas vemos sólo cinco observaciones anómalas descartadas fuera de la caja, de las cuales solo dos poseen esas condiciones de anomalía en los dos hemidiafragmas y tres de los cinco pertenecen al grupo intervención. Los recorridos intercuartílicos son similares excepto en

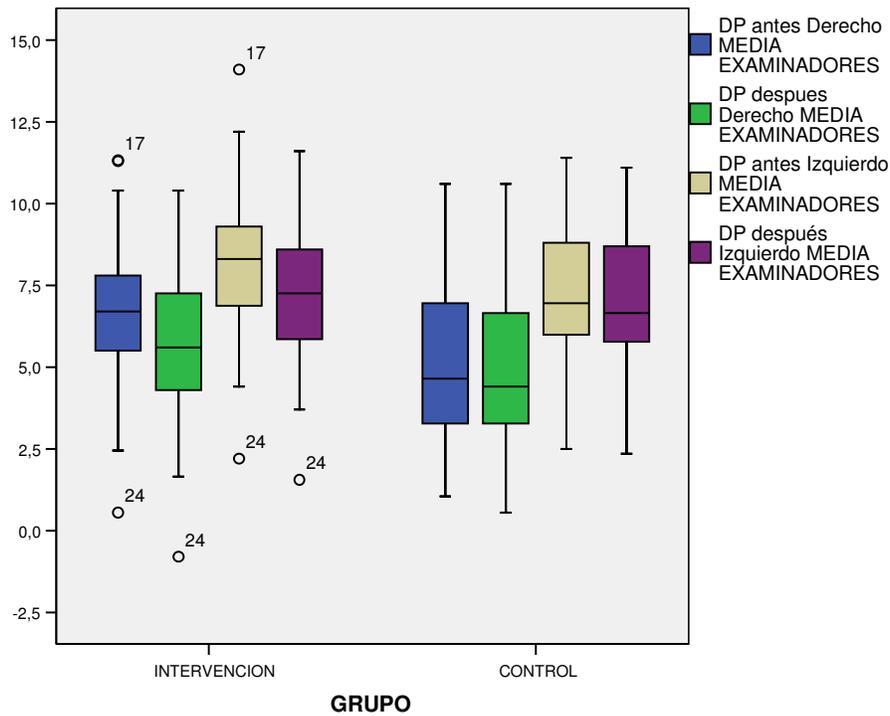
DDP derecho grupo control que agrupa más los datos, sobre todo en los valores por encima de la mediana.

**GRÁFICA 2. Diagramas de cajas para las distribuciones de todas las DDP.**



Estos datos de DDP han salido de unos valores de DP, que gráficamente tienen unos diagramas de cajas como los que muestra la Gráfica3.

**GRÁFICA 3. Diagramas de cajas para las distribuciones de todas las DP.**



## Comparativa

Para valorar si las variables principales objeto del estudio son, con certeza estadística, diferentes por causas no imputables al azar, sometemos a las DDP a las correspondientes pruebas estadísticas. Evaluamos en primer lugar, y como requisito de las pruebas estadísticas que vamos a realizar, las condiciones de normalidad de las variables dependientes objeto principal del estudio, encontrando en todas excepto en una –DDP Intervención Izquierdo- significación estadística suficiente como para rechazarla (TABLA 6).

**TABLA 6. Pruebas de normalidad para las variables dependientes principales del estudio.**

PRUEBA DE NORMALIDAD	Kolmogorov-Smirnov		
	ESTADIST.	DF	Sig.
DDP Intervención derecho	,149	33	,062
DDP Control Derecho	,152	32	,059
DDP Intervención Izquierdo	,199	33	,002
DDP Control Izquierdo	,118	32	,200
DP antes de la intervención Derecho	,087	33	,200
DP después de la intervención Derecho	,073	33	,200
DP antes del control Derecho	,115	32	,200
DP después del control Derecho	,154	32	,052
DP antes de la intervención Izquierdo	,097	33	,200
DP después de la intervención Izquierdo	,070	33	,200
DP antes del control Izquierdo	,096	32	,200
DP después del control Izquierdo	,084	32	,200

De todas éstas, solo la “DDP Intervención Izquierdo”, presenta un estadístico con una significación bilateral no compatible con una distribución normal, por lo tanto para la comparación de esta variable con la “DDP Control Izquierdo”, utilizamos la Prueba Estadística U de Mann-Whitney. Para la comparación de las variables DDP de los grupos intervención y control, en el hemidiafragma derecho utilizamos la prueba T Student (TABLAS 7 y 8).

En ambas pruebas, se encuentran resultados estadísticamente significativos de que ambos grupos son diferentes por causas diferentes al azar ( $p < 0,001$ ).

**TABLA 7. Prueba T de Student para el hemidiafragma derecho<sup>‡</sup>.**

	Prueba de Levene para estudio varianzas	PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS								
		F	SIG.	T	DF	SIG. BILATERAL	DIFERENCIA DE MEDIAS	ERROR TIPICO DE LA DIFERENCIA	INTERVALO 95% DE LA VERDADERA DIFERENCIA	
									BAJO	ALTO
DDP INTERVENCIÓN DERECHO/CONTROL DERECHO	**	8,010	0,06	8,208	63	0,000	0,91643	0,11165	0,69332	1,13954

**TABLA 8. Prueba U de Mann-Whitney para el hemidiafragma izquierdo.**

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS	DDP INTERVENCIÓN IZQUIERDO / CONTROL IZQUIERDO
Mann-Whitney U	69,000
Wilcoxon W	597,000
Z	-6,027
Significación asintótica bilateral	0,000

Si comparamos ahora las variables DP antes y después del estiramiento o del control (TABLA 9), valorando así el comportamiento de un hemidiafragma en el mismo individuo, lo hacemos mediante la prueba T para muestras pareadas (TABLA 10), aceptadas también evidencias estadísticamente significativas de que las variables a estudio siguen una distribución normal como vimos anteriormente. Tanto para un grupo como para el otro, hay evidencias altamente significativas  $-p < 0,001$  de que los valores de después del estiramiento o del control son diferentes a los de antes, por motivos diferentes al azar.

<sup>‡</sup> \*\* Igualdad de Varianzas no asumidas.

**TABLA 9. Estadísticos obtenidos en la comparación entre las DP antes y después en cada hemidiafragma y en cada grupo.**

	D I F E R E N C I A S			P A R E A D A S	
	MEDIAS	DESVIACIÓN TÍPICA	ERROR TÍPICO DE LA MEDIA	95% INTERVALO DE CONFIANZA DE LA DIFERENCIA	
				B A J O	A L T O
DP antes de la intervención Derecho - DP después de la intervención Derecho	1,09924	0,56687	0,09868	0,89824	1,30025
DP antes del control Derecho - DP después del control Derecho	0,18281	0,28259	0,04996	0,08093	0,28470
DP antes de la intervención Izquierdo - DP después de la intervención Izquierdo	1,00303	0,56623	0,09857	0,80225	1,20381
DP antes del control Izquierdo - DP después del control Izquierdo	0,24297	0,26122	0,04618	0,14879	0,33715

**TABLA 10. Prueba T para distribución de las DP en un mismo individuo.**

PRUEBA T PARA MUESTRAS RELACIONADAS	T	DF	SIG (2)
DP antes de la intervención Derecho - DP después de la intervención Derecho	11,139	32	,000
DP antes del control Derecho - DP después del control Derecho	3,660	31	,001
DP antes de la intervención Izquierdo - DP después de la intervención Izquierdo	10,176	32	,000
DP antes del control Izquierdo - DP después del control Izquierdo	5,262	31	,000

Estudiamos también los estadísticos necesarios para evaluar si está relacionado el comportamiento de un hemidiafragma con el del otro lado del mismo sujeto. La prueba que utilizamos es el coeficiente de correlación de Pearson. Con una altísima significación estadística, vemos una relación intensa entre la elevación que conseguimos en un hemidiafragma con respecto a la que conseguimos en el otro, en el mismo grupo- intervención o control-(TABLA 11), y con independencia de éste. Como observamos en la misma tabla, partimos de una relación intensa también entre las

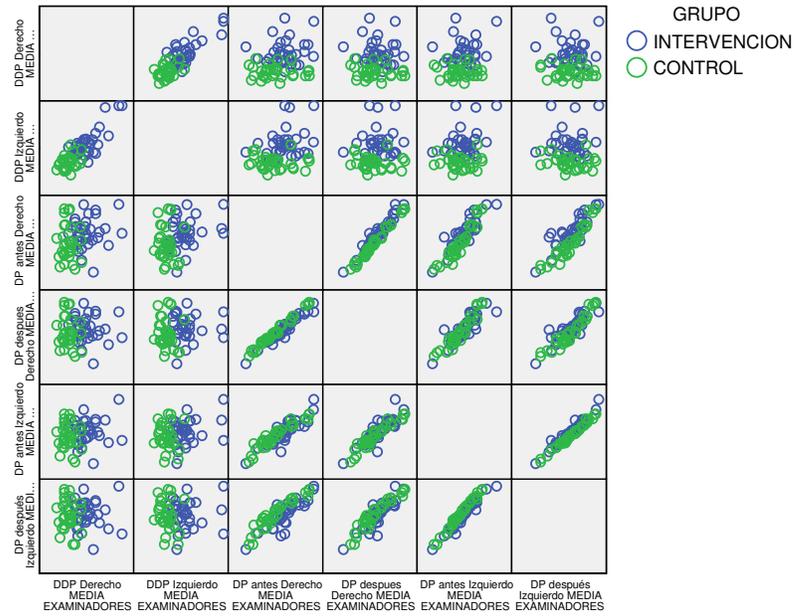
elevaciones que presentan antes del estudio tanto en un lado como en otro. Su representación la observamos en la GRÁFICA 4.

**TABLA 11. Correlaciones entre las DDP.**

		DDP Derecho	DDP Izquierdo	DP antes Derecho	DP antes Izquierdo	DP después Izquierdo
DDP Derecho	Pearson	1	0,836	0,274	0,182	
	Sig. bilateral	.	0,000	0,027	0,147	
	N	65	65	65	65	
DDP Izquierdo	Pearson	0,836	1	0,304	0,265	
	Sig. bilateral	0,000	.	0,014	0,033	
	N	65	65	65	65	
DP antes Derecho	Pearson	0,274	0,304	1	0,912	
	Sig. bilateral	0,027	0,014	.	0,000	
	N	65	65	65	65	
DP después Derecho	Pearson			0,970		
	Sig. Bil.			0,000		
	N			65		
DP antes Izquierdo	Pearson	0,182	0,263	0,912	1	0,968
	Sig. bilateral	0,147	0,034	0,000	.	0,000
	N	65	65	65	65	65

Si desglosamos por grupos intervención o control, podemos observar relaciones intensas en el grupo estiramiento, de la elevación que se consigue en un lado con respecto a otro, o de la altura a la que llega, también en los dos lados (TABLAS 12.1 y 12.2).

**GRÁFICA 4. Diagramas de dispersión. Representaciones gráficas de las correlaciones observadas en la Tabla 9.**



**TABLAS 12.1 y 12.2. Correlaciones desglosadas por grupo y lado.**

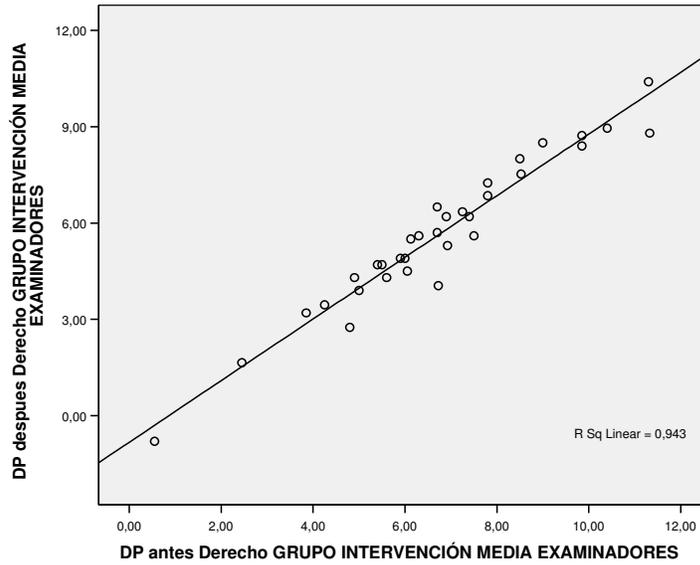
TABLA 12.1. GRUPO INTERVENCIÓN		DDP Intervención Izquierdo	DP antes de la intervención Derecho	DP después de la intervención Izquierdo	DP antes de la intervención Izquierdo
DDP intervención derecho	Pear.	0,766			
	Sig. (2)	0,000			
DP después de la intervención. Derecho	Pear		0,971	0,870	
	Sig. (2)		0,000	0,000	
DP antes de la intervención Izquierdo	Pear		0,880	0,969	0,969
	Sig. (2)		0,000	0,000	0,000

<b>TABLA 12.2. GRUPO CONTROL</b>		DDP derecho grupo control	DP antes del control Derecho	DP después del control Derecho	DP antes del control Izquierdo	DP después del control Izquierdo
DDP izquierdo grupo control	Pear.	0,374				
	Sig. (2)	0,035				
DP después del control Derecho	Pear		0,995	1	0,948	0,949
	Sig. (2)		0,000	.	0,000	0,000
DP antes del control Izquierdo	Pear		0,949	0,948	1	0,994
	Sig. (2)		0,000	0,000	.	0,000
DP después control Izquierdo	Pear		0,046			1
	Sig. (2)		0,000			.

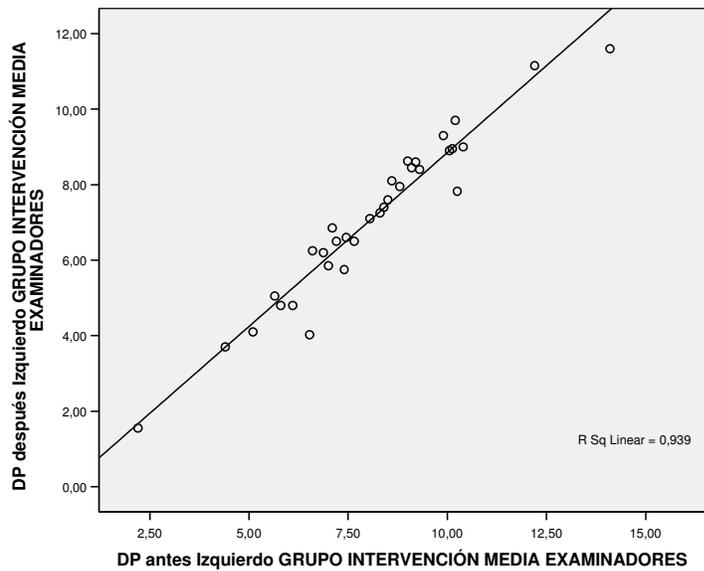
También se observan relaciones entre las DP de un lado con respecto al otro antes del control o de la intervención (TABLA 12.1 y 12.2).

Consideramos de mucha utilidad, saber si en función de la altura a la que estuviera el diafragma antes de estirar sus fibras, podríamos predecir el comportamiento ante esta acción. Confeccionamos para ello los diagramas de dispersión trazando las rectas de mínimos cuadrados correspondientes a los puntos (GRÁFICAS 5 y 6), tomando como variable independiente la DP de antes, y como variable dependiente la DP de después. Para los dos lados encontramos un  $R^2$  muy alto, del 0,94, lo que significa que el valor de DP al que se llega, se ajustaría en un 94% a la ecuación de regresión de la muestra.

**GRÁFICA 5. Diagrama de dispersión grupo intervención lado derecho.**



**GRÁFICA 6. Diagrama de dispersión grupo intervención lado izquierdo.**



## Estudio de la variable secundaria

### Descriptiva

Pasamos ahora a estudiar la variable dependiente secundaria –DPER-, tanto en inspiración como en espiración, entre el antes y el después del control o de la intervención, a partir de los perímetros torácicos medidos en dichas fases. Su descriptiva aparece en la TABLA 13.

**TABLA 13. Descriptiva de los perímetros torácicos y de las DPER.**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
PER antes en la espiración de la intervención	33	69,3	112,5	90,088	11,5654
PER después en la espiración de la intervención	33	69,3	113,0	89,809	11,9486
PER antes en la inspiración de la intervención	33	79,0	112,0	94,488	10,4454
PER después en la inspiración de la intervención	33	77,0	114,5	94,464	11,0587
PER antes en la espiración del control	32	71,5	115,0	94,131	10,7207
PER después en la espiración del control	32	72,5	115,0	94,334	10,7057
PER antes en la inspiración del control	32	76,5	116,5	98,322	10,3311
PER después en la inspiración del control	32	78,1	116,5	98,456	10,3586
DPER espiratorios Grupo Intervención	33	-3,0	5,0	,279	1,2661
DPER inspiratorios Grupo Intervención	33	-6,7	4,0	-,024	1,6576
DPER espiratorios Grupo Control	32	-2,0	1,0	-,203	,6552
DPER inspiratorios Grupo Control	32	-3,0	2,5	,134	,8672

## Comparativa

Para comparar las medias, hemos de comprobar en un primer lugar las condiciones de normalidad a través de la prueba kolmogorov-Smirnov, observando que ninguna de las DPER son compatibles con una muestra normal (TABLA 14), por lo que utilizaremos la U de Mann-Whitney, para su estudio.

**TABLA 14. Prueba de normalidad para las DPER.**

	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	df	Significación
DPER espiratorios Grupo Intervención	,215	32	,001
DPER inspiratorios Grupo Intervención	,264	32	,000
DPER espiratorios Grupo Control	,372	32	,000
DPER inspiratorios Grupo Control	,313	32	,000

Los resultados nos indican que no existen indicios estadísticamente significativos de que las muestras sean diferentes por causas diferentes al azar.

**TABLA 15. Prueba U de Mann-Whitney para las DPER.**

	DPER espiratorios	DPER inspiratorios
Mann-Whitney U	408,500	481,500
Wilcoxon W	936,500	1042,500
Z	-1,684	-,665
Asymp. Sig. (2-tailed)	,092	,506

---

## Análisis multivariante

---

### Variables numéricas

#### Descriptiva

No queremos desaprovechar la posibilidad de estudiar las variables independientes que recogimos, en relación a nuestras variables principales de estudio. En la TABLA 16 vemos su descriptiva.

#### Comparativa

Para su comparativa, utilizamos el índice de Correlación de Pearson, y lo calculamos para las DDP y DP con respecto a todo el resto de variables, tanto dependientes como independientes, encontrando según esta prueba estadística, una asociación significativa entre algunas de las variables estudiadas. Incluimos en tablas, los resultados del análisis multivariante de estos casos significativos -  $p < 0,05$ -, eliminando ó dejando la casilla vacía, por razones de extensión debido al elevado número de variables, en los casos no significativos, y/o en los que carecen de relación lógica por ser de grupos no relacionables. Recogemos los datos de forma matricial.

**TABLA 16. Descriptiva de los estadísticos de las variables independientes de estudio.**

Variables	IN	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviac. Típica
Edad del Grupo Intervención	33	47	22	69	44,70	13,218
Edad del Grupo Control	32	32	33	65	45,75	8,032
Talla del Grupo Intervención	33	43,5	141,5	185,0	164,288	9,6453
Talla del Grupo Control	32	40,5	144,5	185,0	164,969	10,6202
Peso del Grupo Intervención	33	59,2	44,6	103,8	71,288	13,7571
Peso del Grupo Control	32	66,2	43,7	109,9	75,644	15,1041
Índice de Masa Corporal del Grupo Intervención	33	14,70954	20,17389	34,88343	26,2179196	3,21463379
Índice de Masa Corporal del Grupo Control	32	15,16279	20,92887	36,09166	27,5783401	3,71449797
Porcentaje de grasa del Grupo Intervención	33	20,4	19,3	39,7	29,397	5,0179
Porcentaje de grasa del Grupo Control	32	27,1	13,0	40,1	29,494	6,5983
DPER inspiratorio espiratorios Antes de la Intervención	33	33,1	-2,0	31,1	4,400	5,4695
DPER inspiratorio espiratorios Antes del Control	32	18,0	-7,0	11,0	4,191	3,0385

En primer lugar hacemos un primer grupo de estudio de las DP y DDP, en relación a los perímetros torácicos medidos, encontrando relaciones medias y variadas en el grupo control (TABLA 18), mientras que en el grupo intervención las relaciones son escasas y bajas (TABLA 17). En todos estos casos, las relaciones son inversas.

**TABLA 17. Índices de Correlación de Pearson entre DP y perímetros, grupo intervención.**

		DP después de la intervención izquierdo
PER antes en la espiración de la intervención	Correlación Pearson.	-0,350
	Significación bilateral	0,046
PER después en la espiración de la intervención	Correlación Pearson.	-0,360
	Significación bilateral	0,040

**TABLA 18. Índices de Correlación de Pearson entre DP y perímetros, grupo control.**

		DP antes del Derecho	DP después del control Derecho	DP antes del control Izquierdo	DP después del control Izquierdo
PER después en la espiración del control	Pear	-0,510	-0,532	-0,484	-0,497
	Sig. (2)	0,003	0,002	0,005	0,004
PER antes en la inspiración del control	Pear	-0,471	-0,498	-0,441	-0,453
	Sig. (2)	0,007	0,004	0,012	0,009
PER después en la inspiración del control	Pear	-0,484	-0,513	-0,460	-0,472
	Sig. (2)	0,005	0,003	0,008	0,006
PER antes en la espiración del control	Pear	-0,505	-0,527	-0,477	-0,490
	Sig. (2)	0,003	0,002	0,006	0,004

En segundo lugar, evaluamos las relaciones de las DDP y DP con respecto al resto de características antropométricas independientes, a la edad y al sexo (TABLA 19). Analizando la edad, solo en el grupo intervención salieron relaciones directas de poca importancia, con la posición del diafragma. Con el peso y el IMC, fueron relaciones inversas –excepto en la DDP control para la IMC– y medias con respecto a los dos grupos. Y solo el % de masa grasa se relaciono con nuestras variables en el grupo control.

**TABLA 19. Índices de Correlación de Pearson entre DDP y DP, y edad, peso, IMC, y % de masa grasa.**

		DD P Control Derecho	DP Control Izquierdo	DP antes de la intervención Derecho	DP después de la intervención Derecho	DP antes del control Derecho	DP después del control Derecho	DP antes de la intervención Izquierdo	P después de la intervención Izquierdo	D P antes del control Izquierdo	DP después del control Izquierdo
Edad del Grupo Interven.	Pear			0,447	0,371			0,377	0,345		
	Sig. (2)			0,009	0,034			0,031	0,049		
Peso del Grupo Interven.	Pear				-0,403			-0,442	-0,490	-0,393	-0,403
	Sig. (2)				0,020			0,010	0,004	0,26	0,22
Peso del Grupo Control	Pear					-0,425	-0,449			-0,393	-0,404
	Sig. (2)					0,015	0,010			0,026	0,022
ÍMC del Grupo Interven.	Pear			-0,479	-0,547			-0,496	-0,547		
	Sig. (2)			0,005	0,001			0,003	0,001		
ÍMC del Grupo Control	Pear	0,452	0,359			-0,457	-0,498			-0,422	-0,457
	Sig. (2)	0,009	0,044			0,009	0,004			0,016	0,008
% grasa del Grupo Control	Pear	0,402				-0,433	-0,470			-0,379	-0,407
	Sig. (2)	0,023				0,013	0,007			0,032	0,021

Como no hemos encontrado relaciones altamente concluyentes, de alguna de nuestras variables independientes con respecto a los resultados obtenidos en nuestra variable dependiente, intentamos realizar un estudio del conjunto de esas variables, previas a la intervención o al control, para ver en que grado el conjunto de ellas influyeron en las DDP. Para ello utilizamos el  $R^2$  como estadístico de cambio.

Los valores de  $R^2$  obtenidos, explican por un lado que, de las DDP conseguidas tras el estiramiento en el lado derecho, solo podemos decir que el 25,3% de este cambio, se puede explicar por el cambio de estas variables (TABLA 20). Por otro lado, que de las DDP conseguidas tras el estiramiento en el lado izquierdo, solo podemos decir que el 25,6% de este cambio, se puede explicar por el cambio de estas variables (TABLA 21).

**TABLA 20.  $R^2$  para la DDP del grupo intervención lado derecho<sup>§</sup>.**

ESTADISTICOS DE CAMBIO PARA DDP INTERVENCION DERECHA				
$R^2$	F Change	df1	df2	Sig. F Change
,253	1,014	8	24	,452

<sup>§</sup> Variables Predictoras: (Constante), DPER inspiratorio espiratorios antes de la Intervención, PER antes en la espiración de la Intervención, DP antes de la Intervención Derecho, Porcentaje de grasa del Grupo Intervención, Talla del Grupo Intervención, Edad del Grupo Intervención, Índice de Masa Corporal del Grupo Intervención, Peso del Grupo Intervención.

**TABLA 21. R<sup>2</sup> para la DDP del grupo intervención lado izquierdo \*\* .**

ESTADISTICOS DE CAMBIO PARA DDP INTERVENCION IZQUIERDA				
R <sup>2</sup>	F Change	df1	df2	Sig. F Change
,256	1,030	8	24	,441

Si estudiamos ahora las R<sup>2</sup> para el grupo control, vemos una gran diferencia, para el lado derecho aumenta hasta casi el doble (TABLA 22), hasta un 43% del cambio que se produce, es debido a dichas variables, siendo éste el único que se aproxima a un dato estadísticamente significativo para nuestro estudio de  $p < 0,05$ , mientras que para el lado izquierdo continúan valores similares a los del grupo intervención (TABLA 23) .

**TABLA 22. R<sup>2</sup> para la DDP del grupo control lado derecho<sup>††</sup>.**

ESTADISTICOS DE CAMBIO PARA DDP CONTROL DERECHA				
R <sup>2</sup>	F Change	df1	df2	Sig. F Change
,430	2,168	8	23	,070

\*\* Variables Predictoras: (Constante), DPER inspiratorio espiratorios antes de la Intervención, PER antes en la espiración de la Intervención, DP antes de la Intervención Izquierdo, Porcentaje de grasa del Grupo Intervención, Edad del Grupo Intervención, Talla del Grupo Intervención, Índice de Masa Corporal del Grupo Intervención, Peso del Grupo Intervención.

†† Variables Predictoras: (Constante), DPER inspiratorio espiratorios antes del Control, PER antes en la espiración del Control. Edad del Grupo Control, DP antes del Control Derecho, Porcentaje de grasa del Grupo Control, Talla del Grupo Control, Índice de Masa Corporal del Grupo Control, Peso del Grupo Control.

**TABLA 23. R<sup>2</sup> para la DDP del grupo control lado izquierdo<sup>‡‡</sup>.**

ESTADISTICOS DE CAMBIO DDP CONTROL IZQUIERDA				
R <sup>2</sup>	F Change	df1	df2	Sig. F Change
,284	1,141	8	23	,75

## Variables nominales

### Descriptiva

Una vez que analizamos todas las variables numéricas, consideramos de utilidad, ya que teníamos acceso a las Historias Clínicas de los pacientes, comprobar si existía alguna relación entre las patologías médicas más relacionadas con el diafragma, y el valor de las DDP que se conseguía. Para simplificar el cálculo, redujimos el valor de las DDP a tres variables cualitativas; bajo, medio y alto, que corresponden cada uno al intervalo calculado en función de los percentiles que dividían los valores de cada grupo en tres, como se indica en las TABLAS 24 Y 25.

---

<sup>‡‡</sup> Variables Predictoras: (Constante), DPER inspiratorio espiratorios antes del Control, PER antes en la espiración del Control, Edad del Grupo Control, DP antes del Control Izquierdo, Porcentaje de grasa del Grupo Control, Talla del Grupo Control, Índice de Masa Corporal del Grupo Control, Peso del Grupo Control.

**TABLA 24. Percentiles correspondientes a la división de los valores de la muestra en tres grupos.**

PERCENTILES	INTERVENCION DERECHO	CONTROL DERECHO	INTERVENCIÓN IZQUIERDO	CONTROL IZQUIERDO
Percentil 33,33	0,8	0	0,6833	0,1
Percentil 66,66	1,1750	0,30	1,05	0,35

**TABLA 25. Valores que toman los intervalos de cada uno de los tres grupos en que hemos dividido las DDP.**

VARIABLES	INTERV. DERECHA	INTERV. IZQUIERDA	CONTROL DERECHO	CONTROL IZQUIERDO
BAJO	<0,8	<0,68	<0	<0,1
MEDIO	0,8-1,175	0,68-1,05	0-0,3	0,1-0,35
ALTO	>1,175	>1,05	>0,3	>0,35

Por otro lado agrupamos las patologías médicas más relacionadas con el diafragma, e hicimos 6 grupos:

- Cirugía abdominal ó de columna lumbar.
- Cirugía torácica ó de columna dorsal.
- Episodio de lumbalgia, lumbociática, ó patología ó dolor abdominal en el momento de la toma.
- Episodio de dorsalgia, dolor costal ó patología respiratoria en el momento de la toma.
- Dos ó más patologías de las anteriores en el momento de la toma.
- Ausencia de todas estas patologías.

Después de agruparlos, las distribuciones en tablas de contingencia para cada grupo son las que muestran las TABLAS 26, 27, 28 y 29. Donde vemos reflejado el recuento, y el porcentaje de cada resultado en cada grupo de patología.

**TABLA 26. Tabla de contingencia para DDP intervención derecha con respecto a las patologías Médicas.**

DDP INTERVENCIÓN DERECHA			ELEVACIÓN			Total	
			BAJO	MEDIO	ALTO		
PATOLOGÍA	CIRUGIA ABDOMINAL /LUMBAR	Nº	1	5	6	12	
		% PATOLOGÍA	8,3%	41,7%	50,0%	100,0%	
	EPISODIO LUMBALGIA	Nº	1	1	2	4	
		% PATOLOGÍA	25,0%	25,0%	50,0%	100,0%	
	EPISODIO DORSALGIA /DOLOR COSTAL	Nº	2	0	0	2	
		% PATOLOGÍA	100,0%	,0%	,0%	100,0%	
	DOS O MÁS PATOLOGÍAS	Nº	3	0	1	4	
		% PATOLOGÍA	75,0%	,0%	25,0%	100,0%	
	SIN PATOLOGIA	Nº	3	6	2	11	
		% PATOLOGÍA	27,3%	54,5%	18,2%	100,0%	
	Total		Nº	10	12	11	33
			% PATOLOGÍA	30,3%	36,4%	33,3%	100,0%

**TABLA 27. . Tabla de contingencia para DDP intervención izquierda con respecto a las patologías Médicas.**

DDP INTERVENCIÓN IZQUIERDA			ELEVACIÓN			Total	
			BAJO	MEDIO	ALTO		
PATOLOGÍA	CIRUGIA ABDOMINAL/LUMBAR	Nº	3	5	4	12	
		% PATOLOGÍA	25,0%	41,7%	33,3%	100,0%	
	LUMBALGIA	Nº	1	1	2	4	
		% PATOLOGÍA	25,0%	25,0%	50,0%	100,0%	
	DORSALGIA/DOLOR COSTAL	Nº	0	2	0	2	
		% PATOLOGÍA	,0%	100,0%	,0%	100,0%	
	DOS O MÁS PATOLOGÍAS	Nº	2	1	1	4	
		% PATOLOGÍA	50,0%	25,0%	25,0%	100,0%	
	SIN PATOLOGIA	Nº	3	4	4	11	
		% PATOLOGÍA	27,3%	36,4%	36,4%	100,0%	
	Total		Nº	9	13	11	33
			% PATOLOGÍA	27,3%	39,4%	33,3%	100,0%

**TABLA 28. Tabla de contingencia para DDP control derecho con respecto a las patologías Médicas.**

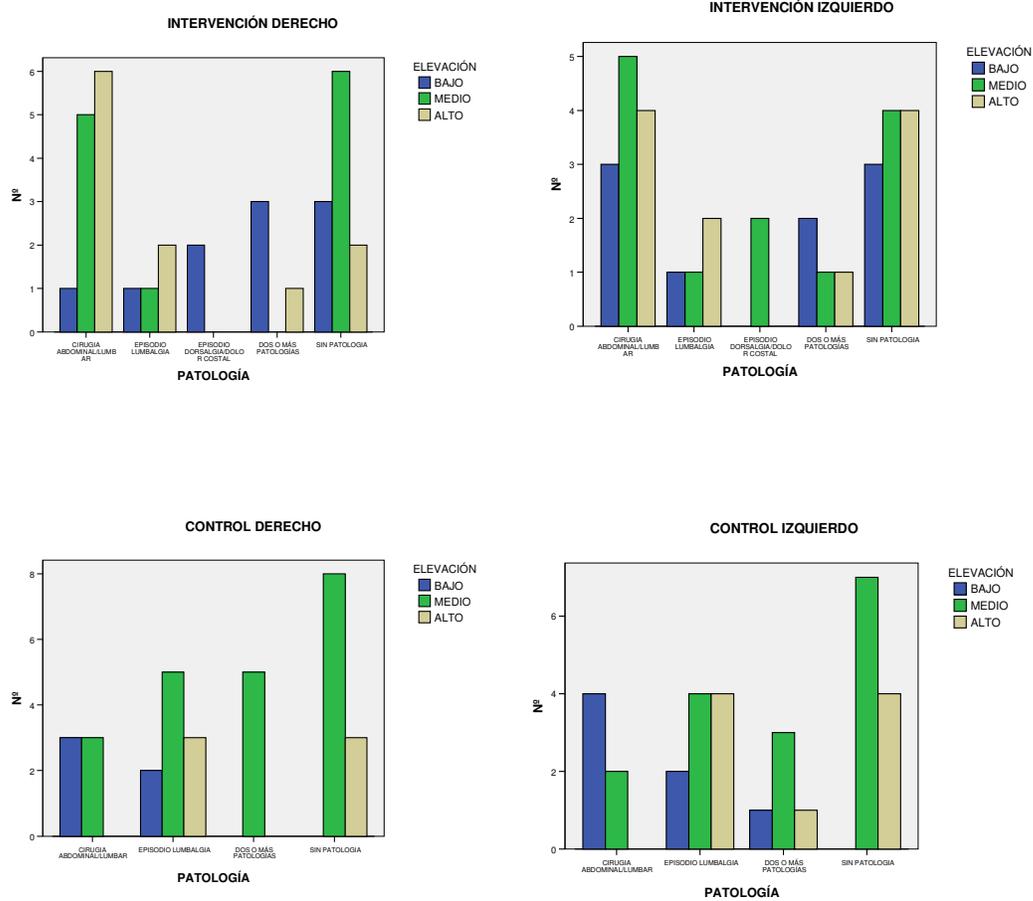
DDP CONTROL DERECHO			ELEVACIÓN GRUPO CONTROL DERECHO			Total	
			BAJO	MEDIO	ALTO		
PATOLOGÍA	CIRUGIA ABDOMINAL/LUMBAR	Nº	3	3	0	6	
		% PATOLOGÍA	50	50	0%	100,0%	
	EPISODIO LUMBALGIA	Nº	2	5	3	10	
		% PATOLOGÍA	20,0	50,0	30,0	100,0%	
	DOS O MAS PATOLOGÍAS	Nº	0	5	0	5	
		% PATOLOGÍA	0%	100,0%	0%	100,0%	
	SIN PATOLOGIA	Nº	0	8	3	11	
		% PATOLOGÍA	0,0%	72,7	27,3	100,0%	
	Total		Nº	5	21	6	32
			% PATOLOGÍA	15,6	65,6	18,8	100,0%

**TABLA 29. Tabla de contingencia para DDP control izquierdo con respecto a las patologías Médicas.**

DDP CONTROL IZQUIERDO			ELEVACIÓN GRUPO CONTROL IZQUIERDO			Total	
			BAJO	MEDIO	ALTO		
PATOLOGÍA	CIRUGIA ABDOMINAL/LUMBAR	Nº	4	2	0	6	
		% PATOLOGÍA	66,7%	33,3%	0%	100,0%	
	EPISODIO LUMBALGIA	Nº	2	4	4	10	
		% PATOLOGÍA	20,0%	40,0%	40,0%	100,0%	
	DOS O MAS PATOLOGÍAS	Nº	1	3	1	5	
		% PATOLOGÍA	20,0%	60,0%	20,0%	100,0%	
	SIN PATOLOGIA	Nº	0	7	4	11	
		% PATOLOGÍA	0%	63,6%	36,4%	100,0%	
	Total		Nº	7	16	9	32
			% PATOLOGÍA	21,9%	50,0%	28,1%	100,0%

La representación gráfica de cómo quedaban la distribuciones de las DDP altas, medias o bajas, en función de estas variables, esta reflejado en la gráfica 7.

**GRÁFICA 7. Representación gráfica de la distribución de los grupos de DDP<sup>§§</sup>.**



<sup>§§</sup> En función de las patologías médicas reflejadas en su Historia Clínica.

## Comparativa

Analizamos posteriormente, si existe relación entre estas variables de una misma tabla, mediante la prueba Chi- Cuadrado, no encontrando valores significativos en ninguno de los casos. (TABLA 30).

**TABLA 30. Resultado Prueba Chi- Cuadrado para las variables cualitativas.**

INTERV DERECHA	Valor	DF	Significación bilateral	INTERV IZQUIERDA	Valor	DF	Significación bilateral
Chi-Cuadrado	14,083	8	,080	Chi-Cuadrado	4,774	8	,781
CONTROL DERECHO	Valor	DF	Significación bilateral	CONTROL IZQUIERDO	Valor	DF	Significación bilateral
Chi-Cuadrado	11,904	6	,064	Chi-Cuadrado	11,547	6	,073

## Discusión

Nuestro punto de partida es evaluar la precisión de nuestras variables y de sus procesos de obtención a través del CCI. Si observamos la TABLA 3, vemos que la concordancia es buena para nuestras variables DP y DDP, y muy buena para las variables PER y DPER.

Posteriormente, estudiamos si los grupos cuyos sujetos el azar ha repartido, son similares. Hemos visto en este sentido, que presentan una descriptiva general (TABLA 16), con un tamaño de muestra homogéneo (33 y 32), medias de edad (44,7 y 45,7), de altura (164,3 y 165), de peso (71,3 y 75,6), reparto hombres/mujeres (17/16 y 21/11), muy similares entre los dos grupos. Las características iniciales de cada sujeto, son similares, con una significación estadística dentro de los límites marcados para este estudio (TABLAS 4.2), excepto para el hemidiafragma derecho del grupo intervención que está inicialmente, más descendido que el del grupo control, ya que para este grupo nos da una T para igualdad de medias de 2,544 con una significación bilateral de 0,013, que nos dice que los grupos son diferentes por causas diferentes al azar, la diferencia en esta variable entre sus medias es de 1,61. Este factor no es determinante, puesto que incluso coloca en una posición desfavorable a la técnica de estiramiento, que se está aplicando sobre sujetos con un nivel de contracción inicial mas elevado, ó con una presión intraabdominal mayor, lo que añadiría, en caso de rechazo de la hipótesis nula, mayor importancia y eficacia, ya que se produce un estiramiento absoluto mayor sobre condiciones desfavorables. Este dato por lo tanto no resta importancia clínica y de resultados a nuestro estudio. El resto de variables iniciales si fueran diferentes, lo serian por causas achacables al azar.

Posteriormente hemos realizado el análisis estadístico pertinente, para aceptar o rechazar la hipótesis nula de nuestro estudio. La descriptiva de las variables dependientes principales del estudio

(TABLA 5), nos muestra que las DDP tuvieron de media en el grupo intervención  $1,09 \pm 0,56$  cm. en el hemidiafragma derecho, con un rango entre + 0, 20 y +2,68 cm. y  $1,00 \pm 0,57$  cm. con un rango comprendido entre +0, 25 y +2,50 cm. en el izquierdo. Por otro lado en el grupo control la media de las DDP fue de  $0,18 \pm 0,28$  cm. en el derecho, con valores entre -0,35 y +0,80 cm., y de  $0,24 \pm 0,26$  cm. en el izquierdo, con valores entre -0,25 y + 0,95 cm. Por lo tanto nos encontramos que en el grupo intervención, se producen aumentos de la elevación del diafragma, mayores que los del grupo control, teniendo estos últimos una desviación típica menor lo que nos indica que la distribución de las diferencias han sido más homogéneas que cuando realizamos la técnica. Gráficamente, los diagramas de cajas, nos muestran esas diferencias, en este caso de medianas y cuartiles, siempre más amplias en el grupo intervención (GRÁFICA 2), probablemente como signo de una respuesta de mayor variabilidad. Comprobamos ahora las condiciones de normalidad de las variables (TABLA 6), factor determinante a la hora de la elección de la prueba estadística que podemos utilizar para comparar ambos grupos, observando, como hemos comentado anteriormente, que únicamente la DDP intervención izquierda, con un Kolmogorov- Smirnov de 0,199 y una significación de 0,002, no es compatible con una distribución normal. Realizamos por lo tanto, la Prueba T (TABLA 7) para el derecho y la U de Mann-Whitney (TABLA 8) para el hemidiafragma izquierdo en las variables DDP. Ambas pruebas nos dan una  $p < 0,001$ , mucho menor que el nivel de significación  $\alpha$  que nos habíamos planteado inicialmente, lo que nos lleva a rechazar la  $H_0$ , concluyendo que sí hay diferencias en la ganancia de elevación de diafragma del grupo intervención con respecto al grupo control. Para el hemidiafragma derecho, las pruebas estadísticas dicen que hay menos de un 0,1 % de posibilidades de que las diferencias encontradas en ambos grupos sean debidas al azar, lo que nos lleva a rechazar en este caso la hipótesis nula, concluyendo que existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. La verdadera diferencia entre las dos medias, en este lado, estará en un 95% de seguridad entre 0,69 y 1,13 no encontrándose el cero este intervalo. Para el hemidiafragma izquierdo la prueba no paramétrica de Mann-Whitney nos lleva a la misma conclusión, rechazando la hipótesis nula con una significación mucho menor ( $< 0,1\%$ ) de lo que nos habíamos marcado como nivel de significación. Todo esto nos lleva a asegurar que la técnica de estiramiento es eficaz, con una

posibilidad de error de tipo I ( $\alpha$ ) casi inapreciable. Su descriptiva en diagramas de cajas (GRÁFICA 2), ya nos indica visualmente la diferencia de las dos distribuciones, donde el grupo intervención tiene una mediana más elevada que el control, y solo los valores por debajo del primer cuartil, llegan a equipararse con los valores mayores del tercer cuartil del grupo control. Los valores del grupo intervención están más dispersos que los del grupo control, como señalan las amplitudes de la caja entre cuartiles.

Las DDP que conseguimos con la técnica, son mayores en el hemidiafragma derecho, aunque el pilar correspondiente es más fuerte y tiene una inserción más amplia, pero probablemente la existencia del corazón, impide que consigamos una mayor elevación en el lado izquierdo, que parte de una posición de 1,24 cm. de media, más baja (TABLA 5).

A través de La Prueba T para muestras pareadas, considerando la variable DP en un mismo sujeto, antes y después de la técnica o del control (TABLA 10), podemos analizar por un lado, que la muestra de las DP antes y después en un mismo sujeto son diferentes  $p < 0,05$ , tanto para el grupo intervención como para el grupo control, aunque viendo el valor de T, 11,14 y 10,18 en la intervención, la diferencia es mayor en este grupo, que en el control, 3,66 y 5,26. Y por otro lado, que existe relación estadística entre el antes y el después, puesto que nos salen resultados compatibles con un comportamiento similar en los dos hemidiafragmas, ante la técnica y ante el control. En el hemidiafragma derecho, en el estiramiento, la media de diferencias es de 1,10 cm. a favor de la DP antes y de 1 cm. en el izquierdo también cuando se le realiza la técnica. Si comparamos ahora el grupo control, encontramos que en el hemidiafragma derecho, la media de diferencias entre el antes y el después es de 0,18 cm. y de 0,24 cm. en el izquierdo, siempre a favor de la DP de antes (TABLA 9). Si seguimos observando esos datos, podemos decir con un 95% de confianza, que la verdadera media de la diferencia de las distancias del hemidiafragma al platillo de la séptima vértebra dorsal, que se producen después con respecto a antes, está en el derecho, entre 0,90 y 1,30 cm. en la intervención, y entre 0,08 y 0,28 cm. en el control, y en el izquierdo entre 0,80 y 1,20 cm. en el

estiramiento, y entre 0,15 y 0,34 cm. en el control, la significación estadística es en todos los casos, menor de 0,001. Encontramos por lo tanto elevaciones del diafragma tanto en su lado derecho como en el izquierdo en los dos grupos control e intervención, aunque la verdadera diferencia entre elevaciones entre el antes y después, se encuentra en un intervalo de mayor valor, después del estiramiento que después del control. Estos datos nos revelan también la eficacia del estiramiento, indicándonos que con respecto a la no intervención, el aumento en la elevación es mayor.

Pasamos a estudiar la relación que existe, en nuestra variable principal entre los diferentes grupos y lados entre si, y con respecto también a sus variables de origen (DP). Para ello calculamos los coeficientes de correlación lineal de Pearson, para las DDP y todas las DP. Observamos en un primer lugar (TABLA 11), que las DPP de un lado con respecto al otro, sin valorar grupo control o grupo intervención, están intensamente relacionadas entre ellas, Coeficiente de Correlación de Pearson de 0,836 ( $p = 0,000$ ), lo que indica que un hemidiafragma se comporta, con respecto a su contralateral, de manera proporcionada, tanto con respecto al estiramiento como al control, siendo sus elevaciones similares entre grupos. Esto nos indica que el estiramiento conseguido en un lado, sigue un patrón que se repite en el lado contrario, aunque siempre mayor en valor absoluto en el lado derecho, como ya hemos comentado anteriormente (TABLA 5). Por otro lado las DP antes de los dos grupos, están linealmente muy relacionadas en un lado con respecto al otro, Coeficiente de Correlación de Pearson de 0,912 ( $p = 0,000$ ), son características antropométricas iniciales, y que mucho tienen que ver con la anatomía humana, y la proporción de medidas, lógico también por el hecho, de que aunque lo hemos dividido en dos hemidiafragmas, en realidad seguimos hablando de un único músculo. También observamos en los dos hemidiafragmas, una relación lineal entre la altura inicial y la altura que va a alcanzar después de la técnica y de los controles, relación lineal muy alta, en todos los casos por encima del 0,8 y con un  $p < 0,05$  en todos ellos (TABLAS 12.1 y 12.2). En dichas tablas, solo se muestran los casos significativos, según nuestro nivel preestablecido ( $p < 0,05$ ), y aquellos con relación lógica.

Los diagramas de dispersión para el grupo intervención, nos muestran imágenes compactadas de los puntos alrededor de la línea de regresión, encontrándose para el grupo intervención un  $R^2$  (bondad del ajuste) del 0,94 para los dos lados (GRÁFICA 6), lo que explica que, de la variabilidad que tiene la DP de un hemidiafragma después del estiramiento, el 94% se explica por la variabilidad que tiene la DP del mismo diafragma antes del estiramiento. La Correlación es positiva y asciende linealmente.

Realizado el estudio de la variable principal, comenzamos con el de la secundaria –DPER-. Su distribución no es compatible con una distribución normal, dato observado a través de la prueba estadística de Kolmogorov - Smirnov (TABLA 14), en ninguno de los grupos ni fases respiratorias, por lo que utilizamos para la comparación entre ellas, una prueba no paramétrica como la U de Mann-Whitney. Después de calcularla (TABLA 15), vemos que no podemos afirmar con la significación estadística preestablecida en nuestro estudio, que las diferencias que encontramos en algunos casos entre el grupo control y el grupo intervención, sea por causas diferentes al azar. Todo esto nos lleva a decir, que no hay modificación estadísticamente significativa de los perímetros torácicos, ni en espiración ni en inspiración, entre el antes y el después. Más cerca de la significación está la DPER espiratorios,  $p = 0,092$ , dato lógico puesto que la técnica incide sobre la capacidad del diafragma de elevarse en periodo espiratorio, que es la fase del ciclo respiratorio que coincide con la de menos perímetro torácico por la expulsión del volumen de aire, y si esa elevación mejora, debe redundar biomecánicamente sobre una disminución del perímetro, y así se observa (TABLA 13), aunque no con certeza estadística, la media DPER espiratorios en el grupo intervención 0,279 comparada con la media DPER espiratorios en el grupo control -0,203.

Una vez realizado el estudio sobre las variables dependientes, pasamos a analizar, el resto de variables, siempre con relación a las DDP y las DP, para ello utilizamos de nuevo el índice de correlación lineal de Pearson. Solo mostramos en las tablas aquellos resultados significativos para el nivel marcado en nuestro estudio. En primer lugar, observamos que del grupo intervención, solo las

DP a las que llegamos en el lado izquierdo se relacionan ligeramente con los perímetros espiratorios (TABLA 17), lo que nos indica que diafragmas más elevados están relacionados con perímetros torácicos mayores tanto antes como después del estiramiento. En cambio en el grupo control, las elevaciones antes y después de los dos lados, están moderada e inversamente relacionadas con todos los perímetros torácicos (TABLA 18). Por tanto una ubicación previa más elevada del diafragma, se corresponde con un perímetro torácico mayor, para los dos hemidiafragmas, y para incluso después del control, hecho ya indicado por algunos autores <sup>93</sup>, suponemos que porque a más perímetro más peso, más IMC, y un volumen abdominal más elevado, y por lo tanto más empuje cefálico de la masa visceral sobre el diafragma. La edad se relaciona únicamente con la DP del grupo intervención (Pearson entre 0,34 y 0,45), tanto de antes como de después, mientras que las características antropométricas se relacionan ligeramente de modo inverso, en todos los casos (Pearson entre -0,36 y -0,55), y en los dos grupos. La IMC es la característica que más se relaciona – (índices entre -0,48 y -0,55), lo hace con respecto a su grupo correspondiente, ó control ó estiramiento de manera inversa con la DP derecha e izquierda, un aumento del IMC provoca un diafragma más elevado, (<DP) por la dependencia de este índice del peso (TABLA 19). La ganancia en la elevación (DDP), solo en el caso del grupo control, esta relacionada de forma directa con el IMC y el % de masa grasa en el lado derecho (Pearson entre 0,36 y 0,45).

En resumen, y una vez comparadas las variables, nos salen correlaciones inversas y medias de los perímetros torácicos con el peso y el IMC, directas y suaves con respecto al % masa grasa, y pequeñas e inversas con respecto a la talla, datos acordes con otros autores **116**, <sup>93</sup>. En otros estudios, se realizaron mediciones milimétricas a nivel de las cúpulas de los diafragmas con ecografía, en sujetos sanos registrando el peso, altura y área de la superficie corporal, con sexo y edad para la correlación de la incursión del diafragma, y los resultados a los que se llegaron fueron similares a los nuestros, más excursión en hombres, más cuanto mayor era el peso **117**. En este mismo estudio, se obtuvieron excursiones del diafragma derecho mayores que las del izquierdo, siendo la diferencia entre los dos lados mayor de 2:1 (R/L<1), a mayor peso.

Posteriormente, estudiamos las regresiones de todas las DDP, para ver en que medida el conjunto de las variables independientes de partida que hemos elegido, están más relacionados estadísticamente con el resultado de nuestra variable a estudio. El dato estadístico que nos lo va a indicar es la bondad de ajuste  $R^2$ . Se obtienen valores de  $R^2$  de 0,253 (TABLA 20) para el grupo intervención derecha, de 0,256 (TABLA 21) para el de intervención izquierda, de 0,430 (TABLA 22) en el control derecho, y de 0,284 (TABLA 23) en control izquierdo. Estos valores obtenidos, nos indican, que las variaciones de la DDP intervención, entre un 25% (lado derecho) y un 26% (lado izquierdo) se pueden explicar por las variaciones de edad, peso, talla, IMC, %grasa, perímetros torácicos espiratorios previos y elevación inicial del diafragma. Este valor sin embargo, es mayor en el caso del grupo control, del 28% en el lado izquierdo, y del 43% en el lado derecho. Estos resultados, aunque no alcanzan nuestro nivel de significación prefijado, 0´452, 0´441, 0´070 y 0´75 respectivamente, nos llevan a pensar que variaciones de las DDP se pueden explicar en mayor grado, por nuestras variables, en el grupo control que en el grupo intervención, la respuesta al estiramiento esta condicionada en su mayoría, por otros factores distintos a éstos, y solo una cuarta parte de lo que conseguimos se relaciona con ellos, es posible que dependa de la actitud del sujeto ante el contacto manual, y de la respuesta de los tejidos ante la técnica.

Por último queremos aprovechar la información incluida en las Historias Clínicas a las cuales tuvimos acceso, para indagar si la existencia de determinadas patologías ha influido en los resultados obtenidos en nuestro estudio. Para simplificarlo, agrupamos el valor de DDP en bajo, medio y alto (TABLA 25), con valores independientes para cada grupo y lado, no comparables entre ellos y en función de los percentiles 33,33 y 66,66 (TABLA 24). Los hemos considerado independientes, por que un valor conseguido en el grupo control, con respecto al grupo intervención, siempre será considerado bajo, debido al distinto rango de valores de uno y otro, e incluso, aunque en menor medida, entre un hemidiafragma y otro. En la recopilación de datos, en el grupo Intervención derecho (TABLA 26), se aprecia una tendencia no estadísticamente significativa  $p = 0,08$  (TABLA 30), a tener un mayor DDP

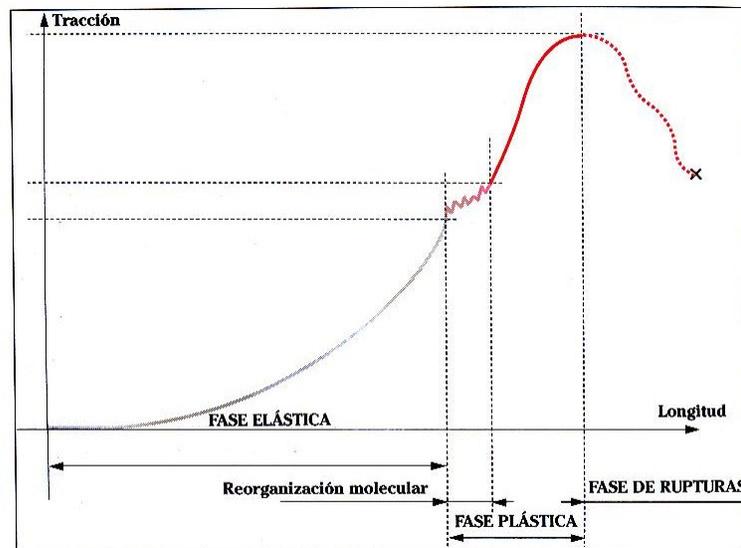
cuando existen incidencias en la zona lumbar y abdominal, mientras, la DDP es menor en incidencias dorsales y torácicas. En sujetos sin patología, la tendencia es a que se produzcan DDP medias. Tendencia que se diluye en el lado izquierdo del grupo intervención (TABLA 27), aunque se reduce la significación estadística  $p = 0,781$ . En el grupo control, se consiguen elevaciones medias y bajas, en su mayoría en trastornos de la región abdominal y lumbar, mientras que en personas sin patología la elevación es media ó alta. Aunque siguen sin ser estadísticamente significativas, se aproximan a nuestro nivel prefijado  $p = 0,064$  y  $0,073$  respectivamente (TABLA 30), tanto en el lado derecho (TABLA 28) como en el izquierdo (TABLA 29). La prueba estadística utilizada ha sido la de Chi-Cuadrado. Por lo tanto aunque observemos tendencias en el grado en que conseguimos mayor o menor elevación del diafragma con la técnica o el control, ante la existencia de determinadas patologías médicas, no podemos afirmar con certeza estadística que existe esa relación. Visualmente observamos estas tendencias en la GRÁFICA 7.

Por tanto, la técnica de estiramiento del diafragma en tendido supino variante bilateral, produce una elevación objetivable de la cúpula diafragmática, en mayor medida que una respiración espontánea en supino ( $p < 0,01$ ), esta elevación traduce un aumento de la longitud del músculo, por lo que podemos deducir, que esta técnica nos servirá cuando nuestro objetivo sea la reducción del tono de reposo del diafragma.

Este tono reducido, coincide con una longitud mayor de sus fibras, por tanto con un diafragma estirado, lo que probablemente le permita producir mayor fuerza de contracción **118**. La demostración mediante electromiografía intraesofágica, de que cambios en la elongación del diafragma a través de variaciones en el volumen pulmonar no influyen en el potencial de acción muscular **119**, nos llevan a pensar que aunque ganemos elasticidad diafragmática, no redundará negativamente sobre la capacidad que tiene el músculo para contraerse, manteniendo la idea demostrada "In Vitro", de que como en todo músculo, existe una curva longitud-fuerza en la fibra muscular diafragmática **120**.

El mecanismo que podría explicar el efecto que tiene la técnica, podría ser, que en su ejecución, mantenemos con nuestros contactos y nuestra tracción al diafragma en la posición en la que debería estar más acortado, para que posteriormente, y una vez el sujeto está realizando la espiración máxima, el diafragma, y en mayor medida el centro frénico, vaya a su máxima elevación, por acción de la presión negativa del tórax, distanciándose lo máximo de los orígenes costales y esternales de las fibras musculares, que están fijadas por nuestras manos, hecho que provoca el estiramiento muscular. Una vez realizadas las diez repeticiones el diafragma consigue una capacidad mayor para elevarse en un ciclo respiratorio, siguiendo la teoría general del efecto de un estiramiento, por el cual el aumento de la longitud de un músculo, se explica a través del efecto de una tracción sobre un cuerpo homogéneo, mediante la curva de tensión deformación (GRÁFICA 8). Nuestro estiramiento se queda en la fase plástica con modificación de la arquitectura de los diferentes elementos que hemos sometido a tracción **121**, perdurando al cese de nuestra acción.

**GRÁFICA 8. Neiger H. Estiramientos Analíticos Manuales.**  
**CURVA TENSIÓN/DEFORMACIÓN DE UN CUERPO**  
**HOMOGÉNEO- Panamericana- 1997- Página 18.**



Las causas del éxito de este estiramiento podrían ser, por un lado, el estiramiento de las fibras intrafusales de los husos neuromusculares, que obligan a reducir la actividad gamma por parte del sistema nervioso central **122**, por otro el estiramiento de las fibras extrafusales **123**, y alargamiento de los elementos no contráctiles en serie y reordenación de las capas conjuntivas en paralelo <sup>121</sup>. También factores que añaden eficacia, podrían ser las características específicas de la técnica por las que la dirección del estiramiento coincide con la dirección de la mayoría de las fibras, es decir paralelas al eje cráneo-caudal <sup>120</sup>, porque la dirección de los antebrazos hace traccionar adecuadamente en el eje de las costillas inferiores de menos de 92° de angulación **124**, y por las que también, actúa sobre la parte del músculo que mayor fuerza, mayor flujo sanguíneo **125**, y mayor movilidad **126** tiene.

Atendiendo a estos resultados, podemos deducir que nos será útil en problemas posturales, donde exista un exceso de tensión del diafragma, aunque hay que evaluar si un diafragma que parte desde una posición mas alta, desarrolla la misma presión abdominal submáxima, tan importante en la realización de un esfuerzo con la columna lumbar **127**, aunque lo que si está objetivado, es que una elevación reduce la presión intraabdominal de base, en cantidades pequeñas – de 3 mmHg- que aumenta el trabajo respiratorio y cardiaco, y disminuye la función renal **128**. También nos puede ser útil cuando, en patologías del sistema respiratorio se produzca un aplanamiento de la cúpula diafragmática como es el caso del asma **129**, o un aumento de la razón Pdi por respiración/Pdi máxima, como ocurre en la EPOC **130**, en cuyo caso, el estiramiento, lo que hace es aumentar esa proporción, al permitir alcanzar una Pdi máxima más alta, permitiéndonos en definitiva, restar volumen del espacio muerto, ya que los pulmones se vacían en un mayor grado, aumentando por tanto el volumen pulmonar total y la capacidad vital forzada. En ese sentido se han demostrado mejorías del FEV<sub>1</sub>, tras realizar la técnica de estiramiento en supino <sup>4</sup>. También mejora el patrón respiratorio, disminuye la frecuencia respiratoria, y aumenta el volumen total, aumentando tiempos inspiratorios y espiratorios sin variar la fuerza **131**. También sería útil en el enfisema, en el que existe un

acortamiento permanente de fibras por la insuflación. Queda por estudiar si el aumento de la longitud diafragmática, influye en la efectividad del esfínter gastroesofágico **132** tan relacionado con el diafragma. Lo que si sabemos, es que la reducción del tono y el estiramiento más amplio del diafragma disminuye la presión gástrica, aunque probablemente no sea suficiente si las demandas respiratorias aumentan <sup>69</sup>, y con más motivo si es durante el ejercicio **133**. Por otro lado, un músculo con un tono regularizado, es un músculo que tiene una vascularización mejorada, lo que le aumenta la capacidad de resistencia ante la fatiga, factor que mejora mecanismos de adaptación de activación simpática **134**. Si el diafragma está más estirado de partida, llegará en una inspiración voluntaria y espontánea a una presión intraabdominal menor, lo que reduciría la fatiga central y periférica del diafragma en ciclos respiratorios normales, aunque esto no ocurra en esfuerzos respiratorios **135**. En la mayoría de los estudios utilizan la Pdi como medida de la fuerza del diafragma **136**. Este parámetro varía junto con el volumen pulmonar **137**. La mayor presión se sitúa en torno al 47-50% del volumen total, en la máxima espiración se sitúa la menor Pdi, y en la máxima inspiración la Pdi es media. Una Pdi baja es más normal a mayor edad, y se relaciona con una menor fuerza de contracción. Este parámetro es entrenable, mejora con el ejercicio **138**, y disminuye con la fatiga **139**.

Al haber escogido aleatoriamente los sujetos, haberlos adjudicado aleatoriamente a cada grupo y además haber tenido unos criterios de inclusión amplios, la posibilidad de generalización de los resultados es grande, beneficio que se pierde cuando tratamos de dilucidar las causas de la mejora, aunque si se gana en capacidad de inferir los resultados a una población más heterogénea. Como solo hemos estudiado una técnica no sabemos si la técnica unilateral es más efectiva sobre un diafragma que una técnica bilateral, como la que hemos analizado. Aunque cabe pensar que un trabajo más específico, aumentará la eficacia de este, los desplazamientos asimétricos <sup>78</sup>, que provoca en el diafragma nos hacen dudar sobre los resultados de dicha comparación. Tampoco podemos predecir si la técnica en supino, es más eficaz que en sedestación, aunque por el peso de la masa abdominal y por el hecho de que en supino se produce una relajación de los mecanorreceptores de las vías altas **140**, nos hace inclinarnos sobre la mayor efectividad de la técnica en supino.

Este estudio, como todos aquellos que tienen como fin investigar sobre una técnica manual, tiene como limitación la gran variabilidad de matices de fuerza que se pueden aplicar en distintos estiramientos, que hacen que la uniformidad de aplicación sea casi imposible. Esta misma limitación, al producirse una conclusión positiva en cuanto al efecto de la técnica, no hace si no añadir un valor a la terapia manual, que es la regulación en cuanto a fuerza y recorrido de una técnica dependiendo de la respuesta que esté dando el paciente en todo momento.

Una vez demostrada la eficacia de la técnica, y demostrado que es capaz de elevar el diafragma más allá de la longitud inicial, queda abierto el campo para futuras investigaciones sobre esta técnica, para evaluar si ese cambio de longitud y por ello de tensión en el músculo, es capaz de hacer variar movimiento y localización del centro de gravedad de un sujeto, si es capaz de variar la presión intraabdominal, si reducen las tensiones cervicales por reducción de la tensión en las cadenas miofasciales, si varía la presión arterial, o el trabajo cardíaco, etc....También sería interesante comprobar si estos cambios son duraderos, aunque la riqueza de las relaciones del músculo, hacen presagiar que solo se mantienen si la técnica se realiza dentro de un tratamiento global.

## Conclusiones

- 1) La técnica de estiramiento del diafragma en su modalidad bilateral y en supino es efectiva ( $p < 0,05$ ), comprobado con respecto a un grupo control, en una muestra aleatoria y heterogénea.
- 2) Esta efectividad no está influenciada en una medida estadísticamente significativa, por ninguna variable individual como edad, sexo, antropométricas como peso, % masa grasa, talla, IMC ó perímetro torácico, ni de existencia de patología médica.
- 3) Por lo tanto es una técnica útil, cuando nuestro propósito es aumentar la longitud de las fibras del diafragma.

# Apéndice I: Tablas de datos experimentales del estudio

	IDENTIFICACIÓN	EXAMINADOR A			EXAMINADOR B			MEDIA EXAMINADOR B Y A		
		DP ANTES	DP DESPUÉS	DDP	DP ANTES	DP DESPUÉS	DDP	DP ANTES	DP DESPUÉS	DDP
H D D G I	10030501	5	3,9	1,1	5	3,9	1,1	5	3,9	1,10
	11030501	2,45	1,65	0,8	2,45	1,65	0,8	2,45	1,65	0,80
	14030501	7,25	6,35	0,9	7,25	6,35	0,9	7,25	6,35	0,90
	15030501	7,8	7,25	0,55	7,8	7,25	0,55	7,8	7,25	0,55
	16030501	4,25	3,45	0,8	4,25	3,45	0,8	4,25	3,45	0,80
	22030501	3,85	3,2	0,65	3,85	3,2	0,65	3,85	3,2	0,65
	23030501	6,9	6,2	0,7	6,9	6,2	0,7	6,9	6,2	0,70
	30030501	8,6	7,55	1,05	8,45	7,5	0,95	8,525	7,525	1,00
	31030501	7,8	6,85	0,95	7,8	6,85	0,95	7,8	6,85	0,95
	O4040501	11,3	10,4	0,9	11,3	10,4	0,9	11,3	10,4	0,90
	O6040501	9,85	8,4	1,45	9,85	8,4	1,45	9,85	8,4	1,45
	11040501	7,5	5,6	1,9	7,5	5,6	1,9	7,5	5,6	1,90
	14040501	5,4	4,7	0,7	5,4	4,7	0,7	5,4	4,7	0,70
	20040501	6,3	5,6	0,7	6,3	5,6	0,7	6,3	5,6	0,70
	21040501	6,15	5,5	0,65	6,1	5,5	0,6	6,125	5,5	0,63
	22040501	6,05	4,5	1,55	6,05	4,5	1,55	6,05	4,5	1,55
	26040501	11,25	8,8	2,45	11,4	8,8	2,6	11,325	8,8	2,53
	27040501	6,7	6,5	0,2	6,7	6,5	0,2	6,7	6,5	0,20
	O5050501	6	4,9	1,1	6	4,9	1,1	6	4,9	1,10
	12050501	6,75	4,1	2,65	6,7	4	2,7	6,725	4,05	2,68
	17050501	4,9	4,3	0,6	4,9	4,3	0,6	4,9	4,3	0,60
	19050501	10,4	8,95	1,45	10,4	8,95	1,45	10,4	8,95	1,45
	19050502	6,7	5,7	1	6,7	5,7	1	6,7	5,7	1,00
	31050502	0,55	-0,8	1,35	0,55	-0,8	1,35	0,55	-0,8	1,35
	O2060502	7,4	6,2	1,2	7,4	6,2	1,2	7,4	6,2	1,20
	14060501	5,9	4,9	1	5,9	4,9	1	5,9	4,9	1,00
	16060501	4,8	2,75	2,05	4,8	2,75	2,05	4,8	2,75	2,05
	23060501	5,5	4,7	0,8	5,5	4,7	0,8	5,5	4,7	0,80
	28060502	5,6	4,3	1,3	5,6	4,3	1,3	5,6	4,3	1,30
	O5070501	6,9	5,3	1,6	6,95	5,3	1,65	6,925	5,3	1,63
	O6070501	8,5	8	0,5	8,5	8	0,5	8,5	8	0,50
	13070501	9,9	8,75	1,15	9,8	8,7	1,1	9,85	8,725	1,13
14070501	9	8,5	0,5	9	8,5	0,5	9	8,5	0,50	

IDENTIFICACIÓN	EXAMINADOR A			EXAMINADOR B			MEDIA EXAMINADOR B Y A		
	DP ANTES	DP DESPUES	DDP	DP ANTES	DP DESPUES	DDP	DP ANTES	DP DESPUES	DDP
10030501	7.1	6.85	0.25	7.1	6.85	0.25	7.1	6.85	0.25
11030501	5.1	4.1	1	5.1	4.1	1	5.1	4.1	1.00
14030501	10.1	8.9	1.15	10.1	8.9	1.15	10.1	8.9	1.15
15030501	9.3	8.4	0.9	9.3	8.4	0.9	9.3	8.4	0.90
16030501	6.6	6.25	0.35	6.6	6.25	0.35	6.6	6.25	0.35
22030501	5.65	5.05	0.6	5.65	5.05	0.6	5.65	5.05	0.60
23030501	8.5	7.6	0.9	8.5	7.6	0.9	8.5	7.6	0.90
30030501	10.2	9	1.2	10.1	8.9	1.15	10.1	8.95	1.18
31030501	8.6	8.1	0.5	8.6	8.1	0.5	8.6	8.1	0.50
O4040501	12.2	11.2	1.05	12.2	11.2	1.05	12.2	11.2	1.05
O6040501	10.4	9	1.4	10.4	9	1.4	10.4	9	1.40
11040501	10.3	7.9	2.35	10.3	7.75	2.5	10.3	7.83	2.43
14040501	7.2	6.5	0.7	7.2	6.5	0.7	7.2	6.5	0.70
20040501	7.45	6.6	0.85	7.45	6.6	0.85	7.45	6.6	0.85
21040501	4.4	3.7	0.7	4.4	3.7	0.7	4.4	3.7	0.70
22040501	8.05	7.1	0.95	8.05	7.1	0.95	8.05	7.1	0.95
26040501	14.1	11.6	2.5	14.1	11.6	2.5	14.1	11.6	2.50
27040501	8.8	7.95	0.85	8.8	7.95	0.85	8.8	7.95	0.85
O5050501	8.3	7.25	1.05	8.3	7.25	1.05	8.3	7.25	1.05
12050501	6.6	4.1	2.5	6.45	3.95	2.5	6.53	4.03	2.50
17050501	5.8	4.8	1	5.8	4.8	1	5.8	4.8	1.00
19050501	9.9	9.3	0.6	9.9	9.3	0.6	9.9	9.3	0.60
19050502	7	5.85	1.15	7	5.85	1.15	7	5.85	1.15
31050502	2.2	1.55	0.65	2.2	1.55	0.65	2.2	1.55	0.65
O2060502	8.4	7.4	1	8.4	7.4	1	8.4	7.4	1.00
14060501	6.85	6.2	0.65	6.9	6.2	0.7	6.88	6.2	0.68
16060501	6.1	4.8	1.3	6.1	4.8	1.3	6.1	4.8	1.30
23060501	9	8.65	0.35	9	8.6	0.4	9	8.63	0.38
28060502	7.65	6.5	1.15	7.65	6.5	1.15	7.65	6.5	1.15
O5070501	7.4	5.75	1.65	7.4	5.75	1.65	7.4	5.75	1.65
O6070501	10.2	9.7	0.5	10.2	9.7	0.5	10.2	9.7	0.50
13070501	9.1	8.45	0.65	9.1	8.45	0.65	9.1	8.45	0.65
14070501	9.2	8.6	0.6	9.2	8.6	0.6	9.2	8.6	0.60

H  
I  
G  
I

	IDENTIFICACIÓN	EXAMINADOR A			EXAMINADOR B			MEDIA EXAMINADOR B Y A		
		DP ANTES	DP DESPUÉS	DDP	DP ANTES	DP DESPUÉS	DDP	DP ANTES	DP DESPUÉS	DDP
H D G C	14030502	3,1	2,75	0,35	3	2,9	0,1	3,05	2,825	0,23
	17030501	4	3,7	0,3	4	3,7	0,3	4	3,7	0,30
	21030501	10	10	0	10	10	0	10	10	0,00
	28030501	3,25	3,25	0	3,25	3,25	0	3,25	3,25	0,00
	29030501	8	8	0	8	8	0	8	8	0,00
	01040501	4,8	4,8	0	4,8	4,8	0	4,8	4,8	0,00
	07040501	2,1	1,3	0,8	2,1	1,3	0,8	2,1	1,3	0,80
	12040501	10,6	10,6	0	10,6	10,6	0	10,6	10,6	0,00
	13040501	6,2	6,25	-0,05	6,2	6,25	-0,05	6,2	6,25	-0,05
	18040501	5,35	5,1	0,25	5,35	5,1	0,25	5,35	5,1	0,25
	19040501	4,9	4,6	0,3	4,9	4,6	0,3	4,9	4,6	0,30
	25040501	5,2	5,05	0,15	5,1	5,05	0,05	5,15	5,05	0,10
	28040501	1,65	1,25	0,4	1,65	1,25	0,4	1,65	1,25	0,40
	29040501	7,75	7	0,75	7,75	7	0,75	7,75	7	0,75
	03050501	7,7	7,4	0,3	7,7	7,4	0,3	7,7	7,4	0,30
	04050501	5,95	6,3	-0,35	5,95	6,3	-0,35	5,95	6,3	-0,35
	10050501	1,1	0,55	0,55	1	0,55	0,45	1,05	0,55	0,50
	31050501	8,1	8,05	0,05	8,1	8,05	0,05	8,1	8,05	0,05
	02060501	3,3	3,3	0	3,3	3,3	0	3,3	3,3	0,00
	07060501	1,4	1,6	-0,2	1,4	1,6	-0,2	1,4	1,6	-0,20
	21060501	3,8	3,9	-0,1	3,8	3,9	-0,1	3,8	3,9	-0,10
	22060501	1,8	1,8	0	1,8	1,8	0	1,8	1,8	0,00
	28060501	5,65	4,9	0,75	5,65	4,85	0,8	5,65	4,875	0,78
	29060501	3,85	3,6	0,25	3,85	3,6	0,25	3,85	3,6	0,25
	13070502	3	3,25	-0,25	3	3,25	-0,25	3	3,25	-0,25
	15070501	3,5	3,5	0	3,5	3,55	-0,05	3,5	3,525	-0,02
	18070501	4,2	3,65	0,55	4,2	3,65	0,55	4,2	3,65	0,55
	19070501	10,4	10,2	0,2	10,4	10,2	0,2	10,4	10,2	0,20
20070501	5,5	5,2	0,3	5,5	5,2	0,3	5,5	5,2	0,30	
22070501	3,7	3,5	0,2	3,7	3,45	0,25	3,7	3,475	0,23	
26070501	4,5	4,2	0,3	4,5	4,2	0,3	4,5	4,2	0,30	
29070501	10,55	10,3	0,25	10,55	10,3	0,25	10,55	10,3	0,25	
H I G C	14030502	6	5,95	0,05	5,95	5,8	0,15	5,975	5,875	0,10
	17030501	6	6,3	-0,3	6	6,2	-0,2	6	6,25	-0,25
	21030501	10,5	10,6	-0,1	10,5	10,6	-0,1	10,5	10,6	-0,10
	28030501	6,55	6,55	0	6,55	6,55	0	6,55	6,55	0,00
	29030501	9,8	9,7	0,1	9,75	9,75	0	9,775	9,725	0,05
	01040501	7	6,75	0,25	7	6,75	0,25	7	6,75	0,25
	07040501	4,85	4,1	0,75	4,85	4,1	0,75	4,85	4,1	0,75
	12040501	11,4	11,1	0,3	11,4	11,1	0,3	11,4	11,1	0,30
	13040501	8,5	8,5	0	8,5	8,5	0	8,5	8,5	0,00
	18040501	8,2	7,9	0,3	8,2	7,9	0,3	8,2	7,9	0,30
	19040501	6,9	6,5	0,4	6,9	6,5	0,4	6,9	6,5	0,40
	25040501	7,8	7,8	0	7,65	7,8	-0,15	7,725	7,8	-0,07
	28040501	3,05	2,35	0,7	3,05	2,35	0,7	3,05	2,35	0,70
	29040501	9,1	8,9	0,2	9,1	8,9	0,2	9,1	8,9	0,20
	03050501	10,5	9,8	0,7	10,5	9,3	1,2	10,5	9,55	0,95
	04050501	8,1	8,15	-0,05	8,1	8,15	-0,05	8,1	8,15	-0,05
	10050501	2,55	2,4	0,15	2,45	2,3	0,15	2,5	2,35	0,15
	31050501	9,2	9,2	0	9,3	9,3	0	9,25	9,25	0,00
	02060501	5,1	4,8	0,3	5,2	4,8	0,4	5,15	4,8	0,35
	07060501	3,6	3,4	0,2	3,6	3,4	0,2	3,6	3,4	0,20
	21060501	5,25	4,9	0,35	5,25	4,9	0,35	5,25	4,9	0,35
	22060501	5,9	5,4	0,5	5,95	5,4	0,55	5,925	5,4	0,53
	28060501	8,25	7,9	0,35	8,25	7,9	0,35	8,25	7,9	0,35
	29060501	6,4	6,1	0,3	6,4	6,1	0,3	6,4	6,1	0,30
	13070502	6	5,85	0,15	6	5,85	0,15	6	5,85	0,15
	15070501	6,45	6,45	0	6,45	6,5	-0,05	6,45	6,475	-0,02
	18070501	6,2	6,1	0,1	6,2	6,1	0,1	6,2	6,1	0,10
	19070501	10,4	10	0,4	10,4	10	0,4	10,4	10	0,40
20070501	7,25	7,05	0,2	7,25	7,05	0,2	7,25	7,05	0,20	
22070501	7,4	7	0,4	7,4	6,9	0,5	7,4	6,95	0,45	
26070501	6,1	5,7	0,4	6	5,7	0,3	6,05	5,7	0,35	
29070501	11,3	10,9	0,4	11,3	10,9	0,4	11,3	10,9	0,40	

RECOGIDA DE DATOS MEDICIÓN DE ELEVACIÓN DIAFRAGMÁTICA (HOJA A RELLENAR EN EL PROCESO DE MEDICIÓN.) HEMIDIAFRAGMA DERECHO. GRUPO INTERVENCIÓN														
Nº	NUMERO DE IDENTIFIC.	PERIMETROS TORACICOS						OTROS PARAMETROS						
		CM ANTES INSP	CM DESPUES INSP	DPER	CM ANTES ESP	CM DESPUES ESP	DPER	EDAD	TALLA	PESO	IMC	MASA GRASA	SEXO	...
1	10030501	102	101	-1	89,5	89	0,5	57	166	73,9	26,98	26,2	H	12,5
2	11030501	102	101,5	-0,5	100,5	99	1,5	25	164	80,6	29,97	31	H	1,5
3	14030501	92	92	0	91,2	90	1,2	61	157	70,5	28,78	39,7	M	0,8
4	15030501	89,2	89,6	0,4	87,6	87,5	0,1	33	170	71,6	24,78	34,9	M	1,6
5	16030501	84	84	0	81,2	79,5	1,7	55	142	55,2	27,57	32,7	M	2,8
6	22030501	92,2	92,2	0	88,6	88,4	0,2	29	173	69,3	23,15	19,3	H	3,6
7	23030501	85	86,6	1,6	81,8	81	0,8	41	160	62,5	24,41	34,7	M	3,2
8	30030501	111,5	111,5	0	107,5	107,5	0	49	164	76	28,43	34,2	H	4
9	31030501	100	101	1	96	97	-1	57	171	78,8	26,95	21,3	H	4
10	O4040501	79	77	-2	74,5	73,5	1	35	163	53,6	20,17	25,3	M	4,5
11	O6040501	84	77,3	-6,7	83,5	78,5	5	40	169	61,5	21,66	25,1	M	0,5
12	11040501	88,2	88,4	0,2	85,4	85,4	0	54	149	57,7	25,99	32,5	M	2,8
13	14040501	101,4	105,4	4	98,5	101,5	-3	28	176	90,6	29,42	28,3	H	2,9
14	20040501	86,2	86,2	0	82,3	82,3	0	37	158	65,9	26,57	35	M	3,9
15	21040501	112	113	1	111	111	0	64	174	91,3	30,33	34,1	H	1
16	22040501	91	91	0	89	88,5	0,5	52	156	67,5	27,74	35,1	H	2
17	26040501	110	110	0	102	102,3	-0,3	65	170	78,1	27,18	24,8	H	8
18	27040501	102	101,5	-0,5	104	102	2	58	166	76,5	27,76	21,9	H	-2
19	O5050501	81	80,5	-0,5	75	73	2	47	154	54,6	23,17	29,3	M	6
20	12050501	108	109	1	105,5	106	-0,5	56	171	89,7	30,86	31,7	H	2,5
21	17050501	82,5	82,5	0	77,5	77,5	0	22	158	60,5	24,23	28,3	M	5
22	19050501	107	107	0	103	103,5	-0,5	69	168	80	28,34	30	H	4
23	19050502	97,5	97,5	0	94,5	94,5	0	43	160	67,9	26,69	34,2	M	3
24	31050502	111,5	114,5	3	112,5	113	-0,5	23	173	103,8	34,88	33	H	-1
25	2060502	81,5	81,5	0	79	79	0	53	158	59,4	23,95	27,3	M	2,5
26	14060501	98	95,7	-2,3	93	93,5	-0,5	40	167	71	25,46	26,2	H	5
27	16060501	94,5	94	-0,5	90	91	-1	36	180	84	25,93	27,2	H	4,5
28	23060501	80,5	80,5	0	76	76	0	40	151	55,7	24,43	26,3	M	4,5
29	28060502	95	95	0	92	92	0	40	185	94,4	27,58	31	H	3
30	O5070501	87	87	0	82,5	82,5	0	41	167	68,9	24,71	36,1	M	4,5
31	O6070501	80	81	1	73	73	0	36	165	54,9	20,29	25,6	M	7
32	13070501	102	102	0	96	96	0	61	176	82	26,47	27,3	H	6
33	14070501	100,4	100,4	0	69,3	69,3	0	28	148	44,6	20,36	20,5	M	31,1

RECOGIDA DE DATOS MEDICIÓN DE ELEVACIÓN DIAFRAGMÁTICA (HOJA A RELLENAR EN EL PROCESO DE MEDICIÓN.) HEMIDIAFRAGMA IZQUIERDO. GRUPO INTERVENCIÓN														
Nº	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN	PERIMETROS TORÁCICOS						OTROS PARAMETROS						
		CM ANTES	CM DESPUES	DPER	CM ANTES	CM DESPUES	DPER	EDAD	TALLA	PESO	IMC	MASA GRASA	SEXO	dif insp expantes
		INSP	INSP		ESP	ESP								
1	10030501	102	101	-1	89.5	89	0.5	57	165.5	73.9	26.98	26.2	H	12.5
2	11030501	102	101.5	-0.5	100.5	99	1.5	25	164	80.6	29.97	31	H	1.5
3	14030501	92	92	0	91.2	90	1.2	61	156.5	70.5	28.78	39.7	M	0.8
4	15030501	89.2	89.6	0.4	87.6	87.5	0.1	33	170	71.6	24.78	34.9	M	1.6
5	16030501	84	84	0	81.2	79.5	1.7	55	141.5	55.2	27.57	32.7	M	2.8
6	22030501	92.2	92.2	0	88.6	88.4	0.2	29	173	69.3	23.15	19.3	H	3.6
7	23030501	85	86.6	1.6	81.8	81	0.8	41	160	62.5	24.41	34.7	M	3.2
8	30030501	111.5	111.5	0	107.5	107.5	0	49	163.5	76	28.43	34.2	H	4
9	31030501	100	101	1	96	97	-1	57	171	78.8	26.95	21.3	H	4
10	04040501	79	77	-2	74.5	73.5	1	35	163	53.6	20.17	25.3	M	4.5
11	06040501	84	77.3	-6.7	83.5	78.5	5	40	168.5	61.5	21.66	25.1	M	0.5
12	11040501	88.2	88.4	0.2	85.4	85.4	0	54	149	57.7	25.99	32.5	M	2.8
13	14040501	101.4	105.4	4	98.5	101.5	-3	28	175.5	90.6	29.42	28.3	H	2.9
14	20040501	86.2	86.2	0	82.3	82.3	0	37	157.5	65.9	26.57	35	M	3.9
15	21040501	112	113	1	111	111	0	64	173.5	91.3	30.33	34.1	H	1
16	22040501	91	91	0	89	88.5	0.5	52	156	67.5	27.74	35.1	H	2
17	26040501	110	110	0	102	102.3	-0.3	65	169.5	78.1	27.18	24.8	H	8
18	27040501	102	101.5	-0.5	104	102	2	58	166	76.5	27.76	21.9	H	-2
19	05050501	81	80.5	-0.5	75	73	2	47	153.5	54.6	23.17	29.3	M	6
20	12050501	108	109	1	105.5	106	-0.5	56	170.5	89.7	30.86	31.7	H	2.5
21	17050501	82.5	82.5	0	77.5	77.5	0	22	158	60.5	24.23	28.3	M	5
22	19050501	107	107	0	103	103.5	-0.5	69	168	80	28.34	30	H	4
23	19050502	97.5	97.5	0	94.5	94.5	0	43	159.5	67.9	26.69	34.2	M	3
24	31050502	111.5	114.5	3	112.5	113	-0.5	23	172.5	103.8	34.88	33	H	-1
25	2060502	81.5	81.5	0	79	79	0	53	157.5	59.4	23.95	27.3	M	2.5
26	14060501	98	95.7	-2.3	93	93.5	-0.5	40	167	71	25.46	26.2	H	5
27	16060501	94.5	94	-0.5	90	91	-1	36	180	84	25.93	27.2	H	4.5
28	23060501	80.5	80.5	0	76	76	0	40	151	55.7	24.43	26.3	M	4.5
29	28060502	95	95	0	92	92	0	40	185	94.4	27.58	31	H	3
30	05070501	87	87	0	82.5	82.5	0	41	167	68.9	24.71	36.1	M	4.5
31	06070501	80	81	1	73	73	0	36	164.5	54.9	20.29	25.6	M	7
32	13070501	102	102	0	96	96	0	61	176	82	26.47	27.3	H	6
33	14070501	100.4	100.4	0	69.3	69.3	0	28	148	44.6	20.36	20.5	M	31.1

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

RECOGIDA DE DATOS MEDICIÓN DE ELEVACIÓN DIAFRAGMÁTICA (HOJA A RELLENAR EN EL PROCESO DE MEDICIÓN.) HEMIDIAFRAGMA DERECHO. GRUPO CONTROL														
Nº	NUMERO DE IDENTIFICACION	PERIMETROS TORACICOS						OTROS PARAMETROS						
		CM ANTES	CM DESPUES	DPER	CM ANTES	CM DESPUES	DPER	EDAD	TALLA	PESO	IMC	MASA GRASA	SEXO	OP IND ESP ANTES
		INSP	INSP		ESP	ESP								
1	14030502	100	100.2	0.2	99	99	0	46	154.5	73.2	30.67	38.4	M	1
2	17030501	101	101	0	97	97	0	50	170.5	81.9	28.17	31	H	4
3	21030501	91.5	91.5	0	87.5	87.5	0	34	179	72	22.47	13	H	4
4	28030501	104	104.5	0.5	99.5	99.5	0	33	185	90	26.30	35	H	4.5
5	29030501	107.6	104.6	-3	105	105	0	45	171.5	92.3	31.38	30.5	H	2.6
6	O1040501	100	101	1	96	97	-1	48	179.5	92.2	28.62	27.2	H	4
7	O7040501	116.5	116.5	0	115	115	0	41	174.5	109.9	36.09	37.6	H	1.5
8	12040501	109.6	109.6	0	108.5	108.5	0	49	160.5	82.6	32.06	32.2	H	1.1
9	13040501	79.8	79.4	-0.4	76	76	0	41	158	54.6	21.87	27.6	M	3.8
10	18040501	89	89	0	86.5	86.3	0.2	53	154	62.1	26.18	35.9	M	2.5
11	19040501	98.5	98.5	0	95	95	0	65	164	72.5	26.96	25.8	H	3.5
12	25040501	97.5	97.5	0	94.5	94.5	0	43	158.5	69.3	27.59	36.9	M	3
13	28040501	94	94	0	91	91	0	43	154	70.4	29.68	40	M	3
14	29040501	97.6	97.6	0	92.6	92.6	0	62	162.5	71.6	27.11	24	H	5
15	O3050501	91.5	92	0.5	87	87.5	-0.5	49	155	65.9	27.43	33.8	M	4.5
16	O4050501	80	80	0	76	76.5	-0.5	48	147.5	48.5	22.29	23.5	M	4
17	10050501	109.5	112	2.5	106	108	-2	48	157	82.3	33.39	38.4	H	3.5
18	31050501	81.5	82	0.5	77	77	0	46	144.5	43.7	20.93	19.6	M	4.5
19	O2060501	103.5	103.5	0	97.5	97.5	0	35	177	89	28.41	26.9	H	6
20	O7060501	91	91	0	98	98	0	51	159.5	64.8	25.47	26.2	H	-7
21	21060501	104.5	104	-0.5	99	99	0	48	173	80	26.73	28	H	5.5
22	22060501	112.5	113.7	1.2	110.5	111.5	-1	50	162	90	34.29	31	H	2
23	28060501	102.5	102.5	0	97.5	97.5	0	53	163	80.4	30.26	40.1	M	5
24	29060501	103.5	103.5	0	99	98	1	45	168.5	77.8	27.40	27.6	H	4.5
25	13070502	103	103	0	96	97	-1	36	182	90	27.17	31.7	H	7
26	15070501	97	96	-1	86	86	0	35	173	75.9	25.36	21.2	H	11
27	18070501	111.9	113.1	1.2	105.6	105.6	0	35	179.5	102.2	31.72	31.7	H	6.3
28	19070501	76.5	78.1	1.6	71.5	72.5	-1	42	151	50.2	22.02	18.6	M	5
29	20070501	100.4	100.4	0	90.2	92.2	-2	45	174	75	24.77	27.8	H	10.2
30	22070501	95.6	95.6	0	91.3	91	0.3	50	158.5	65.8	26.19	21.7	H	4.3
31	26070501	111.3	111.3	0	104	103	1	60	167	82	29.40	30.8	H	7.3
32	29070501	84	84	0	77	77	0	35	161	62.5	24.11	30.1	M	7

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

RECOGIDA DE DATOS MEDICIÓN DE ELEVACIÓN DIAFRAGMÁTICA (HOJA A RELLENAR EN EL PROCESO DE MEDICIÓN.) HEMIDIAFRAGMA IZQUIERDO. GRUPO CONTROL.														
Nº	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN	PERIMETROS TORACICOS						OTROS PARAMETROS						
		CM ANTES	CM DESPUES	DPER	CM ANTES	CM DESPUES	DPER	EDAD	TALLA	PESO	IMC	*MASA GRASA	SEXO	OP. MS. ESP. ANTES
		INSP	INSP		ESP	ESP								
1	14030502	100	100.2	0.2	99	99	0	46	154.5	73.2	30.67	38.4	M	1
2	17030501	101	101	0	97	97	0	50	170.5	81.9	28.17	31	H	4
3	21030501	91.5	91.5	0	87.5	87.5	0	34	179	72	22.47	13	H	4
4	28030501	104	104.5	0.5	99.5	99.5	0	33	185	90	26.30	35	H	4.5
5	29030501	107.6	104.6	-3	105	105	0	45	171.5	92.3	31.38	30.5	H	2.6
6	O1040501	100	101	1	96	97	-1	48	179.5	92.2	28.62	27.2	H	4
7	O7040501	116.5	116.5	0	115	115	0	41	174.5	109.9	36.09	37.6	H	1.5
8	12040501	109.6	109.6	0	108.5	108.5	0	49	160.5	82.6	32.06	32.2	H	1.1
9	13040501	79.8	79.4	-0.4	76	76	0	41	158	54.6	21.87	27.6	M	3.8
10	18040501	89	89	0	86.5	86.3	0.2	53	154	62.1	26.18	35.9	M	2.5
11	19040501	98.5	98.5	0	95	95	0	65	164	72.5	26.96	25.8	H	3.5
12	25040501	97.5	97.5	0	94.5	94.5	0	43	158.5	69.3	27.59	36.9	M	3
13	28040501	94	94	0	91	91	0	43	154	70.4	29.68	40	M	3
14	29040501	97.6	97.6	0	92.6	92.6	0	62	162.5	71.6	27.11	24	H	5
15	O3050501	91.5	92	0.5	87	87.5	-0.5	49	155	65.9	27.43	33.8	M	4.5
16	O4050501	80	80	0	76	76.5	-0.5	48	147.5	48.5	22.29	23.5	M	4
17	10050501	109.5	112	2.5	106	108	-2	48	157	82.3	33.39	38.4	H	3.5
18	31050501	81.5	82	0.5	77	77	0	46	144.5	43.7	20.93	19.6	M	4.5
19	O2060501	103.5	103.5	0	97.5	97.5	0	35	177	89	28.41	26.9	H	6
20	O7060501	91	91	0	98	98	0	51	159.5	64.8	25.47	26.2	H	-7
21	21060501	104.5	104	-0.5	99	99	0	48	173	80	26.73	28	H	5.5
22	22060501	112.5	113.7	1.2	110.5	111.5	-1	50	162	90	34.29	31	H	2
23	28060501	102.5	102.5	0	97.5	97.5	0	53	163	80.4	30.26	40.1	M	5
24	29060501	103.5	103.5	0	99	98	1	45	168.5	77.8	27.40	27.6	H	4.5
25	13070502	103	103	0	96	97	-1	36	182	90	27.17	31.7	H	7
26	15070501	97	96	-1	86	86	0	35	173	75.9	25.36	21.2	H	11
27	18070501	111.9	113.1	1.2	105.6	105.6	0	35	179.5	102.2	31.72	31.7	H	6.3
28	19070501	76.5	78.1	1.6	71.5	72.5	-1	42	151	50.2	22.02	18.6	M	5
29	20070501	100.4	100.4	0	90.2	92.2	-2	45	174	75	24.77	27.8	H	10.2
30	22070501	95.6	95.6	0	91.3	91	0.3	50	158.5	65.8	26.19	21.7	H	4.3
31	26070501	111.3	111.3	0	104	103	1	60	167	82	29.40	30.8	H	7.3
32	29070501	84	84	0	77	77	0	35	161	62.5	24.11	30.1	M	7





RECOGIDA DE DATOS MEDICIÓN DE ELEVACIÓN DIAFRAGMÁTICA (HOJA A RELLENAR EN EL PROCESO DE MEDICIÓN.)							
NOMBRE Y APELLIDOS DEL EXAMINADOR/A _____							
NÚMERO IDENTIFICACIÓN	LADO	CENTÍMETROS ANTES	CENTÍMETROS DESPUÉS	DIFERENCIA DDP	GRUPO		
		ESP	ESP				
	D						
	I						
	D						
	I						
	D						
	I						
	D						
	I						
	D						
	I						
	D						
	I						
	D						
	I						

# Apéndice III. Hoja de información al paciente y consentimiento

---

HOJA DE CONSENTIMIENTO POR ESCRITO

## Tema del ensayo: TÉCNICA DE ESTIRAMIENTO DEL DIAFRAGMA TORÁCICO

*El estudio se realizará sobre un músculo llamado diafragma situado en el tórax, antes y después de hacer una técnica de estiramiento manual sobre ese músculo que consiste en traccionar del reborde costal anterior y lateral, con las manos del investigador y hacia la cabeza del sujeto de estudio en posición tumbado boca arriba, para lo cual se harán dos radiografías de tórax antes y después de la técnica, y dos mediciones de perímetros torácicos, sobre el tórax descubierto y con los lugares de medición marcados con un rotulador sobre la piel.*

Yo,

(Nombre y Apellidos)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con: JOSÉ ENRIQUE MÁRQUEZ AMBITE

(Investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria. Comprendo que puedo retirarme del estudio.

Cuando quiera.

Sin tener que dar explicaciones.

Sin que esto repercuta en los cuidados sobre mi salud.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Lugar..... de..... de 200.....

Firma del paciente

Firma del investigador

Firma del testigo cuando el consentimiento informado sea dado oralmente

# Índice de imágenes

IMAGEN 1. Putz K, Pabst R- Atlas de Anatomía Humana Sobotta- PORCIONES DEL DIAFRAGMA- 20ª Edición- Tomo 2- Panamericana- 1994- Página 69.

IMAGEN 2. Putz K, Pabst R- Atlas de Anatomía Humana Sobotta- RELACIONES DEL DIAFRAGMA- 20ª Edición- Tomo 2- Panamericana- 1994- Página 70.

IMAGEN 3. McMinn R M, Hutchings R T- Gran Atlas de Anatomía Humana- DIAFRAGMA Y RELACIONES VISCERALES. A la izquierda, arriba y abajo, relaciones del diafragma con el hígado. Arriba a la derecha, relación con el pericardio, y abajo a la derecha con el bazo- Tomo 2- 1993- Océano/Centrum- Páginas 212, 226, 192, 193 y 233.

IMAGEN 4 . Kapandji A I- Fisiología Articular- ESQUEMA DE LA ACCIÓN DEL DIAFRAGMA TORÁCICO SOBRE LAS COSTILLAS- Tomo 3- 5ª Edición- Panamericana- 1998- Página 27.

IMAGEN 5 Mesa BUCKY.

IMAGEN 6. Esquema de las referencias para dirigir el haz.

IMAGEN 7. Dirección del haz con respecto a nuestra referencia anatómica.

IMAGEN 8. Ejecución de la técnica de estiramiento del diafragma, variante bilateral y en supino.

IMAGEN 9. Posicionamiento del paciente sobre el "Bucky" vertical.

IMAGEN 10. A la izquierda, imagen del tope lateral para acotar la ubicación del paciente. A la derecha límites para la colocación de los pies del paciente.

IMAGEN 11. Material Radiográfico. De izquierda a derecha y de arriba abajo, consola, generador, reveladora y chasis.

IMAGEN 12. Aparatos de medición. De izquierda a derecha de arriba abajo, monitor de grasa corporal, escuadra, tallímetro y cinta métrica con dinamómetro.

IMAGEN 13. Clichés radiográficos antes y después. Sujeto 15030501.

# Índice de tablas

**TABLA 1.** Protocolo de actuación en la captación del sujeto de estudio.

**TABLA 2.** Protocolo de actuación en la toma de datos de las variables a estudio.

**TABLA 3.** Coeficientes de Correlación Intraclass para las variables DP, DDP, PER y DPER.

**TABLA 4.1 y 4.2.** Pruebas de Normalidad, de Levene y T para las características iniciales de ambos grupos.

**TABLA 5.** Estadísticos descriptivos para las variables DP y DDP.

**TABLA 6.** Pruebas de normalidad para las variables dependientes principales del estudio.

**TABLA 7.** Prueba T de Student para el hemidiafragma derecho.

**TABLA 8.** Prueba U de Mann-Whitney para el hemidiafragma izquierdo.

**TABLA 9.** Estadísticos obtenidos en la comparación entre las DP antes y después en cada hemidiafragma y en cada grupo.

**TABLA 10.** Prueba T para distribución de las DP en un mismo individuo.

**TABLA 11.** Correlaciones entre las DDP.

**TABLA 12.1 y 12.2.** Correlaciones desglosadas por grupo y lado.

**TABLA 13.** Descriptiva de los perímetros torácicos y de las DPER.

**TABLA 14.** Prueba de normalidad para las DPER.

**TABLA 15.** Prueba U de Mann-Whitney para las DPER.

**TABLA 16.** Descriptiva de los estadísticos de las variables independientes de estudio.

**TABLA 17.** Índices de Correlación de Pearson entre DP y perímetros, grupo intervención.

Efectividad de la técnica de estiramiento del diafragma torácico objetivada con radiografía de tórax.

**TABLA 18.** . Índices de Correlación de Pearson entre DP y perímetros, grupo control.

**TABLA 19.** . Índices de Correlación de Pearson entre DDP y DP, y edad, peso, IMC, y % de masa grasa.

**TABLA 20.**  $R^2$  para la DDP del grupo intervención lado derecho.

**TABLA 21.**  $R^2$  para la DDP del grupo intervención lado izquierdo.

**TABLA 22.**  $R^2$  para la DDP del grupo control lado derecho.

**TABLA 23.**  $R^2$  para la DDP del grupo control lado izquierdo.

**TABLA 24.** Percentiles correspondientes a la división de los valores de la muestra en tres grupos.

**TABLA 25.** Valores que toman los intervalos de cada uno de los tres grupos en que hemos dividido las DDP.

**TABLA 26.** Tabla de contingencia para DDP intervención derecha con respecto a las patologías Médicas.

**TABLA 27.** Tabla de contingencia para DDP intervención izquierda con respecto a las patologías Médicas.

**TABLA 28.** Tabla de contingencia para DDP control derecho con respecto a las patologías Médicas.

**TABLA 29.** Tabla de contingencia para DDP control izquierdo con respecto a las patologías Médicas.

**TABLA 30.** Resultado Prueba Chi- Cuadrado para las variables cualitativas.

# Índice de abreviaturas

**IMC** Índice de Masa Corporal.

**DP** Distancia de la línea marcada por el plano que contiene el platillo superior de la 7ª vértebra dorsal hasta la línea tangente a la cara superior de cada hemicúpula diafragmática y paralela a la anterior.

**DPER** Diferencia de perímetros torácicos.

**IRM** Imagen por resonancia magnética.

**Pdi** Presión transdiafragmática.

**DDP** Diferencia en centímetros de las distancias que hay desde el plano que contiene al platillo superior de la séptima vértebra dorsal hasta el plano paralelo al anterior y tangente a cada hemicúpula diafragmática, entre el antes y el después de realizar la técnica de estiramiento del diafragma, o de realizar el control.

**PER** Perímetros torácicos.

**CCI** Coeficiente de Correlación Intraclase.

## Índice de gráficas

**Gráfica 1.** Histogramas para las distribuciones de todas las DDP.

**Gráfica 2.** Diagramas de cajas para las distribuciones de todas las DDP.

**Gráfica 3.** Diagramas de cajas para las distribuciones de todas las DP.

**Gráfica 4.** Diagramas de dispersión. Representaciones gráficas de las correlaciones observadas en la Tabla 9.

**Gráfica 5.** Diagrama de dispersión grupo intervención lado derecho.

**Gráfica 6.** Diagrama de dispersión grupo intervención lado izquierdo.

**Gráfica 7.** Representación gráfica de la distribución de los grupos de DDP, en función de las patologías médicas encontradas en su Historia Clínica.

**Gráfica 8.** Neiger H. Estiramientos Analíticos Manuales. CURVA TENSIÓN/DEFORMACIÓN DE UN CUERPO HOMOGENEO. Panamericana- 1997- Página 18.

# Bibliografía

- 
- 1 Pai V, Wen H. Rapid-otion based cardiac navigators: using the high flow blood volume as marker for the position of the heart. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2003; 5(4): 531-43.
  - 2 Giraud P, De Rycke Y, Dubray B, Helfre S, Voican D, Guo L, Rosenwald JC, Keraudy K, Housset M, Touboul E, Cosset JM. Conformal radiotherapy (CRT) planning for lung cancer analysis of intrathoracic organ motion during extreme phases or breathing. *Int J Radiant Oncol Biol Phys*. 2001;15:1081-92.
  - 3 Cassidy PJ, Schneider JE, Grieve SM, Lygate C, Neubauer S, Clarck K. Assesment of motion gating st estrategies for mouse magnetic resonance at high magnetics fields. *JMRI*. 2004 Feb; 19(2): 229-37.
  - 4 Osco Muñoa GA. La influencia de la técnica de estreching de la parte anterior del diafragma en los valores espirométricos en fumadores. Tesis para la obtención del diploma en osteopatía. EOM. 2005.
  - 5 Wade OL. Movements of the thoracic cage end diaphragm in respiration . *J.Physiol*. 1954.
  - 6 Alexander C. Diaphragm movements end the diagnosis or diaphragmatic paralysis . *Clin Radiol* 1966;17:79-83.
  - 7 Putz K, Pabst R. *Átlas de Anatomía Humana Sobotta*. Madrid: Panamericana; 1994.
  - 8 Whitelaw WA, Hajdo LE, Wallace JA. *Exercise Physiol .J.Appl. Physiol. Respir. Environ* ; 55 : 1899-1905.
  - 9DeTroyer A, Sampson M, Sigrist S, Macklem PT. *Environ. Exercise Physiol J. Appl. Physiol. Respir*. 1982;53:30-39.
  - 10 Baudoin Y P .The superior epigastric artery does not pass through Larrey’s spae. *SRA*. 2003;25:259-62.
  - 11 Rochester DF. The diaphragm: contractile properties and fatigue. *J Clin Inves*. 1985 May; 75:1397-1402.
  - 12 Guyton AC, Hall J E. *Tratado de Fisiología Médica*. 9<sup>th</sup> ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana;1996.p.155.
  - 13 Gandevia SC, Mckenzie DK, Phasman BL.. Activation of human respiratory muscles during different voluntary manouvres. *J Physil*. 1995;428:387-403.
  - 14 Kirk A. Abraham, Howard Feingold, David D. Fuller, Megan Jenkins, Jason H. Mateika and Ralph F. Fregosi. Respiratory-related activation of human abdominal muscles during exercise. *J Physiol*. 2002;51:653-663.
  - 15 Kapandji AI. *Fisiología Articular*. Madrid: Panamericana; 1998.
  - 16 Moxham J, Morris AJR, Spiro SG, Edwards RHT, Green M. *Thorax*. 1981;36:164-168.
  - 17 Bellemare F, Woods R, Bigland-Ritchie. Bethesda. *J Neurophysiol*. 1983;50:1380-1392.
  - 18 Butler JE, McKenzie DK, Gandevia SC. Discharge propieties and recruiment of diaphragmatic motor units during voluntary inspiratory tasks. *J Physiol*. 1999;518.3:907-920.
  - 19 West JB. *Fisiología Respiratoria*. Panamericana: Buenos Aires;2002.
  - 20 Gaskell DV, Webber BA. *Fisioterapia Respiratoria: Guia del Hospital Brompton*. Navarra: Ediciones Universidad de Navarra; 1996.p.20.

- 
- 21 Costa D, Vitti M, De Oliveira Tosello D, Costa RP. Participation of the sternocleidomastoid muscle on deep inspiration in man. An Electromyographic study. *Electromyography and clinical Neurophysiology*. 1994;34(5):315-320.
- 22 Pedrosa C S. Diagnóstico por imagen, tratado de Radiología Clínica. Tomo I. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 1990.
- 23 Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during repetitive postural task. *J Physiol*. 2000;522:165-175.
- 24 Zedka M, Prochazka A. Phasic activity in the human erector spinae during repetitive hand movement. *J Physiol*. 1997;504:727-734.
- 25 Daggefheldt K, Thorstensson A. The role of abdominal pressure in spinal unloading. *J Biomech*. 1997;30:1119-1133.
- 26 Hernandez R. Temas de Biomecánica y Patomecánica. Madrid: INSERSO; 1987.p. 276.
- 27 Kirk A, Abraham, Howard Feingold, David D. Fuller, Megan Jenkins, Jason H. Mateika and Ralph F. Fregosi. Respiratory related activation of human abdominal muscles during exercises. *International Journal of Clinical Practice*. 2004;58(6).
- 28 Mittal RK, Rochester DF, MacCallum RW. Electrical and mechanical activity in the human lower esophageal sphincter during diaphragmatic contraction. *J Clin Invest*. 1988;81:1182-1189.
- 29 Gandevia SC, Gorman RB, McKenzie PK, Southan FCG. Dynamic changes in human diaphragm length: maximal inspiratory and expulsive efforts studied with sequential radiography. *J Physiol*. 1992;457:166-167.
- 30 Macklem PT, Macklem DM, De Troyer A. Exercise Physiology. *J Appl Physiol Respir Environ* 1983;55:547-557.
- 31 Poole DC, Sexton WL, Farkas GA, Powers SK, Reid MB. Diaphragm structure and function in health and disease. *Med Sci Sports Exercise*. 1997 Jun;29 (6): 738-54.
- 32 West JB. Fisiología Respiratoria. Buenos Aires: Panamericana; 2002.
- 33 Hinsey JC, Hare k, Philips R. Sensory Components of the phrenic nerve. *Proceedings of the society of Experimental Biology and Medicine* ;41:411-414.
- 34 Shannon R. Reflexes from respiratory muscles and costovertebrals points. *Handbook of Physiology*. 1986;seccion 3.
- 35 Aminoff MJ, Sears TA. Spinal integration of segmental, cortical and breathing inputs to thoracic respiratory motoneurons. *J Physiol*. 1971; 215: 557-575.
- 36 Anthony J. Rice, Hideaki C. Nakayama, Hans C. Haverkamp, David F. Pegelow, James B. Skatrud and Jerome A. Dempsey. Controlled versus assisted mechanical ventilation effects on respiratory motor output in sleeping humans. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1): 92-101.
- 37 Maskill D, Murphy K, Mier A, Owen M, Guz A. Motor cortical representation of the diaphragm in man. *J Physiol*. 1991;443:105-121.
- 38 Bellemare F, Grassino A. Effect of pressure and timing of contraction on human diaphragm fatigue. *J Appl Physiol*. 1982;53:1190-1195.
- 39 Isaev G, Murphy K, Guz A, Adams L. Areas of the brain concerned with ventilatory load compensation in awake man. *J Physiol*. 2002;593(3):935-945.
- 40 Laghi F, Cattapan SE, Jubran A, Parthasarathy S, Warshawsky P, Choi YS, Tobin MJ. Is weaning failure caused by low-frequency fatigue of the diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167:120-127.
- 41 Jardim J. *Am Rev Respir Dis*. 1981:124.
- 42 Juan G. *N England J Med* 1984;310:874-879.
- 43 Colebatch JG, Adams L, Murphy K, Martin AJ, Lammertsma AA, Tochon-Danguy HJ, Clark JC, Friston KJ and Guz A. Regional Cerebral Blood Flow during volitional breathing in man. *J Physiol*. 1991;443:91-103.
- 44 Orts LLorca F. Anatomía Humana. Barcelona: Científicomédica; 1985.p. 611.
- 45 Ceccaldi A, Faure JF. Les Pivots osteopathiques. París: Masson ; 1986.
- 46 Escuela de Osteopatía de Madrid. Apuntes en formato htlm y div.x: seminario "Charnela dorso-lumbar, diafragma y articulación coxofemoral". Madrid; 2004.

- 
- 47 Bienfait M. *Physiologie de la Therapie manuelle*. Saint-Mont: Universidad Permanente de Terapia Manual Saint-Mont; 1987.p. 154.
- 48 Spanoghe JM. *The great abdominal manoeuvre*. Belgica; 1991.
- 49 Rochester DF, Braun NMT, Aora NS. *Am Rv Respir Dis*. 1979; 119:151-154.
- 50 Pilat A. *Terapias Miofasciales: Inducción Miofascial*. Madrid: Mc Graw Hill Interamericana; 2003.
- 51 Denys-Struyf G. *Manual del Mezierista Tomo I*. Barcelona: Paidotribo; 1998.
- 52 Monteau R, Hilaire G. *Spinal respiratory motoneurons*. *Prog Neurobiol*. 2001;36:83-144.
- 53 Cathie AG. *Soft Tissue Changes that may follow postural defects*. Mewark Ohio. American Academy of Osteopathy; 1983.
- 54 Upledger JE, Vrevoogd JD. *Therapie cranio-secre*. París: IPCO; 1983.
- 55 Ricard F, Salle J. *Tratado de Osteopatía*. Madrid: Mandala; 1991.
- 56 Ricard F. *Tratamiento Osteopático de las lumbalgias y ciáticas*. Madrid: Panamericana; 2000.
- 57 Simons D, Travell J, Simons L. *Dolor y disfunción miofascial*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2002.
- 58 Aliverti A, Ghidoli G, Delleca RI, Pedotti A, Macklem PT. Chest wall kinematic determinants of diaphragm length by optoelectronic plethysmography and ultrasonography. *J Apply Physiol*. 2003 Feb;94(2):621-30.
- 59 Downie PA. *Kinesioterapia para trastornos torácicos, cardiacos y vasculares*. Buenos Aires: Panamericana; 1996.
- 60 Busquets L. *Las cadenas musculares. Tomo II*. Barcelona: Paidotribo; 1998.
- 61 Hodges PW, Butler JP, MacKenzie D, Gandevia SC. Contraction of the human diaphragm during postural adjustment. *J Physiol*. 1997;505: 539-548.
- 62 Costa MM, Pires-Neto MA. Abdominal Investigation of the esophageal and aortic hiatuses physiologic, clinical, and surgical considerations. *Anat Sci Int*. 2004;79(1):21-31.
- 63 Scherrer U, Pryor, SL., Bertocci LA., Victor RG. Arterial Baroreflex buffering of sympathetic activation during exercise induced elevations in arterial pressure. *Journal of Clinical Investigation*. 1990; 86:1855-1861.
- 64 Dent J, Dodds RH, Friedman, Seriguchi T, Hogan WJ, Arndorfer RC, Petrie DJ. Mechanism of gastroesophageal reflux in recumbent asymptomatic human subject. *J Clin Invest*. 1980; 65:256-267.
- 65 Bellamare F, Ritchie BB, and Woods JJ. Contractile properties of the human diaphragm in vivo. *J Appl Physiol*. 1986; 61:1153-1161.
- 66 Atkinson D, Burcher M, Declerck J, Noble JA. Respiratory motion compensation for 3-D freehand echocardiography. *Ultrasound Med Biol*. 2001 Dec;27(12):1615-20.
- 67 Okiemy G, Foucault C, Avisse C, Hidden G, Riquet M. Lymphatic drainage of the diaphragmatic pleura to the peritracheobronchial lymph nodes. *Surg Radiol Anat*. 2003; 25(1):32-5.
- 68 Arun CP. The importance of being asymmetric: the physiology of digesta propulsion on Earth and in Space. *Annals of the New Academy of Sciences*. 2004 Nov;1027:74-84.
- 69 Hodges PW, Heijnen I, Gandevia SC. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *J Physiol*. 2001 Dec 15;537 (Pt 3): 999-1008.
- 70 Hemburg B, Moritz U, Loing H. Intraabdominal pressure and trunk muscle activity during lifting. IV. The causal factors of the intraabdominal pressure rise. *Schandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 1985;17:25-38.
- 71 Papisiris S, Kotanidou A, Malagari K, Roussos C. Clinical review: severe asthma. *Crit Care*. 2002 Feb;2(1):30-44.
- 72 Gee JBL, Parcker BS, Millen JE, Robin ED. Pulmonary Mechanics during Pregnancy. *J Clin Invest*. 1967;46(6):945-952.
- 73 Gee JBL, Packer BS, Millen J, Robin ED. Pulmonary mechanics during Pregnancy. *J Clin Invest*. 1997;46(8).

- 
- 74** Takazakura MD, Takahashi MD, Norihisa MD, Kiyoshi MD. Diaphragmatic motion in the sitting and supine positions: Healthy subject study using a vertically open magnetic resonance system. *J Magn Reson Imaging*. 2004;19:605-609.
- 75** Guyton AC, Hall JE. *Tratado de Fisiología Médica*. 9th ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana; 1996.p.154.
- 76** Gaskell DV, Webber B A. *Fisioterapia Respiratoria: Guía del Hospital Brompton*. Navarra: Ediciones Universidad de Navarra; 1996.p.21.
- 77** Onders RP, Aiyar H, Mortimer JT. Characterization of the human diaphragm muscle with respect to the phrenic nerve motor points for diaphragmatic pacing. *Am Surg*. 2004 Mar;70 (3): 241-7.
- 78** De Troyer A, Capello M, Meurant N, Scilia P. Synergism between the canine left and right hemidiaphragms. *J Appl Physiol*. 2003May;94(5):1757-65.
- 79** Kendall HO, Kendall FP. *Músculos pruebas y funciones*. Barcelona: Jims; 2000.p.276.
- 80** Chen R, Kayser B, Yan S, Macklem PT. Twitch transdiaphragmatic pressure depends critically on thoracoabdominal configuration. *J Apply Physiol*. 2000 Jan;88(1):54-60.
- 81** Delplanque D, Antonello M. *Fisioterapia y reanimación respiratoria*. Barcelona: Masson; 1997. p.14.
- 82** Ayoub J, Metge L, Dauzat M, Lemerre C, Pourcelot L, Prefaut C, Lopez FM. Diaphragm kinetics coupled with spirometry M-mode ultrasonographic an fluoroscopy study; preliminary results. *J Radiol*. 1997 Aug;78(8): 563-8.
- 83** Felson B, Weinstein S, Spitz H. *Principios de Radiología torácica*. Barcelona: Científico Médica; 1985.
- 84** Swillow RA, Taylor E, Roebuck EJ, Whitley AS. *Posiciones en radiografía*. Barcelona: Masson; 1988.
- 85** Iwamoto H, Sugaya R, Sugi H. Force velocity relation of frog skeletal muscle fibres shortening under continuously changing load. *J Physiol*;422:185-202.
- 86** Sorban RB, McKenzie DK, Southon FCG, Gandevia SC. Influence of dynamic properties of muscle on diaphragmatic tension during inspiratory and expulsive efforts. *Australian Physiological and Pharmacological Society*;21:150.
- 87** Cheta A et al. Chest Radiography cannot predict diaphragm function. *Respiratory Medicine*. 2005 Jan;99:39-44.
- 88** De Gregorio MA, Villavieja JL, Aguiran ER. *Radiología para estudiantes*. Zaragoza: Facultad de Medicina Universidad de Zaragoza; 1999.
- 89** Rouviere H, Delmas A. *Anatomía Humana. Descriptiva, topográfica y funcional*. 10th ed. París: Masson; 1999.
- 90** Monnier JP, Tubiana JM. *Manual de radiodiagnóstico*. Barcelona: Masson ; 1994.
- 91** Thitiporn MD, Gierada DS, Slone RM, Tuteur PG. Variation in Diaphragm position and Sharpe in adults with normal pulmonary function. *Chest*.2003 jun;123(6):2019-2027.
- 92** Möler TB. *Parámetros normales en radiología*. Madrid: Marbán; 1998.p. 50.
- 93** Casado MRE, Manso JM, Moro JA, Barbosa E. *Curso de anatomía radiológica del tórax*. Valladolid: Universidad de Valladolid; 1992.
- 94** Kondo T. A dynamic analysis of chest wall motions with MRI in healthy young subjects. *Respirology* 2000;5( issue 1):19.
- 95** Bailey D. *Saskatchewan child growth and development study*. Saskatoon: University of Saskatchewan; 1967.
- 96** Esparza RF. *Manual de cineantropometría*. SI: Sn; 1961.p. 60-61.
- 97** Benhnke AR, Willmore JH. *Evaluation and regulation of body build and composition*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall; 1974.
- 98** Ross WD, Marfell-Jones MJ. *Kinantropometry*. Ottawa: Canadian Association of sport sciences; 1982.
- 99** Weiner JS, Lourie JA. *Practical human biology*. Nueva York: Academic Press; 1981.
- 100** Hrdlicka A. *Anthropometry*. Philadelphia: Unistar Institute of anatomy and biology.

- 
- 101** Osborne R, De George F. Genetics Bases of morphological variation. Cambridge MA: Harvard University Press; 1959.
- 102** Snell RS. Anatomía clínica para estudiantes en Medicina. Mexico: McGraw Hill; 2002.p.64.
- 103** Dufour M, Peninou G. Kinesioterapia: Evaluaciones Técnicas pasivas y activas. Buenos Aires: Panamericana; 1988.p.14.
- 104** Lhoman TG, Roche AF. Anthropometric standarization reference manual. Champaign: Human Kinetics Books; 1988.
- 105** Cameron N, Molinari L. Methods in Human Grow Research. Cambridge: Cambridge University Press; 2004.
- 106** De Garay AL, Levine L, Carter. Genetic and anthropological studies of Olympic athletes. Nueva York. Academic Press; 1974.
- 107** Pacanowski T. La reducción pulmonar consolida sus resultados. Diariomedico; 2002 15Ap.
- 108** Monnier JP, Tubiana JM. Manual práctico de técnicas de radiodiagnóstico. Paris: Masson; 1996.
- 109** Dennis CA, Mary CR, Eisenberg RL. .Posiciones radiográficas Manual de Bolsillo. Barcelona: Masson; 1996.
- 110** Tixa S. Atlas de anatomía palpatoria del cuello, tronco y extremidad superior. Barcelona: Masson; 2002.p. 33, 39 y 49.
- 111** SEDECAL. Manual de utilización de generador SHF -330 "compact Generador;2005.
- 112** Holm T, Palmer PES, Lehtinen E. Sistema Radiológico basico de la OMS, Manual de Técnica radiográfica. Ginebra: OMS; 1986.
- 113** ISO. Catalogue ISO. Genova; 1997.p. 99-100.
- 114** Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evolución de la fiabilidad en las observaciones clínicas : el coeficiente de correlación intraclase. Med Clin. 1998;110:142-145.
- 115** Fleiss JL. The design and análisis of clinical experiments. New York: Wiley: 1986.
- 116** Suwatanapongched T, Gierada DS, Slone RM, Pilgram TK, Tuteur PG. Variation of the diaphragm position and shape in adults with normal pulmonar function. Chest 2003;123(6):2019-27.
- 117** Keats TE, Sistrom C. Atlas de medidas radiológicas. 7th ed. Madrid : Harcourt; 2002.
- 118** Edman KAP, Elzinga G, Noble MIM. Residual force enhancement after stretch of contracting for the single muscle fibers. J Gen Physiol. 1982;80:769-784.
- 119** Luo YM at al. Effect of volume on the oesophageal diaphragm EMG assessed by magnetic phrenic nerve stimulation. Eur Respir J. 2000 Jun;15(6):1033-08.
- 120** Dudley FR. The diaphragm: contractile properties and fatigue. J Clin Invest; 1985 May;1397-1402.
- 121** Neiger H. Estiramientos analíticos manuales. Madrid: Panamericana; 1998.
- 122** Almazan G. Lecciones y técnicas osteopáticas. Tentativa de explicación neurofisiológica. Madrid: Salvat Publicaciones Científicas.
- 123** Esnault. Estiramientos analíticos en Fisioterapia. Barcelona: Masson; 2002.
- 124** Perez Casas A, Bengoechea ME. Anatomía Funcional del Aparato Locomotor. Oviedo: Suma; 1987.
- 125** Giraud P, De Rycke Y, Dubray B, Helfre S, Voican D, Guo L, et al. Conformal radiotherapy (CRT) planning for lung cancer analysis of intrathoracic organ motion during extreme phases of breathing. Int J Radiant Oncol Biol Phys 2001;51(4):1081-92.
- 126** Johnson RL Jr., Hsia CC, Takeda S, Wait JL, Glenn RW. Efficient design of the diaphragm:distribution of blood flow relative to mechanical advantage. J Appl Physiol. 2002;93(3):925-30.
- 127** Hodges W, Butler JE, McKenzie DK, Gandevia SC. Contraction of the diaphragm during rapid postural adjustments. J Physiol. 1997:595.
- 128** Nebelkopf H. Recognizing Signs and symptoms measuring abdominnal pressure treating abdominal compartment syndrome. Am J Nurs. 1999;99(11):53-59.
- 129** Papiris S, kotanidou A, Malagari K, Roussos C. Clinical Review: Severe asthma. Critical Care. 2002;6(1).

- 130** Bellemare F, Grassino A, J Appl Physiol Respir Environ Exercise Physiol. 1983;55:8-15.
- 131** Eastwood PR, Hillman DR, Finucane KE. Respiratory muscle performance in endurance athletes and sedentary subjects. J Physiol. 2002;541(issue 2):653.
- 132** Blanchani P, Goyal K, Phillips A, Sapiro M. Mechanics of sphincter Action. J Clin Invest. 1973;52.
- 133** Henke KG, Sarta M, Pegelow D, Dempsey J. Regulation of end-expiratory lung volume during exercise. J Appl Physiol. 1988;64:135-136.
- 134** Croix CM, Morgan B, Wetter J, Dempsey A. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex sympathetic. Journal of Physiology 2000: 529 .
- 135** McKenzie D K, Bigland-Ritchie B, Gorman R B, Gandevia S C. Control and peripheral fatigue of human diaphragm and limb muscles assessed by twitch interpolation. J Physiol. 1992;454:643-656.
- 136** Tolep K, Higgins N, Muza S, Criner G, Kelsen SG. Comparison of diaphragm strength between healthy adult elderly and young men. Am J Respir Crit Care Med. 1995;152(2):677-82.
- 137** Wanke T, Schenz G, Zwick H, Popp W, Ritschka L, Flicker M. Dependence of maximal sniff generated mouth and transdiaphragmatic pressures on lung volume. Thorax. 1990;45(5):352-5.
- 138** Suzuki S, Yoshiike Y, Suzuki M, Akahori T, Hasegawa A, Okubo T. Respiratory muscle training and respiratory sensation during treadmill exercise. Chest. 1993;104(1):197-202.
- 139** Johnson BD, Babcock MA, Suman OE, Dempsey JA. Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. J Physiol. 1993;460:385-405.
- 140** Toshiki A, White AP, Edwards JK, Beauregard J, Shea SA. Phasic mechanoreceptors stimuli can induce phasia activation of upper airway muscles in humans. J Physiol. 2001;513(3):677-691.