

Universidad Cardenal Herrera-CEU

Departamento de Fisioterapia



Análisis, evaluación y comparación de los valores espirométricos tras la aplicación de la técnica de estiramiento muscular del diafragma y la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Dña. María Isabel Rocha Ortiz

Dirigida por:

Dra. Dña. María Teresa Pérez Gracia

VALENCIA

2015

Memoria presentada por Dña. M^a Isabel Rocha Ortiz
para optar al grado de Doctora en Fisioterapia



Universidad
Cardenal
Herrera
CEU

Dña. María Teresa Pérez Gracia, Profesora Catedrática del Departamento de Farmacia, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad CEU Cardenal Herrera,

INFORMA:

Que la Tesis Doctoral titulada **"ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS VALORES ESPIROMÉTRICOS TRAS LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE ESTIRAMIENTO MUSCULAR DEL DIAFRAGMA Y LA TÉCNICA DE IMPULSO EN ROTACIÓN DEL NIVEL CERVICAL DE C₃-C₄"** ha sido realizada por Dña. María Isabel Rocha Ortiz, bajo mi dirección y cumple los requisitos para su defensa.

Y para que así conste, firmo el presente en Moncada (Valencia) a 23 de enero de 2015.

Fdo.: Dra. María Teresa Pérez Gracia

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora María Teresa Pérez Gracia, por haberme guiado desde los preliminares hasta la culminación de este estudio, a su constancia en la resolución de cada duda que me ha surgido, y a la Doctora Sonia del Rio Medina por su colaboración en el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad Cardenal Herrera CEU de Elche, por facilitar todo el material necesario para poder realizar el estudio.

A Rocio Rodrigo Capella, técnico de laboratorio de la Universidad Cardenal Herrera CEU de Elche, por su gran colaboración como evaluador, ha sido imprescindible en la realización de esta tesis.

A Jose Antonio Quesada Rico por su indispensable asesoramiento y enseñanza en los planteamientos y cálculos estadísticos.

A todos los alumnos de la Universidad Cardenal Herrera CEU de Elche, que han sido un eslabón principal para este estudio y siempre han mostrado su máxima disponibilidad, facilitando las tareas de la investigación.

A mi esposo e hijos, que me han esperado para darles un abrazo, después de tantas horas diarias dedicadas a este estudio.

A mis padres, que en el año 1996, me motivaron a estudiar la carrera de Fisioterapia y dieciséis años más tardes me han traído hasta aquí. Gracias por estar siempre conmigo.

ÍNDICE

ÍNDICE

I. ANTECEDENTES.....	3
1. FISIOTERAPIA RESPIRATORIA.....	5
2. TÉCNICAS DE FISIOTERAPIA RESPIRATORIA.....	6
2.1. NO CONVENCIONALES.....	7
2.1.1. Técnicas espiratorias de flujo rápido (TEFR).....	7
2.1.2. Técnicas de espiración forzada (TEF).....	7
2.1.3. Técnica de tos dirigida (TD) o tos provocada (TP).....	8
2.1.4. Técnicas espiratorias de flujo lento (TEFL).....	8
2.1.5. Técnica inspiratorias lentas.....	9
2.1.6. Técnicas espiratorias lentas.....	9
2.2. CONVENCIONALES.....	10
3. EL DIAFRAGMA.....	12
3.1. ANATOMÍA DEL DIAFRAGMA.....	12
3.1.1. Inserciones musculoesqueléticas.....	12
3.1.2. Centro frénico.....	15
3.1.3. Orificios del diafragma.....	16
3.1.4. Orificios principales.....	16
3.1.4.1. Orificio de la vena cava inferior.....	16
3.1.4.2. Orificio aórtico.....	16
3.1.4.3. Orificio esofágico.....	16
3.1.5. Orificios accesorios.....	17
3.2. INERVACIÓN: NERVIO FRÉNICO.....	18
3.2.1. Trayectoria del nervio frénico.....	19
3.3. RELACIONES ANATÓMICAS DEL DIAFRAGMA.....	22

3.3.1. Sistema neurovegetativo.....	22
3.3.2. Órganos intratorácicos.....	23
3.3.2.1. Pleura y el pulmón.....	23
3.3.2.2. Corazón.....	24
3.3.3. Órganos abdominales.....	25
3.3.3.1 . Esófago y estómago.....	25
3.3.3.2. Hígado.....	27
3.3.3.3. Duodeno y el páncreas.....	28
3.3.3.4. Riñón.....	30
3.3.3.5. Colon.....	30
3.3.4. Región torácica.....	31
3.4. VASCULARIZACIÓN DEL DIAFRAGMA.....	32
3.4.1. Sistema de la arteria aorta.....	32
3.4.2. Aorta ascendente y Cayado aórtico.....	32
3.4.3. Arteria Torácica.....	33
3.4.4. Arteria Abdominal.....	34
3.4.4.1. Ramas Viscerales impares.....	34
3.4.4.1.1. Tronco celíaco.....	34
3.4.4.1.2. Arteria mesentérica superior.....	35
3.4.4.1.3. Arteria mesentérica inferior.....	36
3.4.4.2 Ramas viscerales pares.....	36
3.4.4.2.1. Arterias suprarrenales, renales y gonadales.....	36
3.4.4.2.2. Rama parietal impar: arteria sacra media.....	37
3.4.4.2.3. Ramas parietales pares: arterias frénicas inferiores y arteria lumbares.....	37

4. DIAFRAGMA Y RESPIRACIÓN	40
4.1. Mecanismo respiratorio.....	40
4.2. Control de la respiración.....	42
4.3. Mecánica ventilatoria.....	43
4.4. Mecanismo respiratorio accesorio.....	45
4.5. Mecanismo de la contracción diafragmática.	45
4.6. Movimientos diafragmáticos de las vísceras abdominales.....	45
5. VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES	46
6. ANATOMÍA REGIONAL DEL RAQUIS CERVICAL	49
6.1. Osteología.....	50
6.2. Estructuras capsuloligamentosas.....	51
6.3. Miología.....	53
6.3.1. Comportamiento y acción muscular.....	55
6.3.2. Fascias anteriores del cuello.....	55
6.3.2.1. Aponeurosis cervical superficial.....	56
6.3.2.2. Aponeurosis cervical profunda o prevertebral.....	56
6.3.2.3. Aponeurosis visceral.....	57
II. JUSTIFICACION E HIPÓTESIS	61
III.OBJETIVOS	67
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	71
1. TAMAÑO MUESTRAL Y SUJETOS DEL ESTUDIO	71
2. DISEÑO DEL ESTUDIO	72
3. CRITERIOS DE ESTUDIO	73

3.1 .Criterios de inclusión.....	73
3.2 .Criterios de exclusión.....	73
3.3 .Consideraciones éticas.....	74
4. TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN.....	75
4.1 .Grupo de “Intervención 1”: técnica de estiramiento muscular del diafragma.....	75
4.2 .Grupo de “Intervención 2”: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C ₃ -C ₄ ..	78
4.3 .Grupo de “Intervención 3”: técnica de estiramiento muscular del diafragma y técnica de impulso en rotación del nivel cervical C ₃ -C ₄	79
4.4 .Grupo de “Intervención 4”: simulación de una técnica.....	80
5. GRUPOS DE INTERVENCIÓN.....	81
5.1 .”Grupo de Intervención 1” (G1) con la técnica de estiramiento muscular del diafragma.....	81
5.2 .”Grupo de Intervención 2” (G2) con la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C ₃ -C ₄	82
5.3 .”Grupo de Intervención 3” (G3) con la técnica de estiramiento muscular del diafragma y con la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C ₃ -C ₄ ..	83
5.4 .”Grupo control” (G4).....	84
6. VARIABLES DE ESTUDIO.....	86
6.1 .Variables dependientes.....	86
6.1.1. Variable principal (CVF).....	86

6.1.2. Variables secundarias (FEV, PEF).....	86
6.2 .Variables independientes.....	86
6.3 .Variables ganancia.....	87
7. MÉTODO DE EVALUACIÓN: ESPIROMETRÍA.....	89
7.1 . Material utilizado.....	89
7.2 . Secuencia del estudio.....	92
7.2.1. Evaluador y sala de evaluación.....	92
7.2.2. Interventor y sala de intervención.....	95
7.2.3. Secuencia de la evaluación y la intervención.....	97
8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	98
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	101
1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES.....	103
2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES RESPUESTA.....	117
3. ANÁLISIS DE LA HOMOGENEIDAD DE LOS GRUPOS DE INTERVENCIÓN.....	128

4. ANÁLISIS DEL ENMASCARAMIENTO EN EL PROCESO DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES RESPUESTA.....	129
5. ESTUDIO DEL CAMBIO DE LAS VARIABLES RESPUESTA EN LOS GRUPOS DE INTERVENCIÓN Y EN CADA PUNTO DEL TIEMPO.....	130
5.1. Efecto de las covariables cuantitativas en la respuesta.....	130
5.2. Estudio de la respuesta media en cada grupo de intervención.....	149
5.3. Estudio del cambio de la respuesta media antes y después de la intervención.....	150
5.3.1. Análisis global.....	151
5.3.2. Análisis por grupo de intervención.....	152
5.3.3. Análisis segmentados por género, horas de deporte a la semana e intensidad de la actividad deportiva.....	155
5.4. Análisis de las variables Delta 1 y Delta 2.....	164
6. LIMITACIONES DE ESTUDIO.....	168
VI. CONCLUSIONES.....	171
VII. RESUMEN.....	175
VIII. SUMMARY.....	185
IX. ANEXOS.....	195
X. BIBLIOGRAFÍA.....	203

ABREVIATURAS

ABREVIATURAS

ANCOVA: Análisis de la covarianza con medidas repetidas para cada variables respuesta por separado

ANOVA: Análisis de la varianza

ATS: American Thoracic Society

C₀-C₁: Unión atlasoccipital

C₁-C₂: Unión atlantoaxial

C₃: Nivel cervical 3

C₄: Nivel cervical 4

C₅: Nivel cervical 5

CART: Ciclo activo de la respiración

cm: Centímetros

CPT: Capacidad pulmonar total

CRF: Capacidad residual funcional

CV: Capacidad vital

CVF: Capacidad vital forzada

D₁₀: Décima vértebra dorsal

D₁₂: Duodécima vértebra dorsal

DA: Drenaje autógeno

Delta1FEV1: Diferencia del volumen de aire expulsado durante el primer segundo de post-intervención y el pre-intervención

Delta2FEV1: Diferencia del volumen de aire expulsado durante el primer segundo a los cinco minutos y el pre-intervención

Delta1PEF: Diferencia del PEF durante el primer segundo de post-intervención y el pre-intervención

Delta2PEF: Diferencia del PEF durante el primer segundo a los cinco minutos y el pre-intervención

DP: Drenaje postural

DS: Desviación típica

EDIC: Ejercicio de decúbito inspirado controlado

EF: Espiración forzada

EI: Espirometría incentiva

ELPr: Espiración lenta prolongada

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

ERS: European Respiratory Society

ETGOL: Espiración lenta prolongada con glotis abierta infralateral

FR: Fisioterapia respiratoria

FTC: Fisioterapia torácica convencional

FEV1: Volumen espirado máximo en el primer segundo de la espiración forzada

G1: Grupo de intervención 1

G2: Grupo de intervención 2

G3: Grupo de intervención 3

G4: Grupo control

IC: Intervalo de confianza

IMC: Índice de masa corporal

kg.m⁻²: Kilogramos/metros cuadrados

L: Litros

L/min: Litros por minuto

L4: Cuarta vértebra lumbar

M: metros

MANCOVA: Análisis de la covarianza con medidas repetidas para cada una de las variables cuantitativas

5MIN: 5 minutos

PEF: Flujo espiratorio máximo

PEP: Presión espiratoria positiva

PREINT: Pre intervención

PIP: Punto de igual presión

POSINT: Post intervención

s: segundos

SD: Desviación típica

SEPAR: Sociedad Española de Neumología y Cirugía torácica

SNA: Sistema nervioso autónomo

T1: Espirometría pre-intervención previa

T2: Espirometría pre-intervención inmediata

T3: Espirometría pre-intervención a los cinco minutos

TD: Técnica de la tos dirigida

TEF: Técnica de espiración forzada

TEFL: Técnicas espiratorias de flujo lento

TEFR: Técnica espiratoria de flujo rápido

TP: Técnica de la tos provocada

TESVR: Técnicas de eliminación de secreciones de las vías respiratorias

VCR: Volumen de aire corriente

VM: Ventilación minuto

VRE: Volumen de reserva espiratorio

VRI: Volumen de reserva inspiratorio

I. ANTECEDENTES

El diafragma es el músculo más importante de la respiración, siendo el motor del movimiento torácico (1, 2). Divide al cuerpo en dos mitades, la superior donde se encuentran los pulmones y el corazón, y la inferior que está en contacto con el hígado, la vesícula biliar, el estómago, el bazo y los riñones; y es atravesado por el esófago, la aorta abdominal, la vena cava inferior, los nervios simpáticos y el sistema linfático. Es un músculo impar del que se pueden distinguir tres partes: la anterolateral o costal (de la séptima a la duodécima costilla), la posterior o crural, y el tendón central o centro frénico (3-5). Todas las fibras musculares convergen hacia el centro frénico o tendón central, que está formado por fibras tendinosas que se entrecruzan en diversos ángulos a modo de fascículos que se unen a la base del cráneo, a la columna cervical y a la columna dorsal alta mediante el ligamento mediastínico anterior (6, 7).

Este músculo no sólo participa en la respiración, también influye en la morfología del esquema corporal, tanto en la estática como en la dinámica del cuerpo, mediante sus inserciones sobre las vértebras lumbares y las conexiones musculo-aponeuroticas con el resto del cuerpo (3, 8).

El diafragma se encuentra inervado por el nervio frénico que nace por una raíz principal en C₄ y por dos accesorias en C₃ y C₅ (9, 10). Llevan diversas fibras aferentes tipo III y tipo IV, desde los centros supramedulares hasta los centros medulares respiratorios (11, 12). Sus motoneuronas pueden ser activadas voluntaria y/o automáticamente vía corticoespinal o bulbar, y pueden ser inhibidas por factores químicos, no químicos o mecánicos (13-15).

En este músculo se pueden observar varios orificios, entre los que destaca el hiato aórtico que está a nivel de la D₁₂, por donde pasan la aorta, las venas ácigos y hemiácigos además del conducto torácico o espinal. Es fibroso e inelástico para que no perturbe la sangre arterial, en especial, cuando la respiración es muy intensa en los esfuerzos físicos. Después está el hiato esofágico, que está situado en la D₁₀, por donde pasan el esófago y los troncos vagales (9, 16). Es un anillo muscular que cuando se contrae el diafragma evita regurgitaciones. Y por último, está el orificio de la vena cava que se sitúa a nivel de la D₉, pasa la vena cava inferior acompañada, en ocasiones, por el nervio frénico derecho. Es fibroso y móvil y tiene como finalidad facilitar la

subida de sangre venosa en la inspiración, frenando el descenso en la espiración (17, 18).

La respiración normal en reposo se logra casi en su totalidad mediante el movimiento ascendente y descendente del diafragma, que aumenta y disminuye los diámetros de la cavidad torácica (19, 20). Su contracción en un ciclo respiratorio, provoca una inspiración, y la relajación produce una espiración. La contracción la realiza concéntrica y casi nunca isométrica (17), aunque en las apneas la actividad en su mayoría es fásica (21, 22).

La prueba básica para el estudio de la función respiratoria se realiza mediante la espirometría simple, que mide la magnitud de los volúmenes pulmonares y la rapidez con que éstos pueden ser movilizados (23).

En 1846, el británico Hutchinson, introdujo el primer espirómetro, con el que recopiló datos de la función pulmonar a más de 2000 personas. Estableció, que el valor de la capacidad vital depende de la edad, la talla, el sexo y el peso corporal (24, 25). Tiffeneau, en 1949, relacionó el volumen de aire espirado en la unidad de tiempo, dando lugar a la espirometría dinámica (26). En 1979, Joseph perfiló las pruebas de la mecánica ventilatoria, siendo uno de los pioneros de este campo (27). La evolución de los distintos espirómetros desde el inicial de Hutchinson hasta los actuales computadorizados, ha sido una verdadera revolución, cuya importancia clínica y precisión han sido ampliamente estudiadas (28, 29).

Los resultados espirométricos se pueden mejorar mediante el ejercicio físico, el yoga y las técnicas de fisioterapia (3, 30-32). Dicha mejoría se debe al entrenamiento del músculo diafragma en la respiración ya que favorece la mejora de los gases en sangre, siendo estos, el patrón mecánico de la respiración (33, 34). La respiración diafragmática óptima permite que mejoren los síntomas en los sujetos y así reducir, en su caso, la medicación que se tomen para paliar los síntomas (35-37).

La investigación clínica en fisioterapia ahonda en la búsqueda de conocimientos objetivos de la realidad mediante teorías, principios, experiencias clínicas, que pueden

ser corroboradas y aceptadas por la comunidad científica (38-40). La ética en la investigación clínica trata los principios por los que se rigen la conducta profesional en la práctica médica, tanto en relación y obligación del sanitario para el sujeto como en las relaciones interprofesionales (39, 41-43).

1. FISIOTERAPIA RESPIRATORIA

Tradicionalmente, la Fisioterapia Respiratoria (FR) es un sinónimo de las técnicas de drenaje postural y “clapping”. Desde los años 90, se ha utilizado la FR como un cajón de sastre donde se introducen diversas técnicas, las pasivas, que son las practicadas por un fisioterapeuta o adulto entrenado y las activas, que son las realizadas por el mismo sujeto sin la ayuda de otra persona, haciendo uso o no de instrumentos mecánicos (31, 44, 54).

Estas técnicas se utilizan para:

- Mejorar la higiene bronquial o desobstrucción bronquial.
- Mejorar la eficacia de la respiración o de reexpansión pulmonar.
- Facilitar la recuperación de una buena condición física.

Los primeros estudios científicos que justifican el uso de las técnicas de FR, se realizan en Inglaterra y están datados en la década de los años treinta, en pacientes intervenidos de cirugía torácica en el hospital de Brompton de Londres (46, 47). Posteriormente, se llevaron a cabo otros estudios (48-52) en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas, como bronquiolitis y fibrosis quística donde la finalidad de estas técnicas de FR eran la de ayudar a eliminar las secreciones, disminuyendo las resistencias respiratorias y corrigiendo las alteraciones de la ventilación/perfusión, para así mejorar la capacidad pulmonar y la calidad de vida de las personas (53).

Nace así en Europa una de las principales escuelas de FR, la escuela anglosajona, que es un referente en las técnicas de drenaje postural (DP), vibraciones, percusiones y técnicas de espiración forzada (TEF). La influencia de esta escuela se extiende a países como Estados Unidos y España, entre otros (54-56).

La segunda escuela de referencia de FR, es la escuela francesa que tiene su origen en Nancy (Francia). Esta escuela supone una antítesis a la anglosajona ya que defiende las variaciones en el flujo aéreo como elemento prioritario para la movilización de las secreciones del tracto bronquial. Sus investigaciones basadas en la fisiología y fisiopatología de la respiración, en reposo y en ejercicio, validan la aplicación de técnicas basadas en la modificación de flujos espiratorios e inspiratorios.

En la actualidad, existe entre estas dos escuelas, un debate internacional debido a las diferencias en la metodología terapéutica. La escuela anglosajona se basa en la utilización de técnicas de FR convencional y la francesa en técnicas de FR no convencional (57, 58).

En los últimos años, se han llevado a cabo una gran cantidad de estudios científicos en busca de la evidencia de estas técnicas, para justificar su eficacia (40, 59), y además que puedan ser autoadministradas para facilitar la independencia del sujeto y la flexibilidad de su ejecución. La demostración de la efectividad de las técnicas de fisioterapia en la mejoría respiratoria, presenta bastantes dificultades y limitaciones en los diseños de los estudios como por ejemplo, la imposibilidad de controlar que los sujetos conozcan las técnicas que se les aplican, la falta de consenso en la técnica estándar con que comparar las nuevas técnicas y la escasa precisión de las variables empleadas en la evaluación de los resultados (60, 61).

2. TÉCNICAS DE FISIOTERAPIA RESPIRATORIA

Las técnicas de FR engloban técnicas no convencionales y convencionales.

Las técnicas de FR no convencionales se clasifican en técnicas espiratorias de flujo rápido y en técnicas espiratorias de flujo lento. Las técnicas espiratorias de flujo rápido son la espiración forzada (EF) y la técnica de la tos dirigida (TD) y la tos provocada (TP). Las técnicas espiratorias de flujo lento (TEFL), en función del flujo generado, inspiratorio o espiratorio, se clasifican en técnicas inspiratorias lentas: espirometría incentiva (EI), ejercicio de decúbito inspirado controlado (EDIC) y técnicas espiratorias lentas: drenaje autógeno (DA), espiración lenta prolongada con glotis abierta en infralateral (ETGOL) (51, 62).

Dentro de las técnicas de FR convencionales tenemos: drenaje postural (DP), vibraciones y percusiones, tos dirigida (TD) y tos provocada (TP), y fisioterapia torácica convencional (FTC) (51, 63).

2.1 NO CONVENCIONALES

2.1.1 TÉCNICAS ESPIRATORIAS DE FLUJO RÁPIDO (TEFR)

Las TEFR pueden ser pasivas o activas, y se caracterizan por la compresión dinámica de las vías aéreas que está causada por la presión intratorácica que da lugar a un punto de igual presión (PIP), que modificará el flujo espiratorio (64).

El PIP se genera en las espiraciones forzadas por un aumento brusco en la presión pleural sobre valores atmosféricos, produciéndose un gradiente de presión en toda la vía aérea, desde el alveolo hasta la boca (53, 65). La aplicación brusca de la compresión para aumentar la presión pleural al inicio de la espiración o al final de la inspiración, alcanza valores cercanos a la presión atmosférica y con ello un aumento transitorio del flujo espiratorio. La velocidad del flujo espiratorio ayuda a despejar las secreciones y así facilitar su expulsión (65-67).

2.1.2 Técnica de espiración forzada (TEF)

En 1993, Prior (68) define la TEF “como una espiración forzada o soplido, a glotis abierta, realizada de medios a bajos volúmenes pulmonares, combinada con control respiratorio, con la finalidad de mover las secreciones hacia las vías proximales”.

Al realizar una espiración forzada, se corre el riesgo, de producir broncoespasmos o cierre de la glotis. Por este motivo se modificó la técnica y se combinó con otras técnicas, dando lugar a lo que se conoce como ciclo activo de la respiración (CART), que incluye sincronismo respiratorio, expansión torácica localizada, y espiraciones forzadas, combinadas o no con el drenaje postural (63, 69, 70).

Para realizar esta técnica se precisa la instrucción de un profesional sanitario que dirija al sujeto en todo momento, indicándole tanto el momento en el que tiene que realizar la espiración forzada, como el volumen pulmonar (medio o bajo) para que las secreciones vayan llegando a las vías respiratorias proximales y sean eliminadas por la boca mediante la tos (4, 28, 29, 61).

2.1.3 Técnica de la tos dirigida (TD) y tos provocada (TP)

La tos es un mecanismo fisiológico de depuración del sistema respiratorio, con el fin de limpiar la vía aérea de sustancias nocivas, de desecho, edema o pus (65, 71, 72).

Aprovechando este mecanismo, se utilizan dos modalidades de intervención, una es la técnica de la tos dirigida (TD), que se aplica cuando el individuo puede cooperar en la intervención; y otra la de la tos provocada (TP) que se utiliza en sujetos que no pueden entender ni ejecutar las instrucciones necesarias para toser de manera voluntaria. Ambas técnicas de la tos se aplican cuando las secreciones se ubican en la vía aérea proximal (65, 73, 74).

Cuando se desarrolla el mecanismo de tos, la compresión primaria ocurre en la vía aérea central, lo que contribuye a desarrollar una alta velocidad de flujo aéreo local (75). Esto probablemente explique el por qué hay autores que lo reconocen como uno de los métodos más efectivos para mejorar el transporte de las secreciones (62, 65, 75). Se utiliza al final de otras técnicas para expulsar las secreciones.

2.1.4 Técnicas espiratorias de flujo lento (TEFL)

Las técnicas de flujo lento (TEFL) se basan en la aplicación activa o pasiva de fuerzas sobre el aparato respiratorio, produciendo la variación de las presiones pleural y/o transpulmonar. Producen un barrido de las secreciones mediante un cambio en la reología de ellas, disminuyendo su componente adhesivo, lo que facilita su eliminación (44, 65, 67, 76, 77). Son técnicas muy bien toleradas por los pacientes porque implican menos gasto energético y no fatigan como las TEFr.

Dependiendo del tipo de flujo generado, inspiratorio o espiratorio, se clasifican en técnicas inspiratorias lentas y en espiratorias lentas. Dentro de las técnicas inspiratorias lentas están los ejercicios en decúbito inspirado controlado (EDIC) y la espirometría incentivada (EI); y entre las técnicas espiratorias lentas se incluyen el drenaje autógeno (DA), la espiración lenta total con glotis abierta infralateral (ETGOL) y la espiración lenta prolongada (ELPr).

2.1.5 Técnicas inspiratorias lentas

- Ejercicios en decúbito inspirado controlado (EDIC) son maniobras inspiratorias lentas y profundas, que gracias a los efectos de la posición de decúbito homolateral, permiten al pulmón tener más expansión pasiva por la hiperinsuflación pulmonar y así se puedan reexpandir las zonas pulmonares colapsadas provocando cambios de volumen.
- Espirometría incentivada (EI) utiliza el mismo mecanismo de acción que el EDIC, la hiperinsuflación. El objetivo principal es la prevención y el tratamiento de síndromes respiratorios restrictivos. Se hace uso de un espirómetro de incentivo para que el sujeto lo pueda realizar de manera autónoma.

2.1.6 Técnicas espiratorias lentas

- Drenaje autógeno (DA) es una técnica que se realiza en tres fases. La primera fase comienza con una inspiración seguida por una apnea de 2-3 s, acabando con una exhalación profunda. Con esta técnica se consigue un buen flujo de aire en las vías para mejorar la eliminación de las secreciones.

Davidson y col. (78) y McIlwein y col. (79) en sendas publicaciones realizan estudios comparando el DA con otras técnicas convencionales de fisioterapia y no obtuvieron cambios significativos en el flujo aéreo.

- Espiración lenta total con glotis abierta infralateral (ETGOL) es una técnica lenta realizada con la glotis abierta (labios no fruncidos). Para ello el sujeto se

coloca en decúbito lateral, apoyándose en el pulmón afectado, para aprovechar el efecto de la espiración lenta a bajos volúmenes pulmonares. Está reconocida como técnica para patologías pulmonares obstructivas.

Donoso y col. (80), en un estudio publicado en 2007 observaron cambios significativos en el volumen del pulmón afectado con respecto al no afectado, demostrando que la ventilación era mayor.

- Espiración lenta prolongada (ELPr) es una técnica de ayuda espiratoria aplicada al bebé obtenida por medio de una presión toracoabdominal lenta que se inicia al final de una espiración espontánea y continúa hasta el volumen residual. El objetivo de esta técnica es obtener un volumen espiratorio mayor que el de una espiración normal.

2.2 CONVENCIONALES

Las técnicas de FR convencionales consisten en combinar distintas maniobras para el drenaje y la eliminación de secreciones. Para aplicarlas se necesita la ayuda de un fisioterapeuta o de un adulto entrenado. Entre estas técnicas están:

- Drenaje postural (DP) es una técnica que pretende favorecer la eliminación de secreciones, verticalizando los bronquios con la postura del sujeto y por la acción de la gravedad. Van der Schans y col. (63, 65) afirman que esta técnica es efectiva cuando hay mucha mucosidad y está poco adherida. No obstante, existen otros estudios (70, 81, 82) que debaten su eficacia, tanto en niños como en adultos.
- Vibraciones y percusiones (“clapping”) pretenden movilizar el moco, modificando su viscoelasticidad y así favorecer su eliminación. Son técnicas que presentan muchas contraindicaciones. Estas técnicas no están validadas ni de manera aislada ni en combinación con otras técnicas (83).

- Tos dirigida (TD) el despegamiento de la mucosidad de la pared bronquial desencadena habitualmente la tos. En su defecto, puede provocarse la tos aplicando una suave presión sobre la tráquea en el hueco supraesternal al final de la inspiración. La tos produce la expectoración de la mucosidad por la boca o su deglución (53, 74, 84).
- Técnica de espiración forzada (TEF) (“huffing”) secuencia de 3-4 respiraciones diafragmáticas a volumen corriente, seguida de 3-4 movimientos de expansión torácica (inspiración lenta y profunda con espiración pasiva), repitiendo de nuevo los ejercicios de respiración controlada y finalizando con 1-2 espiraciones forzadas con la glotis abierta (“huffing”) a volumen pulmonar medio o bajo. Se realiza en diferentes posiciones (drenaje postural) o sentado. Requiere de la comprensión del paciente y por tanto sólo es aplicable a niños mayores de 4 años (85, 86).

Sutton y col. (87, 88) en sus estudios sobre la bronquitis crónica, comparó el efecto de la aplicación única de la técnica de TEF y la combinación de esta más el DP, concluyendo que era más efectiva la combinación de ambas para la remoción de secreciones, sugiriendo, por lo tanto, su incorporación al tratamiento estándar con FR.

Otros estudios (78, 79, 89) en pacientes con enfermedad obstructiva crónica (EPOC), demostraron que el drenaje bronquial y las percusiones eran seguras y bien toleradas, pero no presentaban efectos sobre los parámetros pulmonares.

Existen estudios que debaten la eficacia del DP porque produce efectos nocivos importantes en la hemodinamia, en variables ventilatorias y en las estructuras torácicas (90-97).

En relación a las técnicas de vibración y percusión, se ha demostrado que las oscilaciones producidas manualmente son muy inferiores a las necesarias para lograr el efecto tixotrópico sobre las secreciones bronquiales (98,99).

Prasad y Main (100), en su estudio comparativo de la FTC con técnicas de eliminación de secreciones para pacientes con fibrosis quística, no observaron ventajas

de la FTC sobre otras TESVR, en cuanto a la función respiratoria. Aunque los mismos autores del trabajo indican que estos resultados podían deberse a un mal diseño del estudio, a los sesgos o al corto plazo en el que se realizaron las intervenciones.

3. EL DIAFRAGMA

3.1 ANATOMÍA DEL DIAFRAGMA

3.1.1 Inserciones musculoesqueléticas

El diafragma es un músculo plano, ancho y delgado que forma un tabique entre el tórax y el abdomen. Tiene forma de cúpula con convexidad superior o torácica, y se adentra en el interior de la cavidad torácica para comunicar las cavidades pericárdica, pleural y peritoneal (101).

La parte muscular del diafragma tiene su origen en la circunferencia de la parte más inferior del tórax, que comprende la columna lumbar (*pars lumbalis*), las costillas (*pars costiles*) y el esternón (*pars esternalis*). Estos tres componentes están separados por brechas sin fibras musculares, que terminan insertándose en un tendón central, denominado centro frénico y que está considerado como la aponeurosis central (10, 101, 102).

La porción lumbar es la parte más fuerte del diafragma, en ella se insertan por la cara anterior los cuerpos vertebrales, desde la primera hasta la tercera lumbares. Se localiza a cada lado de la columna lumbar y forman los pilares diafragmáticos derecho e izquierdo (101, 103, 104).

Las inserciones vertebrales del diafragma están representadas por cordones fibrotendinosos inextensibles, conocidos como *pilares*, los cuales se distinguen en pilares principales (anteriores), accesorios (laterales) y en el ligamento arqueado (tercer pilar).

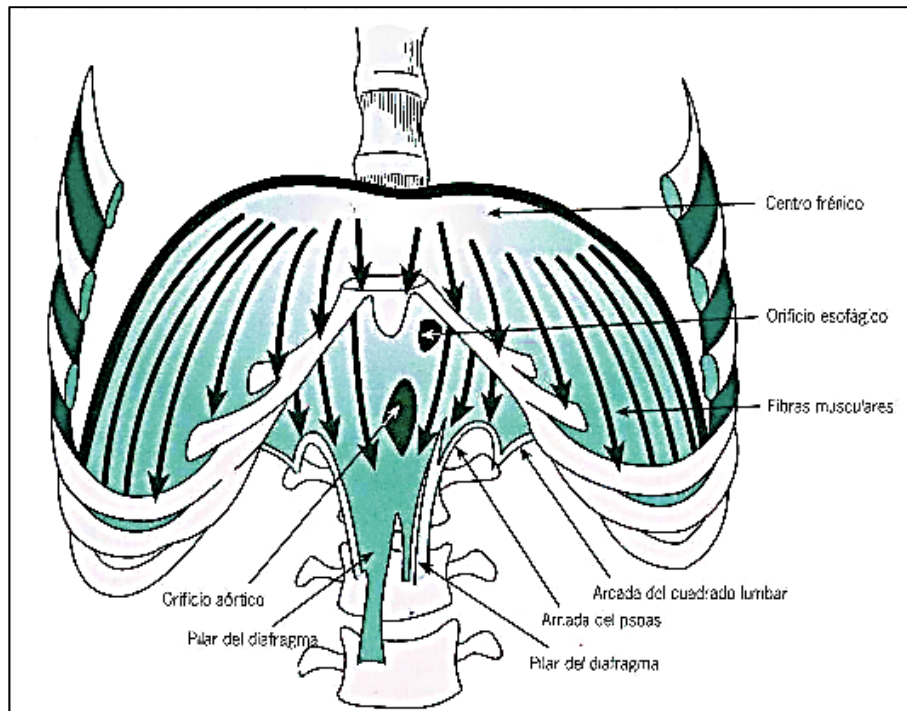


Figura 1. Inserciones musculares del diafragma. (Obtenida de "Tratado de Osteopatía Visceral y Medicina Interna; Sistema cardiorespiratorio; Tomo 1: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2008. F. Ricard. Pag.120)

De los pilares principales (anteriores) se distinguen dos, uno a la derecha y otro a la izquierda de la línea media. El pilar derecho se inserta en la cara anterior de la primera, segunda y tercera vértebras lumbares y sobre los discos intervertebrales correspondientes (Figura 1). Este pilar es más ancho y espeso que el izquierdo y limita el orificio aórtico y esofágico. El pilar izquierdo se inserta sobre la primera y la segunda vértebras lumbares y sobre los discos intervertebrales correspondientes.

Los pilares accesorios (laterales) preceden a los pilares principales. Cada uno de ellos se inserta sobre la cara lateral del cuerpo vertebral de la segunda lumbar y del disco L₁-L₂, por detrás y por fuera del pilar principal correspondiente.

El tercer pilar representa la transición entre las inserciones vertebrales y costales del diafragma, se conoce como la arcada del cuadrado de los lomos o ligamento arqueado del diafragma. Se dirige hacia arriba y adelante, convergiendo en el centro frénico (Figura 2). Tanto a la derecha como a la izquierda, el tercer pilar se desprende del vértice de la apófisis costiforme de la primera vértebra lumbar. Al pasar delante del

músculo cuadrado lumbar, describe una curva cóncava hacia abajo que lo conduce a la extremidad libre de la 12ª costilla o de la 11ª costilla, cuando la 12ª es corta. Las fibras musculares que se originan en la arcada del cuadrado de los lomos se hayan separadas por un espacio triangular conocido como “hiatus costodiafragmático”, que interrelaciona el tórax con el abdomen (105).

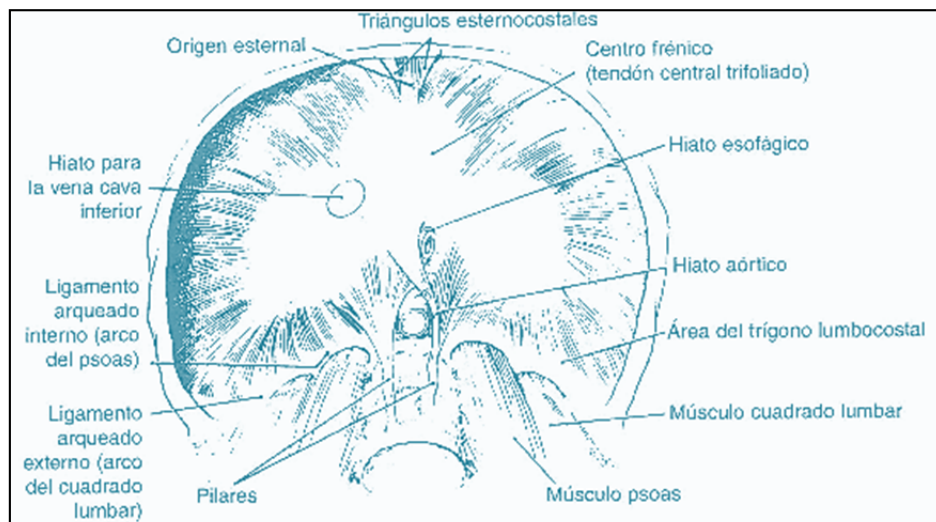


Figura 2. Los pilares del músculo diafragma. (Obtenida de “Principios y Práctica de la Medicina Manipulativa” 3º edición: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2003. PE. Greenman. Pag. 10)

La parte costal del diafragma se origina a partir de las seis últimas costillas y de sus cartílagos, irradiándose hasta el tendón central del diafragma. Las digitaciones caudales son estrechas con respecto a las digitaciones anteriores y se distinguen dos arcadas, conocidas como arcadas de Senac. La primera arcada va desde la cara interna del vértice de la 12ª a la 11ª costilla; y la segunda se extiende desde la extremidad anterior de la 11ª a la 10ª costilla (105).

La parte esternal del diafragma tiene su origen en pequeñas indentaciones de la parte posterior del músculo recto anterior y del apéndice xifoides, que se dirigen e insertan en el tendón central. Entre la porción costal y la porción esternal existe una brecha cubierta con tejido conjuntivo. Esta brecha en el lado derecho se conoce como triángulo de Morgagni y, en el izquierdo, como la fisura de Larrey (9, 106).

3.1.2 Centro frénico

El centro frénico, o parte tendinosa, es un punto fijo formado por las fibras diafragmáticas contráctiles con capacidad de adaptarse a los movimientos corporales. Constituye una lámina fibrosa y brillante conocida como “espejo de Van Helmont”. Tiene forma de trébol de tres hojas (anterior, lateral derecha y lateral izquierda) (Figura 3). La hoja anterior es la más ancha y corta, cuyo borde anterior se encuentra cerca del esternón; la hoja lateral derecha es oblicua hacia atrás y a la derecha, y está unida a la hoja anterior por una porción más estrecha donde se encuentra la vena cava inferior y por último, la hoja lateral izquierda que se expande hacia atrás y a la izquierda (107).

El centro frénico (Figura 3) está constituido por fibras fundamentales, originadas de los múltiples fascículos musculares, y por fibras de asociación, dispuestas en dos cintillas, la cintilla semicircular superior y la cintilla semicircular inferior o arciforme. La primera es oblicua y visible en la cara torácica del centro frénico, se haya en la parte posterior de la hoja derecha, pasa por dentro y detrás del orificio de la vena cava inferior y se pierde en el folículo anterior. La cintilla semicircular inferior o arciforme es visible en la cara abdominal del centro frénico, une las hojas laterales derecha e izquierda y pasa por delante y detrás del orificio de la vena cava inferior (5, 108, 109).

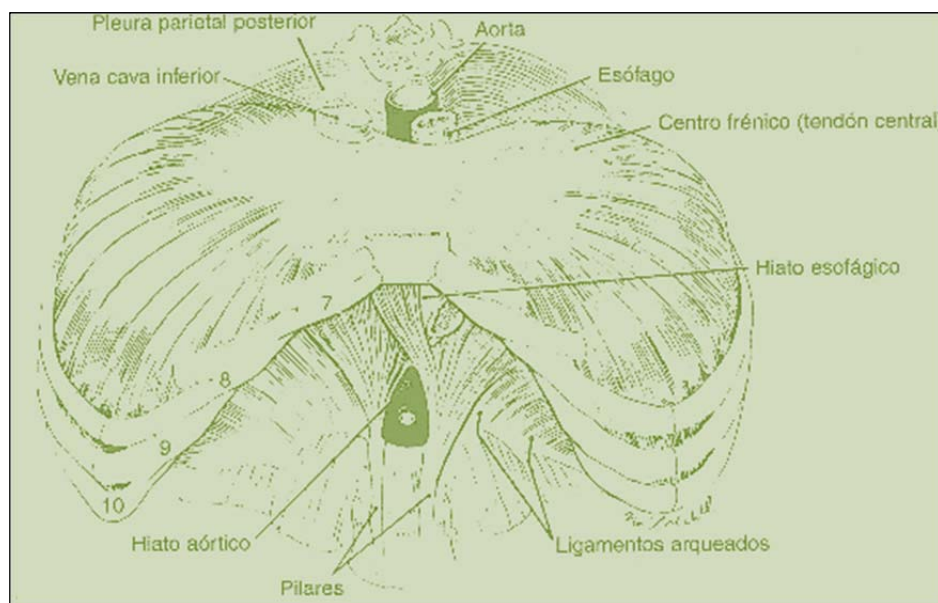


Figura 3. Centro Frénico. (Obtenida de “Principios y Práctica de la Medicina Manipulativa” 3º edición: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2003. PE. Greenman. Pág.10)

3.1.3 Orificios del diafragma

Los orificios que presenta el diafragma sirven de paso a los elementos que van del tórax al abdomen y viceversa, permitiendo un contacto entre los tejidos supradiafragmáticos e infradiafragmáticos. Se distinguen tres orificios principales, el que permite el paso a la vena cava inferior, el de la aorta abdominal, y el del esófago. Además hay otros orificios accesorios que dan paso a los nervios simpáticos y al sistema linfático (105, 110) (Figura 3).

3.1.4 Orificios principales

3.1.4.1 Orificio de la vena cava inferior

El orificio de la vena cava inferior es fibroso y es el más grande de los orificios del diafragma, además por él pasa la rama abdominal del nervio frénico derecho. Se localiza en la unión de las hojas anterior y lateral derecho del centro frénico. Morfológicamente es un cuadrilátero irregular y está rodeado por las cintillas semicirculares superior e inferior de Bourgerie (Figura 3).

3.1.4.2 Orificio aórtico

El orificio aórtico es de forma ovalada y se encuentra entre los dos pilares internos de forma ovalada, se proyecta sobre la D_{12} y da paso a la aorta. Por detrás de la aorta se encuentra el conducto torácico y por delante, en la parte alta, un entrecruzamiento muscular de las fibras internas de los pilares principales (Figura 2).

3.1.4.3 Orificio esofágico

Se ubica por delante, por arriba y a la izquierda del orificio aórtico, siendo sus bordes fibras musculares gruesas. Se proyecta sobre la D_{10} y da paso al esófago que se le adhiere íntimamente, a los dos nervios neumogástricos izquierdo (anterior) y derecho (posterior) y a los dos nervios vagos, el derecho y el izquierdo que pasan por detrás y por delante del esófago, respectivamente (Figuras 2 y 3). Existen formaciones fibrosas que unen el músculo estriado diafragmático al músculo liso esofágico.

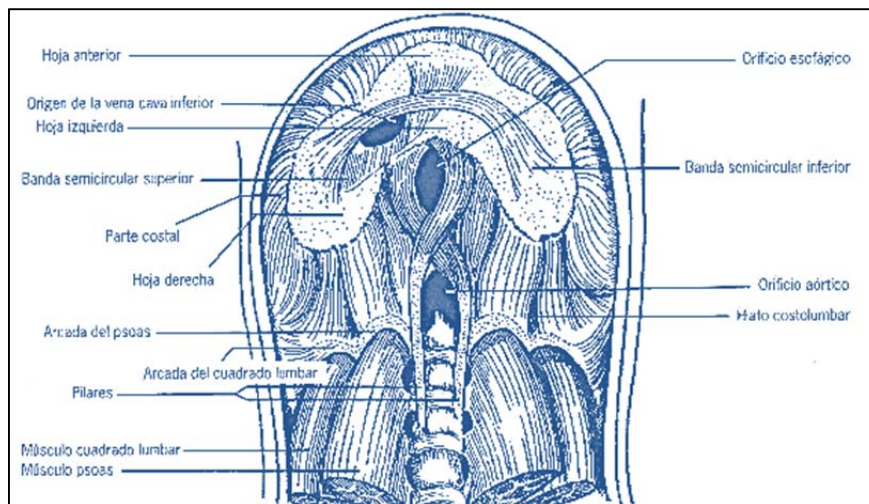


Figura 4. Orificios del diafragma y las arcadas musculares. (Obtenida de "Tratado de Osteopatía Visceral y Medicina Interna; Sistema cardiorrespiratorio. Tomo 1: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2008. Ricard F. Pág.120)

3.1.5 Orificios accesorios

Los orificios accesorios permiten el paso de estructuras vasculonerviosas que por su ubicación se distinguen entre posteriores y anteriores (105).

Los orificios posteriores se encuentran entre el pilar principal del diafragma y la arcada del músculo psoas, dando paso a la cadena simpática y a veces, al nervio esplácnico menor (Figuras 4 y 5).

Por fuera y arriba de la arcada del músculo psoas se desliza el nervio esplácnico mayor. La vena ácigo mayor está a la derecha y se dirige hacia el tórax por el orificio aórtico o por el del esplácnico mayor.

La vena hemiacigos inferior se localiza en el lado izquierdo del psoas y transcurre en sentido inverso al nervio esplácnico mayor.

El hiato costodiafragmatico establece comunicación del tejido celular entre las regiones subperitoneal y subpleural.

Los orificios anteriores presentan la hendidura de Larrey, que es un espacio triangular entre las inserciones condrales y xifoideas del diafragma; por delante de este espacio están los vasos mamarios internos que pasan a la pared abdominal entre el xifoideas y el reborde condral que permite la comunicación entre el tórax y el abdomen (111, 112).

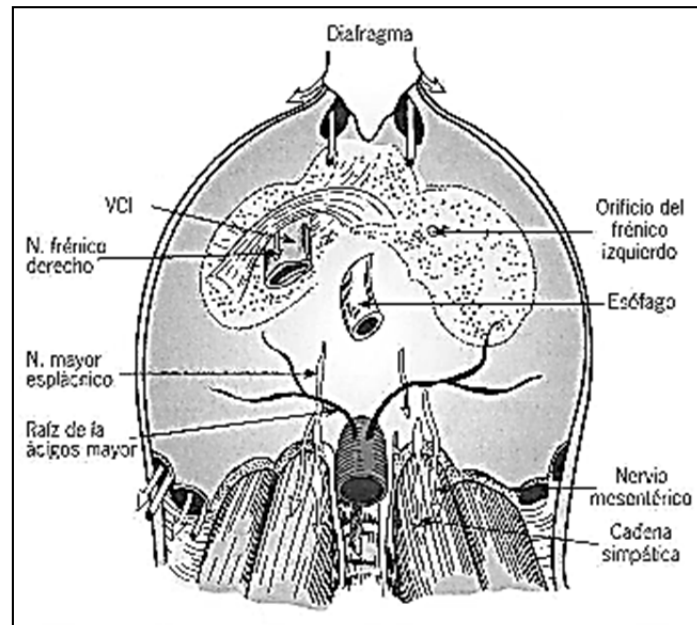


Figura 5. Orificios del diafragma (nervio frénico). (Obtenida de "Tratado de Osteopatía Visceral y Medicina Interna; Sistema cardiorrespiratorio. Tomo 1: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2008. Ricard F. Pág. 121)

3.2. INERVACIÓN: NERVIOS FRÉNICOS

El diafragma es innervado por los nervios frénicos, que surgen de las ramas ventrales de las raíces cervicales C₃, C₄ y C₅, con mayor contribución de C₄ (9, 19). Existen dos nervios frénicos, el izquierdo y el derecho y cada uno inerva el hemidiafragma ipsilateral, por lo que cada cavidad pulmonar puede funcionar con independencia de la otra, aún si un hemidiafragma está paralizado (11, 12) (Figura 5).

El nervio frénico es el nervio por excelencia del mecanismo de la inspiración. Está directamente relacionado con acciones de protección de las vías respiratorias, como toser, estornudar y expulsar el esputo (10, 113).

Cuando actúa sobre el diafragma, se lleva a cabo una respiración abdominal, de tal manera, que primero aumenta el diámetro vertical del tórax, pero también sus diámetros sagitales y transversos. Por su inervación con el nervio frénico, contribuye a ciertos esfuerzos abdominales de expulsión (114-116).

El nervio frénico es también un nervio sensitivo que inerva en particular la cúpula pleural y cuya función se extiende al pericardio y al peritoneo subdiafragmático de la región hepática (113).

Por debajo del diafragma cada nervio se divide en tres ramas frénicas abdominales divergentes que inervan el diafragma desde su superficie inferior, y aportan fibras sensitivas a la mayor parte del peritoneo que cubre el diafragma (11, 117).

3.2.1. Trayectoria del nervio frénico

El nervio frénico nace por una raíz principal de la cuarta cervical (C₄) por dos raíces secundarias inconstantes, de la tercera y quinta cervicales (C₃ y C₅) (9, 10, 11). Estas raíces son las precursoras de que sea un nervio formado por fibras motoras principalmente, aunque también contiene fibras sensitivas ortosimpáticas (118, 119). Desde su origen desciende, a través del cuello y del tórax, hasta el diafragma, que es el lugar donde finaliza su trayectoria (120).

En el cuello, el nervio desciende verticalmente por la vaina aponeurótica del escaleno anterior que es contorneado por el tronco nervioso; se inclina hacia adentro, cruzando la cara anterior y después el borde interno del músculo. Se desliza entre la arteria y vena subclavias para formar parte del domo pleural y penetrar en el mediastino anterior, región que atraviesa de arriba hacia abajo, para alcanzar el diafragma (121).

En la base del cuello, el nervio frénico está situado en la porción interna del escaleno anterior, que se proyecta en el intersticio que separa los haces esternales de los haces claviculares del músculo esternocleidomastoideo.

El trayecto torácico y la terminación son diferentes a la derecha y a la izquierda. El nervio frénico a la derecha es profundo y entra directamente al tendón central, lateral al orificio de la vena cava inferior. El nervio frénico izquierdo es largo y entra lateral al borde interno del corazón a la parte muscular del diafragma y se extiende por el hiato esofágico hasta el peritoneo (10, 122).

Dentro del tórax, el nervio frénico derecho pasa entre la arteria y vena subclavia, sigue la vena cava superior, atrio derecho y termina en el diafragma. El nervio frénico izquierdo pasa posterior a la vena braquiocefálica y sigue el borde izquierdo del corazón para llegar al diafragma. En el trayecto, el nervio frénico se ramifica a la pleura y pericardio, inerva al diafragma y también cápsulas suprarrenales, peritoneo y plexo solar (10, 122, 123).

Las ramas musculares superficiales una vez que han alcanzado el orificio de la vena cava inferior, empiezan a irradiarse, unas hacia adelante y otras hacia afuera y hacia atrás. Al principio transcurren con el espesor del centro frénico, después entre las digitaciones carnosas del diafragma y al final salen de la cara inferior del músculo penetrando entre los fascículos carnosos de origen esternal y costal, próximo a su inserción ósea.

Existen algunas anastomosis entre las ramas musculares superiores. La rama más interna se une por delante del pericardio con una rama análoga del nervio frénico izquierdo para la anastomosis prepericárdica.

La rama abdominal da lugar a digitaciones nerviosas hacia la vena cava inferior, el peritoneo y la cápsula suprarrenal derecha. Se dirige hacia la parte posterior, entre los fascículos del centro frénico para después alcanzar la cara inferior del pilar que corresponde, al cual inerva. Esta rama se anastomosa con pequeñas ramas del plexo solar para formar el plexo diafragmático derecho, cerca de la arteria diafragmática derecha; donde se localizan los ganglios frénicos (124-127).

El nervio frénico izquierdo en sus ramas musculares presenta la misma disposición que el derecho. La rama abdominal es más delgada que la derecha; en el plexo diafragmático izquierdo resultante de la anastomosis con el plexo solar, no presenta ganglios y tampoco envía ramas a la capsula suprarrenal (128-130).

El nervio frénico se anastomosa a la entrada del tórax con el nervio del subclavio y con el ganglio cervical inferior simpático, después pasa por debajo de la arteria subclavia y por fuera del asa de Vieussens (pequeño nervio que se extiende entre los ganglios cervicales medio e inferior y rodea en asa a la arteria subclavia) (Figura 6).

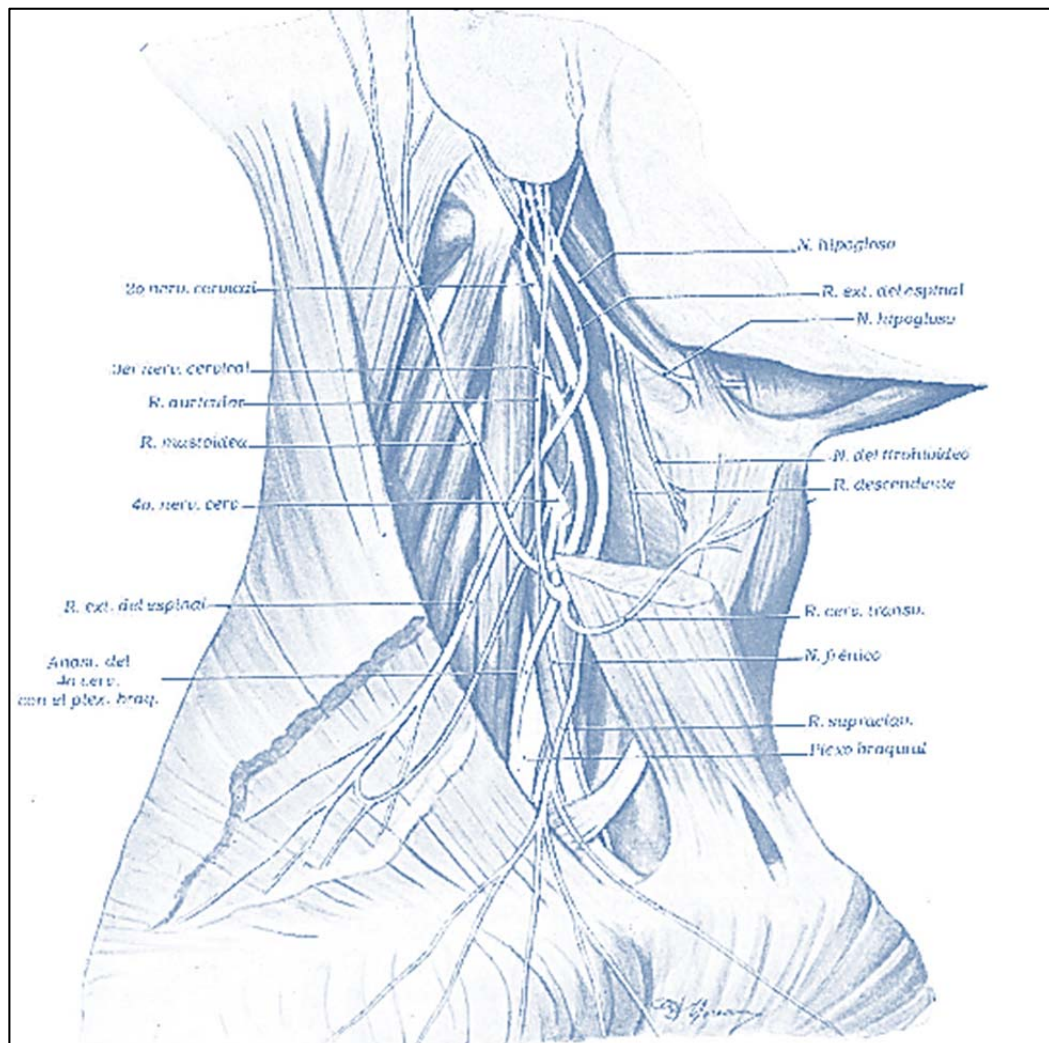


Figura 6. Trayectoria del nervio frénico. (Obtenida de "Tratado de Osteopatía Visceral y Medicina Interna; Sistema cardiorrespiratorio. Tomo 1: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2008. Ricard F. Pág. 121).

3.3. RELACIONES ANATÓMICAS DEL DIAFRAGMA

3.3.1. Sistema neurovegetativo

El sistema nervioso autónomo o vegetativo (SNA) es un componente importante del sistema nervioso constituido por neuronas y vías nerviosas que controlan el funcionamiento de los distintos sistemas viscerales del organismo mediante la homeostasis, y realiza las respuestas de adaptación ante cambios medioambientales externo e internos (131, 132).

El SNA está compuesto por tres vías eferentes (simpáticas, parasimpáticas y entéricas), que inervan el músculo cardíaco, el músculo liso de todos los órganos y las glándulas exocrinas y endocrinas. Por lo tanto, regula la respiración, la circulación, la digestión, el metabolismo, la secreción glandular y la temperatura corporal.

A principios de este siglo, Gaskell (133) y Langley (134), reconocieron las dos divisiones principales del SNA: el sistema simpático y el parasimpático. Además, Langley designó una tercera división al conjunto de los plexos submucoso de Meissner y el mientérico de Auerbach, que se encuentran en la pared del tracto gastrointestinal pero cuyo control procede de las divisiones simpáticas y parasimpáticas.

Las neuronas que están en los ganglios, sólo hacen sinapsis con las fibras simpáticas y parasimpáticas que pasan por el plexo solar para posteriormente hacer sinapsis dentro de las vísceras y coordinar sus funciones (128, 135, 136).

El tronco celíaco está formado por tres ganglios a cada lado de la 12ª vértebra dorsal: el ganglio semilunar que está justo al lado del origen del tronco celiaco, el ganglio mesentérico superior que está al lado del origen de la arteria mesentérica superior y el ganglio aorticorrenal por delante del origen de la arteria renal (137, 138) (Figura 6).

3.3.2 Órganos intratorácicos

3.3.2.1 Pleura-Pulmones

La pleura es una membrana serosa de origen mesodérmico que recubre a ambos pulmones, al mediastino, al diafragma y a la parte interna de la caja torácica (139, 140).

Esta membrana serosa se compone de una hoja visceral (pleura visceral), que tapiza el pulmón, y de una hoja parietal (pleura parietal) que está en contacto con el mediastino y la cara superior del diafragma. Ambas tienen continuidad a la altura del hilo pulmonar formando la línea de reflexión de la pleura que están en contacto entre si y limitan una cavidad virtual cerrada, denominada cavidad pleural.

Ambas cavidades pleurales sirven de espacio de desplazamiento de los pulmones durante el movimiento respiratorio (139-141).

La pleura visceral rodea y adhiere al pulmón en todas sus caras, metiéndose en ellas y tapizando las superficies que limitan las fisuras interlobulares.

La pleura parietal recubre las paredes que contiene el pulmón, distinguiéndose tres partes: la porción costal, la porción mediastínica que corresponde a las caras costal y mediastínica del pulmón, y una porción diafragmática en relación con la base y una cúpula pleural que cubre el vértice del pulmón (103, 108).

La porción costal de la pleura parietal aborda por la cara anterior al esternón, al músculo transverso del tórax y a los vasos torácicos internos; lateralmente, se une a la superficie interna de las costillas y a los espacios intercostales. Por la parte posterior, está unido a las caras laterales de la columna vertebral, desde el canal costovertebral hasta el borde posterior de la cara mediastínica del pulmón, que recubre el tronco simpático y los vasos intercostales posteriores. Y por la parte inferior, se vincula al borde inferior del pulmón. La pleura parietal costal se aplica directamente sobre la pleura diafragmática (receso costodiafragmático) y la tapiza a ambos lados del mediastino, por ello la serosa está muy adherida al diafragma (142).

La pleura mediastínica recubre los órganos del mediastino, desde el esternón hasta la columna vertebral. Estos órganos son: a la derecha, el pericardio, el nervio frénico, y los vasos pericardiofrénicoa, los vestigios del timo, el tronco braquiocefálico y la vena braquiocefálica derecha, venas cava superior e inferior, la tráquea, el esófago, la vena ácigos y el nervio vago derecho. A la izquierda, el pericardio, el arco de la aorta, la arteria carótida común izquierda, el nervio vago izquierdo, el nervio frénico izquierdo, la vena braquiocefálica izquierda, la aorta descendente, el esófago, las venas hemiacigos y el conducto torácico (142, 143).

La parte torácica anterosuperior del diafragma está cubierta por la fascia endotorácica a través de la pleura parietal (60-62).

Por encima de la novena costilla, el borde inferior del pulmón se encierra en el seno costodiafragmático de la pleura, que es profundo y ancho.

3.3.2.2 Corazón

El corazón se inserta sobre el diafragma a través de los ligamentos frénico-pericárdicos inferior, derecho e izquierdo, los ligamentos esterno-pericárdicos inferior y superior y los ligamentos vertebro-pericárdicos desde la segunda a la tercera vértebra dorsal (144, 145) (Figura 7).

Un espasmo del diafragma afecta al sistema fascial toracoabdominal, pudiendo repercutir sobre la función cardiorrespiratoria y sobre el equilibrio de las presiones intratorácicas e intraabdominales (146-148).

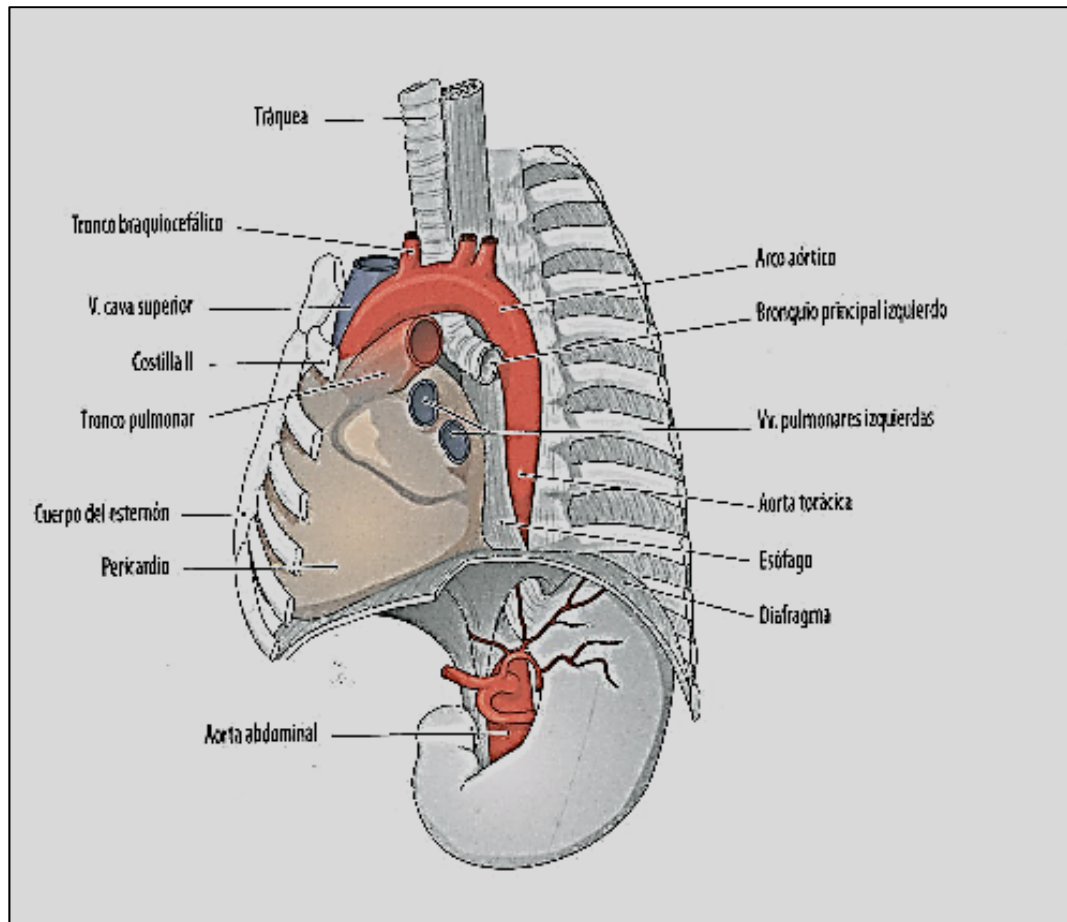


Figura 7. Relación del corazón con el diafragma. (Obtenida de "Prometheus: Texto y Atlas. Tomo 2: Cuello y órganos internos; Editorial Médica Panamericana, S.A; 2005. M. Schünke, E. Schulte. Pág. 152)

3.3.3 Órganos abdominales

3.3.3.1 Estómago y esófago

El esófago es un tubo largo que se extiende desde la faringe hasta el estómago y que sigue las curvaturas de la columna vertebral a medida que desciende desde y a través del mediastino posterior. Atraviesa inmediatamente el diafragma a la izquierda del plano medio y entra en el cardias del estómago a nivel del séptimo cartílago costal izquierdo y de la décima vértebra dorsal, rodeando el plexo nervioso esofágico y a nivel del abdomen es retroperitoneal, por estar cubierto anterior y lateral por el mismo (149, 150) (Figura 7).

El estómago es un órgano toracoabdominal que superiormente contacta con la cúpula diafragmática izquierda e inferiormente con la región epigástrica. Por lo tanto el estómago sigue los movimientos respiratorios del diafragma. La cara anterior del estómago está en contacto con el diafragma, el lóbulo izquierdo del hígado y la pared anterior del abdomen y cubierto por el peritoneo; la cara posterior y craneal del estómago está desprovista de peritoneo pero no la cara caudal (151, 152) (Figuras 8 y 9).

El diafragma produce importantes repercusiones sobre el estómago, de ello se entiende que cualquier irritación, como el caso de una hernia de hiato participa en la modificación de presiones entre el esófago y el estómago (153, 154).

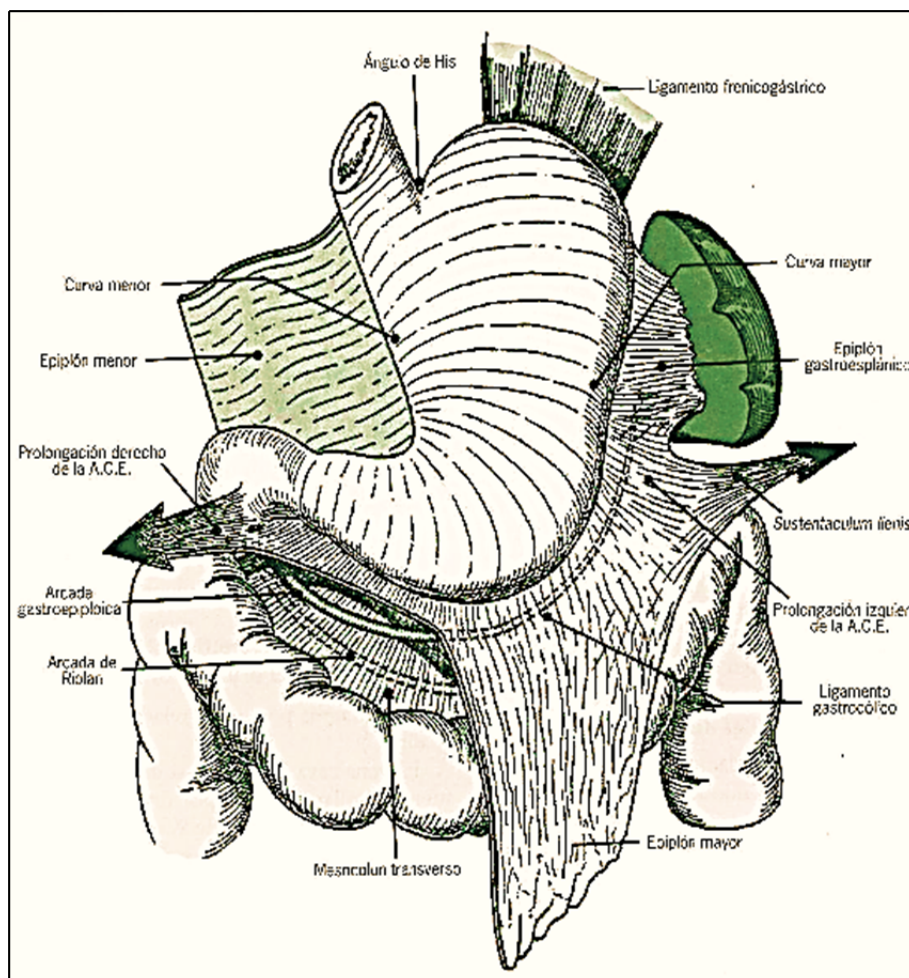


Figura 8. Relaciones del diafragma con el estómago. (Obtenida de "Tratado de Osteopatía Visceral y Medicina Interna; Sistema cardiorrespiratorio. Tomo 1: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2008. Ricard F. Pág. 126)

3.3.3.2 Hígado

El hígado presenta dos principales caras, la cara diafragmática y la visceral. La cara diafragmática es lisa y en forma de cúpula que conforma la concavidad de la cara inferior del diafragma. El hígado está cubierto por el peritoneo, pero se separa de éste en la cara diafragmática, en su porción superior, por el ligamento falciforme; en su porción posterior por la hoja inferior del ligamento coronario; y en la cara visceral por el omento menor (155, 156) (Figura 9).

El ligamento falciforme conecta la cara diafragmática con el diafragma y con la pared abdominal anterior. La cara derecha del ligamento es superior y la cara izquierda es inferior, con el órgano in situ. Este ligamento es un medio de fijación del hígado poco eficaz. Es importante en topografía, ya que divide el receso subfrénico en dos: el interhepatofrénico derecho y el izquierdo.

El ligamento coronario amarra la porción posterior de la cara diafragmática del hígado al diafragma. En ambos extremos, el ligamento coronario se encuentra prolongado por los ligamentos triangulares derecho e izquierdo. La superficie de adherencia, desprovista de peritoneo, es el área desnuda del hígado, rodeada por el ligamento coronario. De los dos ligamentos triangulares, el izquierdo está perfectamente definido y visible, por delante del hiato esofágico del diafragma. El ligamento coronario contribuye realmente a la fijación del hígado por intermedio de la cava inferior, que, con sus tributarias, constituye el medio de amarre más sólido del órgano (venas hepáticas, cápsula fibrosa alrededor de la vena, adherencias de la vena cava al centro tendinoso del diafragma y al atrio derecho del corazón) (151, 155, 157).

El omento menor tiene una inserción gástrica (en la curvatura menor, ya estudiada), y una inserción hepática. En esta inserción presenta una porción transversal (en el porta hepático) y una porción vertical (sobre los labios de la fisura del ligamento venoso, a la izquierda del lóbulo caudado). El omento menor oculta toda la parte izquierda retroportal de la cara visceral del hígado, así como el lóbulo caudado. Este medio de unión le deja mucha movilidad al hígado, para que pueda seguir los movimientos del diafragma.

El hígado está dividido en dos lóbulos, el derecho y el izquierdo y cuyo funcionamiento es independiente debido a su vascularización. Cada lóbulo posee su propio aporte sanguíneo de la arteria hepática y de la vena cava porta, y sus propios drenajes venosos y biliar (156).

El hígado al ser el órgano de mayor tamaño del organismo hace que la hemicúpula diafragmática derecha sea más baja que la izquierda (157).

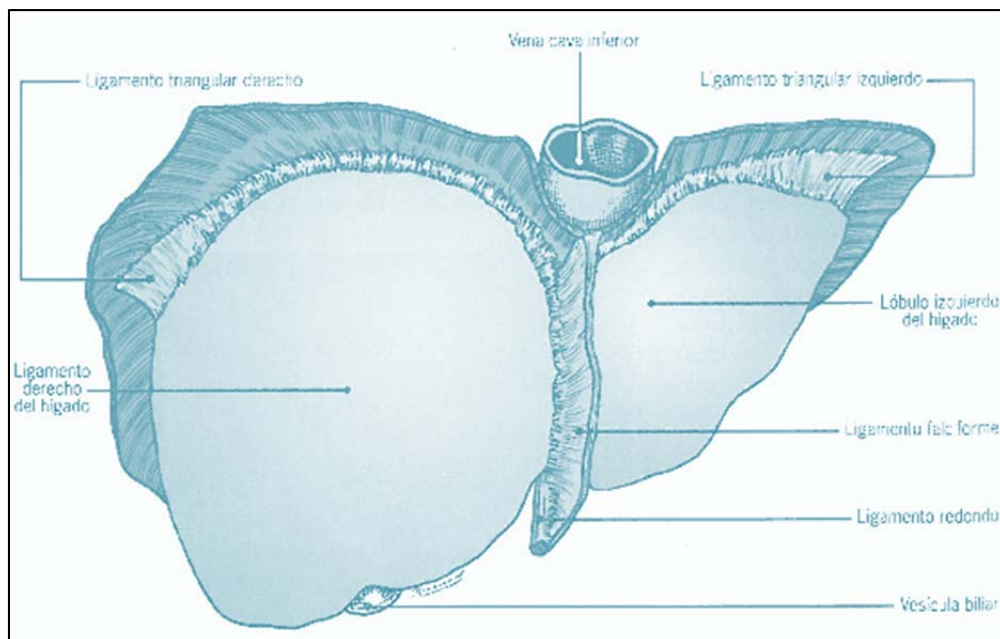


Figura 9. Ligamentos del hígado según Caddy y Kron. (Obtenida de "Tratado de Osteopatía Visceral y Medicina Interna; Sistema digestivo. Tomo 2: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2008. Ricard F. Pág.152)

3.3.3.3 Duodeno y páncreas

El duodeno es la porción más corta, ancha y fija del intestino delgado que conecta el estómago con el yeyuno. Dibuja un trayecto en forma de C y comprende cuatro partes: (158, 159) (Figura 10).

- *Porción superior:* es corta, de unos 5 cm. Se dirige hacia la derecha desde el píloro hasta el cuello de la vesícula biliar, a la altura de la segunda vértebra lumbar. Es la región típica de la úlcera duodenal.

- *Porción descendente*: es la más larga, entre 7 y 10 cm y desciende a lo largo del lado derecho de las vértebras L₁₋₁₃. Rodea el borde derecho de la cabeza del páncreas. En esta porción desembocan el ducto colédoco y el ducto pancreático. La zona donde desembocan estos ductos se denomina papila duodenal. Esta es la porción que se suele obstruir en los casos de cáncer de páncreas.
- *Porción horizontal*: mide unos 6-8 cm de longitud y cruza la tercera vértebra lumbar. Se dirige hacia la izquierda, por debajo de los vasos mesentéricos superiores y de la aorta. Es la zona típica de aplastamiento traumático del abdomen contra la columna vertebral.
- *Porción ascendente*: es corta, de unos 5 cm. Transcurre por el borde izquierdo de la columna vertebral, desde la cuarta hasta la segunda vértebra lumbar, donde termina en la flexura duodenoyeyunal.

El duodeno y el páncreas están en íntima relación con los elementos del comportamiento duodenopancreático, las vías biliares, las arcadas arteriales, la vena porta y los vasos esplénicos. Están unidos al diafragma por la fascia de Treitz (músculo suspensorio del duodeno) (Figuras 9 y 10).

Con el cuerpo del páncreas, se une a través de la fascia de Toldt, en concreto con el ángulo duodenoyeyunal que está unido al pilar izquierdo por el músculo de Treitz, el cuarto duodeno se corresponde a las inserciones del pilar izquierdo del diafragma, el segundo duodeno corresponde al pilar derecho y el tercer duodeno es el más bajo que se encuentra a la altura de la cuarta lumbar por encima de las inserciones del diafragma (151).

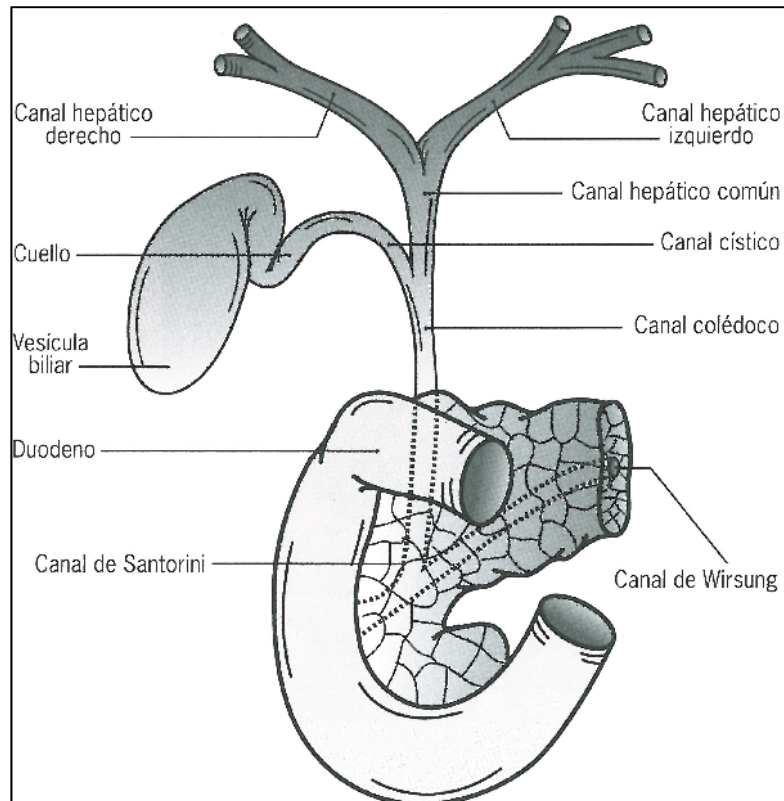


Figura 10. Anatomía de las vías biliares. (Obtenida de "Tratado de Osteopatía Visceral y Medicina Interna; Sistema digestivo. Tomo 2: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2008. Ricard F. Pág. 107)

3.3.3.4 Riñón

Los riñones están situados a ambos lados de la columna lumbar, de la duodécima vértebra torácica a la tercera lumbar. Son retroperitoneales y están incluidos en una cavidad renal y envueltos por una cápsula fibrosa y adiposa. Están sostenidos, sobre todo, por vasos y tejido adiposo, y en menor medida por estructuras ligamentosas (160, 161).

3.3.3.5 Colon

El intestino grueso es un órgano con forma de tubo, de aproximadamente un metro y medio de largo, que forma parte del sistema digestivo. Consta de varias partes llamadas ciego (con su apéndice vermiforme); colon, en donde podemos diferenciar colon ascendente, transverso, descendente y sigmoide; recto y ano. Sus paredes están

cubiertas por un epitelio simple cilíndrico, que no presenta pliegues ni vellosidades y, que forma numerosas glándulas mucosas tubulares llamadas criptas de Lieberkühn, en donde encontramos enterocitos, células caliciformes y células enteroendocrinas. Esto le confiere la capacidad de reabsorber agua y electrolitos del proceso digestivo y de secretar moco para favorecer el tránsito de los desechos semisólidos no digeridos (149, 152)

Los ángulos cólicos del intestino están suspendidos al diafragma por el ligamento frenocólico. El colon ascendente y su meso están adheridos al peritoneo parietal posterior por medio de la fascia de Toldt derecha, dejando una capacidad de desplazamiento hacia dentro del colon ascendente.

3.3.4. Región torácica

El músculo diafragma está recubierto por la fascia endotorácica, que lo separa de la pleura parietal y de la pared torácica (6, 101, 138, 162).

La fascia endotorácica es alcanzada por los vasos diafragmáticos superiores para formar un paquete vasculonervioso, que desciende hasta el diafragma y se relaciona a través de la pleura mediastinal con los órganos del mediastino anterior de forma distinta en la derecha que en la izquierda.

A la derecha, el nervio frénico sigue la cara externa de la vena cava superior, después del pericardio que cubre la aurícula derecha y pasa por delante del pedículo pulmonar derecho. Se relaciona hacia arriba con el lóbulo medio derecho y próximo a la parte anterolateral derecha de la vena cava inferior, penetra en el diafragma por la porción muscular.

A la izquierda, el nervio frénico pasa por delante del pedículo pulmonar, se adosa a la cara lateral izquierda del pericardio y describe una curva de concavidad anterior que se adapta a la convexidad del ventrículo izquierdo.

3.4 VASCULARIZACIÓN DEL DIAFRAGMA

3.4.1 Sistema de la arteria aorta

3.4.2 Aorta ascendente y cayado aórtico

Las arterias son vasos por los que circula la sangre oxigenada desde el corazón hacia las demás partes del cuerpo. Las arterias de mayor calibre nacen del corazón y se ramifican en arterias musculares de diámetro intermedio, que se dividen a su vez, en otras más pequeñas, las arteriolas. Cuando las arteriolas entran en los tejidos se ramifican en abundantes vasos microscópicos, los capilares (163-165).

Las arterias se componen de fibras elásticas que permiten su distensibilidad, estirándose sin desgarrarse en respuesta a pequeños incrementos de presión (166).

La aorta es la arteria más grande del cuerpo, con un diámetro de 2,5 cm, y se divide en aorta ascendente, cayado aórtico, aorta torácica y aorta abdominal (Tabla 1) (Figura 7).

La aorta nace directamente de la base del ventrículo izquierdo del corazón. La porción que se dirige hacia arriba se denomina aorta ascendente, luego se inclina hacia la izquierda y forma el arco o cayado aórtico, y cuando desciende se le denomina aorta descendente. Esta aorta descendente cuando pasa por la cavidad torácica, recibe el nombre de aorta torácica y al atravesar el diafragma se denomina aorta abdominal.

La aorta ascendente presenta unos 5 cm de longitud, comienza en la válvula aórtica y emerge del ventrículo izquierdo por detrás del tronco pulmonar. En esta parte de la aorta se originan las arterias coronarias izquierda y derecha que irrigan al corazón. En su origen, contiene tres dilataciones llamadas senos aórticos (derecho e izquierdo), de los que nacen las arterias coronarias derecha e izquierda, respectivamente (138, 145).

Las arterias coronarias derecha e izquierda surgen de la aorta por encima de la válvula aórtica que forman una “corona” alrededor del corazón y emiten ramas hacia el miocardio. La rama interventricular posterior de la arteria coronaria derecha irriga

ambos ventrículos y la rama marginal al ventrículo derecho. La rama interventricular anterior irriga ambos ventrículos y la rama circunfleja irriga a la aurícula y ventrículo izquierdo.

La aorta ascendente gira hacia la izquierda, formando el cayado aórtico, que desciende y termina a nivel del disco intervertebral, entre la cuarta y la quinta vértebras torácicas (167, 168). Conforme la aorta continúa descendiendo, atraviesa el hiato aórtico del diafragma y se divide a nivel de la cuarta vértebra lumbar en dos arterias ilíacas comunes, que transportan la sangre hacia la pelvis y las piernas.

3.4.3 Aorta torácica

La aorta torácica tiene unos 20 cm de longitud y es la continuación del arco aórtico. Comienza a nivel del disco intervertebral, entre la cuarta y la quinta vértebras torácicas, se ubica a la izquierda de la columna vertebral. Conforme desciende se dirige hacia medial y pasa por la apertura en el diafragma, el hiato aórtico, ubicado por delante de la columna vertebral a nivel del disco intervertebral, entre la duodécima vértebra torácica y la primera vértebra lumbar (138, 166) (Figura 7).

A lo largo de su recorrido da origen a varias arterias pequeñas, ramas viscerales (pericárdicas, bronquiales, esofágicas, mediastínicas) y ramas parietales (intercostales posteriores, subcostales, frénicas superiores (169) (Tabla 1).

De las ramas parietales, las arterias intercostales posteriores, nacen de la cara posterolateral de cada lado de la aorta torácica para ir hacia anterior por el espacio intercostal, donde se anastomosan con las ramas anteriores de las arterias torácicas internas. Las arterias subcostales, son las ramas más caudales de la aorta torácica; una de cada lado pasa hacia la pared torácica inferior a la última costilla para dirigirse hacia la pared de la región abdominal superior. Las arterias frénicas superiores, nacen del extremo inferior de la aorta torácica y pasan por la parte superior del diafragma, vascularizando al diafragma y la pleura que recubre el diafragma.

3.4.4 Aorta abdominal

La aorta abdominal es la continuación de la aorta torácica y se localiza por delante de la columna vertebral. Comienza en el hiato aórtico del diafragma y termina a nivel de la cuarta vértebra lumbar, donde se divide en arterias ilíacas comunes derecha e izquierda (Figura 7).

A lo largo de su recorrido da origen a varias arterias pequeñas, ramas viscerales impares que nacen de la superficie anterior de la aorta que son: el tronco celíaco, arteria mesentérica superior y arteria mesentérica inferior (138, 166, 169).

3.4.4.1 Ramas viscerales impares

3.4.4.1.1 Tronco celíaco

El tronco celíaco (rama visceral impar) es la primera rama visceral que sale de la parte anterior de la aorta, justo por debajo del hiato aórtico del diafragma, y se encuentra a nivel de la duodécima vértebra torácica. Irriga todos los órganos del tracto gastrointestinal que surgen del intestino anterior embrionario, desde la porción abdominal del esófago hasta el duodeno y el bazo. Se divide en tres ramas: la arteria gástrica izquierda, la esplénica y la hepática común (Tabla1):

- Arteria gástrica izquierda: es la rama más pequeña de las tres. Se dirige hacia arriba, algo a la izquierda y hacia adelante, en dirección al esófago para girar a la curvatura del estómago y anastomosarse con la arteria gástrica derecha.
- Arteria esplénica: es la rama más grande de las tres. Nace en el lado izquierdo del tronco celíaco posterior de la arteria gástrica izquierda y se dirige horizontalmente hacia la izquierda a lo largo del páncreas. Dará origen a varias ramas antes de llegar al bazo.
 - Ramas pancreáticas: múltiples ramas que irrigan el páncreas. La mayor de ellas es la arteria pancreática mayor.
 - Arterias gástricas cortas: nacen del extremo final de la arteria esplénica y pasan hacia el fundus gástrico.

- Arteria gastro-omental izquierda: se dirige a la curvatura mayor del estómago.
 - Arteria gástrica posterior: se dirige a la parte posterior del estómago y la región gástrica superior a la arteria esplénica.
- Arteria hepática común: es de tamaño intermedio entre la arteria gástrica izquierda y la arteria esplénica; y nace del lado derecho del tronco dando origen a tres ramas:
- Arteria hepática propia: asciende a lo largo de los conductos biliares hacia el hígado y vesícula biliar.
 - Arteria gástrica derecha: hace una curva hacia la izquierda, a lo largo de la curvatura menor del estómago, donde se anastomosa con la arteria gástrica izquierda.
 - Arteria gastroduodenal: transcurre por debajo del tronco celíaco hacia el estómago y el duodeno, enviando ramas a lo largo de la curvatura mayor del estómago.

3.4.4.1.2 Arteria mesentérica superior

La arteria mesentérica superior (rama visceral impar) nace en la cara anterior de la aorta abdominal, por debajo del tronco celíaco, a nivel de la primera vértebra lumbar, dirigiéndose hacia abajo y hacia adelante entre las capas del mesenterio, que es la parte del peritoneo que fija el intestino delgado a la pared abdominal posterior y surge del intestino mediano embrionario. Irriga todos los órganos del tracto digestivo, desde el duodeno hasta el colon transversal y da origen a cinco ramas (166, 169):

- Arteria pancreatoduodenal inferior: pasa por encima y hacia la cabeza del páncreas y el duodeno.
- Arterias yeyunales e ileales: se diseminan por el mesenterio y pasan a las asas del yeyuno y el íleon.
- Arteria ileocólica: discurre hacia abajo y lateral hacia el lado derecho de la parte terminal del íleo, ciego, apéndice y primera parte del colon ascendente.
- Arteria cólica derecha: transcurre en sentido lateral hacia el colon ascendente.

- Arteria cólica media: nace justo por debajo del páncreas y se dirige hacia el colon transverso.

3.4.4.1.3 Arteria mesentérica inferior

La arteria mesentérica inferior, nace de la cara anterior de la aorta abdominal, a nivel de la tercera vértebra lumbar, para dirigirse hacia abajo y a la izquierda de la aorta. Irriga todos los órganos del tracto gastrointestinal que surgen del intestino posterior embrionario, es decir, el colon transverso y el recto. Tras su anastomosis presenta tres ramas (166, 169):

- Arteria cólica izquierda: asciende en sentido lateral y a la izquierda, hacia el extremo final del colon transverso y descendente.
- Arterias sigmoideas: descienden en sentido lateral a la izquierda, hacia el colon sigmoideo.
- Arteria rectal: discurre por la región superior del recto.

3.4.4.2 Ramas viscerales pares

La aorta abdominal, a lo largo de su recorrido, también da origen a varias ramas viscerales pares que nacen de la cara lateral de la aorta y son: arterias suprarrenales, renales y gonadales; una rama parietal impar (la arteria sacra media) y ramas parietales pares (las arterias frénicas inferiores y las arterias lumbares) (166, 169).

3.4.4.2.1 Arterias suprarrenales, renales y gonadales

Las arterias suprarrenales derivan de las ramas viscerales pares. Suelen haber tres pares (superior, medio e inferior) pero sólo el par medio nace directamente de la aorta abdominal. Las arterias suprarrenales medias, surgen a nivel de la primera vértebra lumbar, las superiores nacen de la arteria frénica inferior y las inferiores se originan en las arterias renales.

Las arterias renales derecha e izquierda nacen de las caras laterales de la aorta abdominal, en el borde superior de la segunda vértebra lumbar e irrigan todos los tejidos

renales. La arteria renal derecha es más larga y nace más caudal que la izquierda y pasa por detrás de la vena renal derecha y la vena cava inferior. La arteria renal izquierda está ubicada por detrás de la vena renal izquierda y es cruzada por la vena mesentérica inferior.

Las arterias gonadales (testiculares y ováricas) nacen de la aorta abdominal, a nivel de la segunda vértebra lumbar, por debajo de las arterias renales. Las arterias testiculares descienden a lo largo de la pared abdominal posterior para pasar por el canal inguinal y descender hacia el escroto, irrigando los testículos, conducto deferente y uréteres. Las arterias ováricas permanecen dentro de la cavidad abdominal e irrigan a los ovarios, trompas uterinas y uréteres.

3.4.4.2 Rama parietal impar: arteria sacra media

La arteria sacra media deriva de la rama parietal impar, que nace de la cara posterior de la aorta abdominal y a nivel de la cuarta vértebra lumbar (L₄), irrigando la región del sacro, coxis, nervios espinales sacros y músculo piramidal.

3.4.4.3 Ramas parietales pares: arterias frénicas inferiores y arterias lumbares

Las arterias frénicas inferiores son las primeras ramas parietales pares de la aorta abdominal que nacen justo por encima del tronco celíaco e irrigan al diafragma y las glándulas suprarrenales. Más tarde se divide en dos ramas, derecha e izquierda, que se separan la una de la otra a través de los pilares del diafragma, y luego discurren oblicuamente hacia arriba y hacia fuera sobre su superficie inferior.

Las arterias lumbares son ramas parietales pares que nacen de la superficie posterolateral de la aorta abdominal e irrigan las vértebras lumbares, médula espinal y meninges, piel y músculos de la región lateral y posterior de la pared abdominal. Hay cinco pares de arterias lumbares (izquierda y derecha). Los cuatro primeros pares son ramas directas de la arteria aorta abdominal y el quinto par es rama de la arteria sacra media, la cual a su vez también es rama de la aorta abdominal, (una continuación

embriológica de la arteria aorta abdominal) originándose en la bifurcación aórtica a nivel de la cuarta vértebra lumbar (L₄) entre arterias ilíacas comunes.

Tabla 1. División, ramas, irrigación y ubicación anatómica de la arteria aorta. (Obtenida de "Principios de anatomía y fisiología". 13ª Edición. Editorial médica Panamericana; 2006. Tortora GJ, Derrockson RL. p. 828-844).

DIVISIÓN	RAMAS	IRRIGACIÓN	UBICACIÓN ANATÓMICA
Aorta ascendente	Arterias coronarias derecha e izquierda	Corazón	Emerge del ventrículo izquierdo por detrás del tronco pulmonar.
Cayado aórtico	Tronco braquiocefálico. Arteria carótida común izquierda. Arteria subclavia izquierda.	Las carótidas, lado derecho e izquierdo de la cabeza y cuello. Las subclavias el miembro superior derecho e izquierdo.	Termina a nivel del disco intervertebral entre D ₄ -D ₅
Aorta torácica (Continuación del arco aórtico)	RAMAS VISCERALES Arterias pericárdicas Arterias bronquiales Arterias esofágicas Arterias mediastínicas RAMAS PARIETALES Arterias intercostales posteriores Arterias subcostales Arterias frénicas Superiores	Tejidos del pericardio Tejido de los bronquios y alveolos. Tejidos del esófago Tejidos del mediastino, tejido conjuntivo y ganglios linfáticos Piel, músculos y costillas. Vértebras torácicas, meninges y médula espinal. Glándulas mamarias Piel, músculos y costillas, Última vértebra torácica, meninges y médula espinal. Diafragma y pleura que lo recubre	Comienza a nivel del disco intervertebral entre D ₄ -D ₅

Aorta abdominal (Continuación de la arteria aórtica)	RAMAS VISCERALES IMPARES	Todos los órganos del tracto gastrointestinal que derivan del intestino anterior embrionario	Comienza en el hiato aórtico y termina a nivel del L ₄
	A. Tronco celíaco Arteria gástrica izquierda	Porción abdominal del esófago y curva menor del estómago	Nace a nivel de la duodécima vértebra torácica
	Arteria esplénica	Bazo, páncreas, curva mayor del estómago	
	i. Arteria pancreática ii. Arteria gastroepiploica iii. Arterias gástricas cortas	Páncreas Curva mayor del estómago Fundus gástrico	
	Arteria hepática común	Hígado, vesícula biliar y epiplón menor Estómago y epiplón menor	
	i. Arteria hepática común		
	ii. Arteria gástrica derecha	Estómago, páncreas, duodeno.	Nace por debajo del tronco celíaco, a nivel de L ₁
	iii. Arteria gastroduodenal	Páncreas y duodeno	
	B. Arteria mesentérica superior		
	i. Arteria pcreatoduodenal inferior	Yeyuno e ileon Ciego, apéndice Colon ascendente Primera parte del colon transversal	
	ii. Arterias yeyunales e ileales		Nace anterior de la aorta abdominal, a nivel de L ₃
	iii. Arteria ileólica	Extremo final del colon transversal y colon descendente Colon sigmoides	
	iv. Arteria cólica derecha		
	v. Arteria cólica media		
	C. Arteria mesentérica inferior		
	i. Arteria cólica izquierda	Sacro y sus nervios espinales, coxis, músculo pisiforme	
	ii. Arterias sigmoideas	Diafragma y	Nacen por encima del origen del troco celíaco
	iii. Arteria rectales	glándulas y suprarrenales	

	RAMA PARIETAL IMPAR Arteria sacra media	Vértebras lumbares, médula espinal y meninges	Nacen posterolateral de la aorta abdominal
	RAMA PARIETALES PARES Arterias frénicas inferiores	Glándulas suprarrenales	Las medias a nivel de L ₁
	Arterias lumbares	Todos los tejidos renales	Lateral a la aorta abdominal a nivel L ₂
	RAMAS VISCERALES PARES Arterias suprarrenales	Testículos, uréteres, conducto deferente, ovarios, trompas uterinas	Nacen de la aorta abdominal a nivel L ₂ , por debajo de las arterias renales
	Arterias renales		
	Arterias gonadales		

4. DIAFRAGMA Y RESPIRACIÓN

La respiración proporciona oxígeno a los tejidos y retira el dióxido de carbono.

Las cuatro funciones principales de la respiración son (170-174):

- Ventilación pulmonar, que se refiere al flujo de entrada y salida de aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares (175-177);
- Difusión de oxígeno y de dióxido de carbono entre los alvéolos y la sangre;
- Transporte de oxígeno y de dióxido de carbono en la sangre y los líquidos corporales hacia las células de los tejidos corporales y desde las mismas, y
- Regulación de la ventilación y otras facetas de la respiración (178).

4.1 Mecanismo respiratorio

Los pulmones se pueden expandir y contraer de dos maneras:

- 1) Mediante el movimiento hacia abajo y hacia arriba del diafragma para alargar o acortar la cavidad torácica, y
- 2) Mediante la elevación y el descenso de las costillas para aumentar y reducir el diámetro anteroposterior de la cavidad torácica (Figura 11)

La respiración tranquila normal se consigue casi totalmente por el primer mecanismo, es decir, por el movimiento del diafragma. Durante la inspiración la contracción del diafragma tira hacia abajo de las superficies inferiores de los pulmones. Después, durante la espiración el diafragma simplemente se relaja, y el retroceso elástico de los pulmones, de la pared torácica y de las estructuras abdominales comprime los pulmones y expulsa el aire. Sin embargo, durante la respiración forzada las fuerzas elásticas no son suficientemente potentes para producir la espiración rápida necesaria, de modo que se consigue una fuerza adicional principalmente mediante la contracción de los músculos abdominales, que empujan el contenido abdominal hacia arriba contra la parte inferior del diafragma, comprimiendo de esta manera los pulmones (3, 104, 170, 179).

El segundo método para expandir los pulmones es elevar la caja torácica. Esto expande los pulmones porque, en la posición de reposo natural, las costillas están inclinadas hacia abajo, lo que permite que el esternón se desplace hacia abajo y hacia atrás hacia la columna vertebral (Figura 11). Sin embargo, cuando la caja costal se eleva, las costillas se desplazan hacia delante casi en línea recta, de modo que el esternón también se mueve hacia delante, alejándose de la columna vertebral y haciendo que el diámetro anteroposterior del tórax sea aproximadamente un 20% mayor durante la inspiración máxima que durante la espiración (104, 180).

El aparato respiratorio contribuye con la homeostasis al ocuparse del intercambio gaseoso, oxígeno y dióxido de carbono, entre el aire atmosférico, la sangre y las células del tejido; contribuyendo de la misma manera a ajustar el pH de los líquidos corporales.

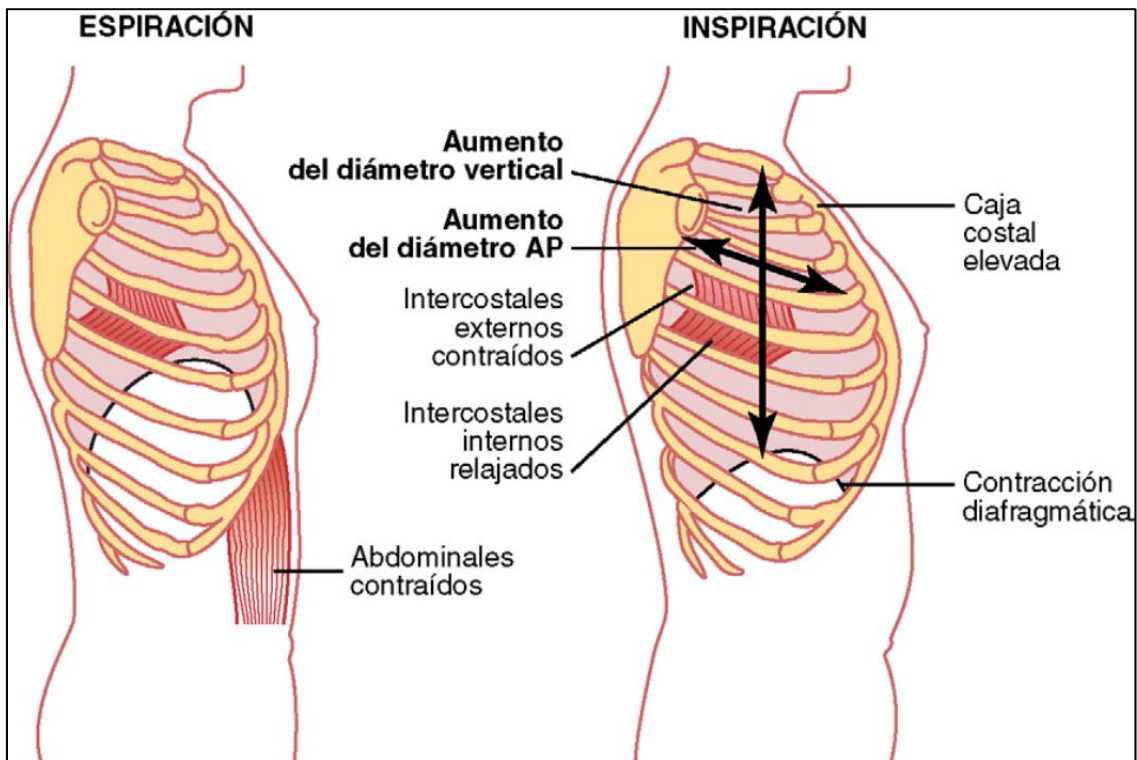


Figura 11. Contracción y expansión de la caja torácica durante la espiración y la inspiración, que muestra la contracción diafragmática, la función de los músculos intercostales y la elevación y el descenso de la caja costal. (Obtenida de "Tratado de fisiología médica".10ª ed. Editorial McGraw-Hill; 2001.Guyton A. Pág. 526)

4.2 Control de la respiración

El centro respiratorio está compuesto por neuronas que constituyen el área rítmica y que está situada en el bulbo raquídeo; y las áreas neuromotáxicas y apnéusticas, que están ubicadas en la protuberancia (170, 181, 182).

La función del área rítmica es controlar el ritmo básico de la respiración. En una respiración normal, la inspiración dura alrededor de dos segundos, porque los impulsos nerviosos llegan al músculo diafragma y a los músculos intercostales externos que se contraen y es cuando se produce la inspiración (183-185). Al cabo de los dos segundos, el área inspiratoria se inactiva, cesando los impulsos aferentes, de manera que se relajan el diafragma y los músculos intercostales externos, lo que permite la retracción pasiva de los pulmones y la caja torácica (186-188) (Figura 12).

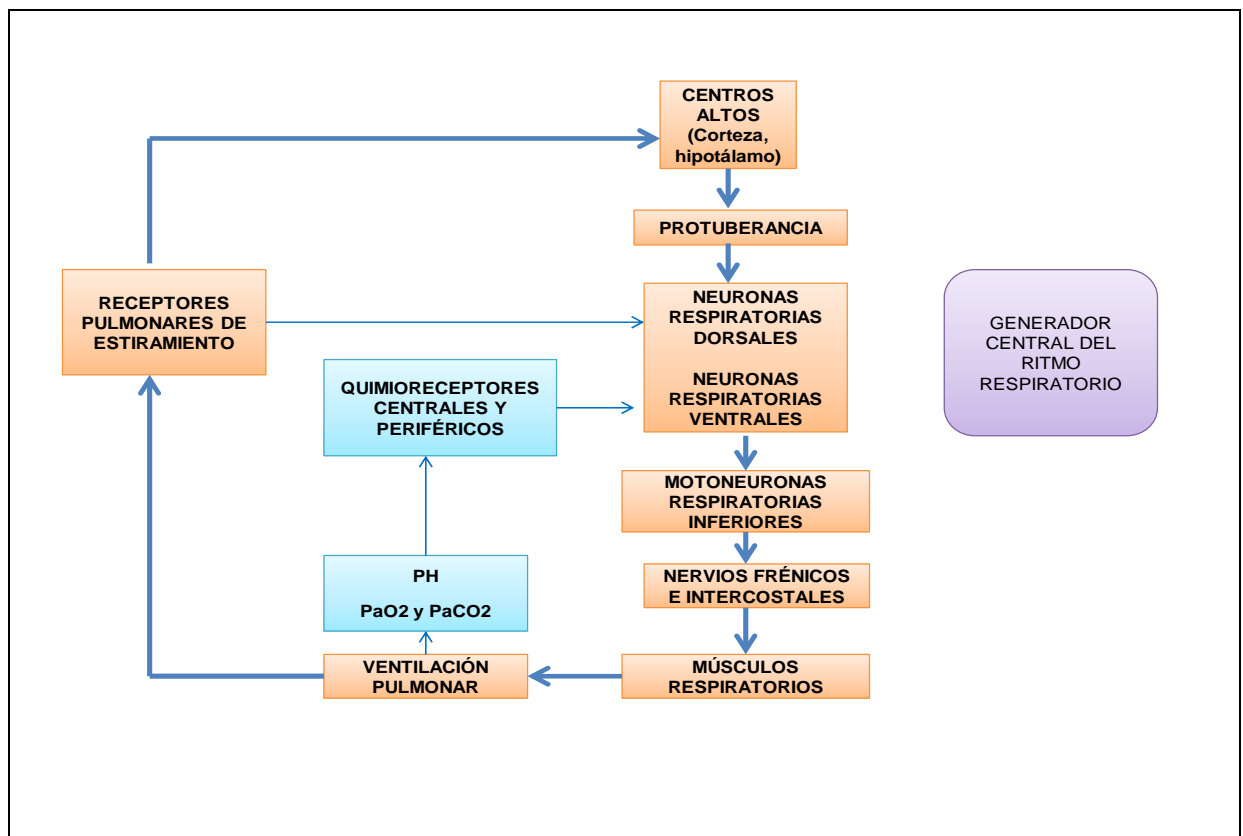


Figura 12. Control nervioso de la respiración.

4.3 Mecánica ventilatoria

La respiración pone en funcionamiento tanto sus propios órganos, las vías aéreas y los pulmones, como el sistema mecánico, la caja torácica, músculos y centros nerviosos de la médula oblonga y medulares (187, 188) (Figura 12).

Los centros nerviosos que aseguran el control automático de los músculos inspiratorios y espiratorios son excitados por los nervios del pulmón, del plexo broncopulmonar del nervio vago, cuyas terminaciones periféricas son sensibles al dióxido de carbono de los alvéolos pulmonares (189, 190).

El automatismo de los movimientos respiratorios pueden ser modificados por la corteza cerebral, voluntariamente o bajo el efecto de las emociones (191).

El diafragma es el principal músculo de la respiración (1, 2), en reposo la respiración se hace a través de él y sólo cuando se acelera la respiración pone en marcha los mecanismos costales (3, 5, 6, 11).

En reposo, el centro frénico asciende y desciende de 1-2 cm, las cúpulas diafragmáticas apenas se modifican (104, 192, 193).

Durante la inspiración, las fibras musculares del diafragma se contraen, baja el centro frénico y aumenta el diámetro vertical del tórax. Esta bajada se elimina rápidamente por la puesta en tensión del mediastino, y en especial por la masa visceral. Es en este momento cuando el centro frénico es el punto fijo y las fibras musculares actúan a partir de la periferia del centro frénico y elevan las costillas inferiores (11, 18, 194, 195).

Durante la espiración, el diafragma se relaja y es el retroceso elástico de los pulmones, de la pared torácica y las estructuras abdominales quienes comprimen los pulmones (18-20).

El diafragma aumenta el diámetro transversal del tórax inferior y se produce una elevación de las costillas superiores; como consecuencia de esto, hay un aumento del diámetro anteroposterior y una disminución del volumen abdominal con un aumento de la presión intratorácica (104).

Cuando se hace una respiración profunda, el centro frénico desciende 10 cm, se acortan las fibras musculares, se estiran de la pared torácica y se disponen de manera horizontal, produciendo una disminución del volumen abdominal y el aumento de la presión intra-pleural (196). Cuando se realiza una espiración enérgica, se produce una máxima elongación de las fibras musculares del diafragma que es provocado por la contracción de los músculos abdominales (104).

La mecánica ventilatoria puede verse modificada por la posición corporal, provocando que el diafragma sea impulsado hacia arriba por el peso de las vísceras (3).

4.4 Mecanismo respiratorio accesorio

El mecanismo respiratorio pone en funcionamiento músculos cervicales y de la columna vertebral. De tal manera que en la inspiración forzada, el músculo esternocleidomastoideo y los músculos escalenos, provocan un ascenso del esternón y la primera costilla; simultáneamente se produce una puesta en tensión de los músculos espinales de la columna vertebral, en concreto, el epiespinoso con inserciones en undécima y duodécima vértebras dorsales hasta la segunda vértebra lumbar (19, 197-199).

Por lo tanto, el mecanismo respiratorio accesorio tiene la función de cerrar herméticamente la caja torácica en la respiración relajada, se contraen en el punto máximo de la inspiración y en la espiración, cuando la presión con el medio externo es máxima (1, 21, 179, 200-206).

4.5 Mecanismos de contracción diafragmática

El acortamiento de las fibras musculares del anillo periférico que se encuentra fijo, produce un descenso de la cima de las cúpulas del diafragma y una apertura de los senos costodiafragmáticos, lo que implica una modificación de los volúmenes del tórax, aumento del volumen torácico, incremento de la depresión intrapleurales, disminución del volumen abdominal y aumento de la presión intraabdominal (2, 29, 104, 192, 207, 208).

4.6 Movimientos diafragmáticos de las vísceras abdominales

Tal y como hemos visto, el diafragma cumple un papel primordial no sólo en la respiración, sino también en la circulación de los líquidos corporales y en la digestión; por ello, tiene una misión importante sobre las vísceras abdominales y órganos intratorácicos.

La perturbación de la movilidad diafragmática conlleva a una disminución de la movilidad de las vísceras, provocando mala circulación de los órganos, acumulación de secreciones y perturbación del tránsito. Pero también puede ocurrir el proceso inverso, es decir, si una víscera deja de tener un óptimo movimiento se produce una serie de

consecuencias, como por ejemplo, que las sustancias de desecho se quedan estancadas por la carencia del bombeo, produciéndose un cúmulo de toxinas en la zona sin movimiento (209, 210).

Es por ello que mantener un buen movimiento diafragmático y un buen movimiento visceral es imprescindible para tener una buena salud.

5. VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES

La ventilación pulmonar puede estudiarse registrando el movimiento del volumen del aire que entra y sale de los pulmones, mediante un método que se denomina *espirometría*. En la figura 13 se muestra un espirómetro básico típico. Está formado por un tambor invertido sobre una cámara de agua, con el tambor equilibrado por un peso. En el tambor hay un gas respiratorio, habitualmente aire u oxígeno; un tubo conecta la boca con la cámara de gas. Cuando se respira hacia el interior y el exterior de la cámara, el tambor se eleva y desciende, y se hace un registro adecuado en una hoja de papel en movimiento.

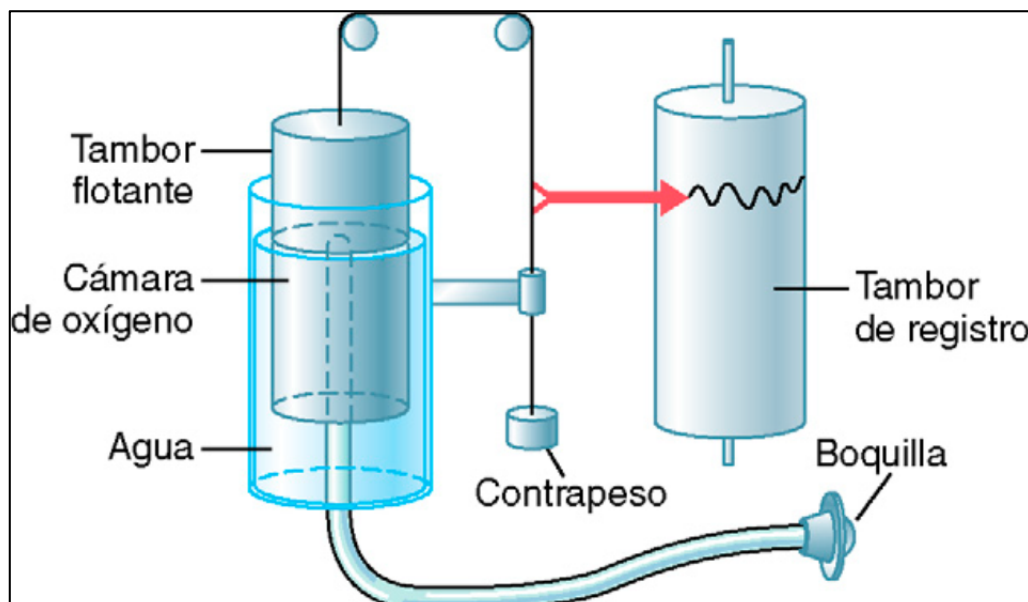


Figura 13. Espirómetro. (Obtenida de "Tratado de fisiología médica". 10ª ed. Editorial McGraw-Hill; 2001. Guyton A. Pág. 530)

Desde un punto de vista funcional, podemos dividir los volúmenes pulmonares en dinámicos, porque se movilizan con la respiración, y estáticos, porque no se movilizan. Los estáticos son el volumen residual (VR) y todas las capacidades que lo incluyan como uno de sus componentes, capacidad residual funcional (CRF) y capacidad pulmonar total (CPT) (211-213).

En reposo, un adulto sano efectúa una frecuencia de 12 respiraciones por minuto y se denomina volumen corriente (VC) que es el volumen de aire movilizado entre una espiración y una inspiración (170, 193). Con cada inspiración y espiración en un minuto se movilizan alrededor de 500 mL de aire hacia el interior y el exterior de los pulmones, denominado ventilación minuto (VM) y se calcula multiplicando la frecuencia respiratoria por el volumen corriente (Figura 14).

El VC varía de una persona a otra y en la misma persona, en diferentes situaciones. En un adulto sano de los 500 mL de VR, alrededor de unos 350 mL llegan a la zona respiratoria del aparato respiratorio (los bronquiolos respiratorios, los conductos alveolares, los sacos alveolares y los alvéolos) (214, 215). Los otros 150 mL permanecen en las vías aéreas de conducción de la nariz, la faringe, laringe, tráquea, los bronquios, los bronquiolos y los bronquiolos terminales.

La figura 14 muestra un espirograma que indica los cambios del volumen pulmonar en diferentes condiciones de respiración.

Las vías de conducción aérea no participan en el intercambio respiratorio y forman el espacio muerto anatómico. Por ello no toda ventilación minuto puede participar en el intercambio gaseoso (216).

La frecuencia ventilatoria alveolar es el volumen de aire por minuto que llega a la zona respiratoria, prescindiendo del espacio muerto anatómico.

Hay otros volúmenes que se definen en relación con la ventilación pulmonar. El volumen de reserva espiratorio (VRE) que es la cantidad de aire que se puede expulsar después de una espiración normal y profunda (1100 mL, aproximadamente), y el volumen de reserva inspiratorio (VRI) que es la cantidad de aire adicional que se puede

inspirar por encima del VC en una inspiración profunda (3000 mL, aproximadamente). Tras la exhalación del VRE queda una pequeña cantidad del aire en los pulmones, porque la presión intrapleurales subatmosférica mantiene los alvéolos un poco insuflados denominado volumen residual (VR) (1200 mL, aproximadamente); el volumen minuto (VM) no se puede medir con espirometría pero sirve como herramienta legal para determinar si un niño nació muerto o murió después del nacimiento (9, 10, 216).

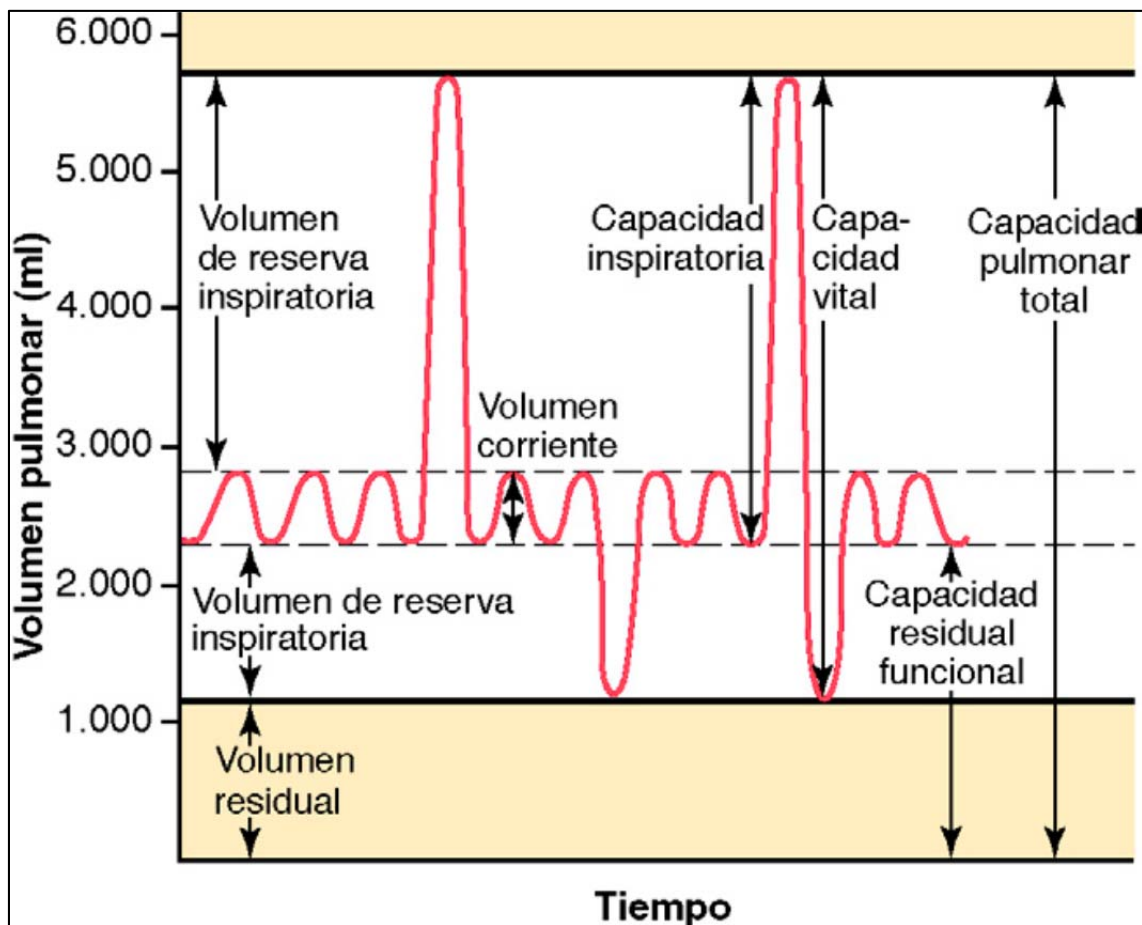


Figura 14. Diagrama que muestra los movimientos respiratorios durante la respiración normal y durante la inspiración y espiración máximas. (Obtenida de "Tratado de fisiología médica". 10ª ed. Editorial McGraw-Hill; 2001. Guyton A. Pág. 531)

Las capacidades pulmonares son el sumatorio de los volúmenes pulmonares específicos (217-219). La capacidad vital (CV) es la cantidad de aire que puede movilizar una persona desde una inspiración máxima a una espiración máxima, realizada de manera no forzada y se obtiene por el sumatorio de los VC, VRE y VRI

(4600 mL, aproximadamente); la capacidad inspiratoria (CI) es la cantidad de aire que una persona puede movilizar desde una espiración normal e insuflando al máximo sus pulmones, siendo la suma del VC y del VRI (3500 mL, aproximadamente); la capacidad pulmonar total (CPT) es la cantidad de aire que pueden contener los pulmones y es la suma de la CV y el VR (5800 mL, aproximadamente) (Figura 14).

A partir de los volúmenes y capacidades pulmonares mencionados, se extrae la capacidad vital forzada (CVF) que partiendo de una inspiración máxima bucal, se alcanza el máximo volumen de aire espirado de manera forzada y prolongada, pero sin agotamiento. El volumen espirado máximo en el primer segundo de la espiración forzada (FEV1) es el volumen de aire que se expulsa durante el primer segundo de la espiración forzada.

Todos los volúmenes y capacidades pulmonares son aproximadamente un 20-25% menores en mujeres que en hombres, y son mayores en personas de constitución grande y atléticas que en personas de constitución pequeña y asténicas.

6. ANATOMÍA REGIONAL DEL RAQUIS CERVICAL

El raquis cervical puede dividirse en dos partes anatómicas y funcionalmente diferentes (121, 144, 220) (Figura 15).

El raquis cervical superior o raquis suboccipital corresponde a atlas (C_1) y axis (C_2) que se encuentran unidos al occipital (C_0 - C_1) por compleja cadena articular, con tres ejes y tres grados de libertad.

El raquis cervical inferior se extiende, anatómicamente, desde la cara inferior del axis hasta la cara superior de D_1 y funcionalmente hasta D_4 . Presenta dos grados de movilidad: la flexoextensión y los movimientos mixtos de inclinación-rotación. Es necesaria la acción de todo el raquis cervical para realizar movimientos puros de rotación o inclinación (221).

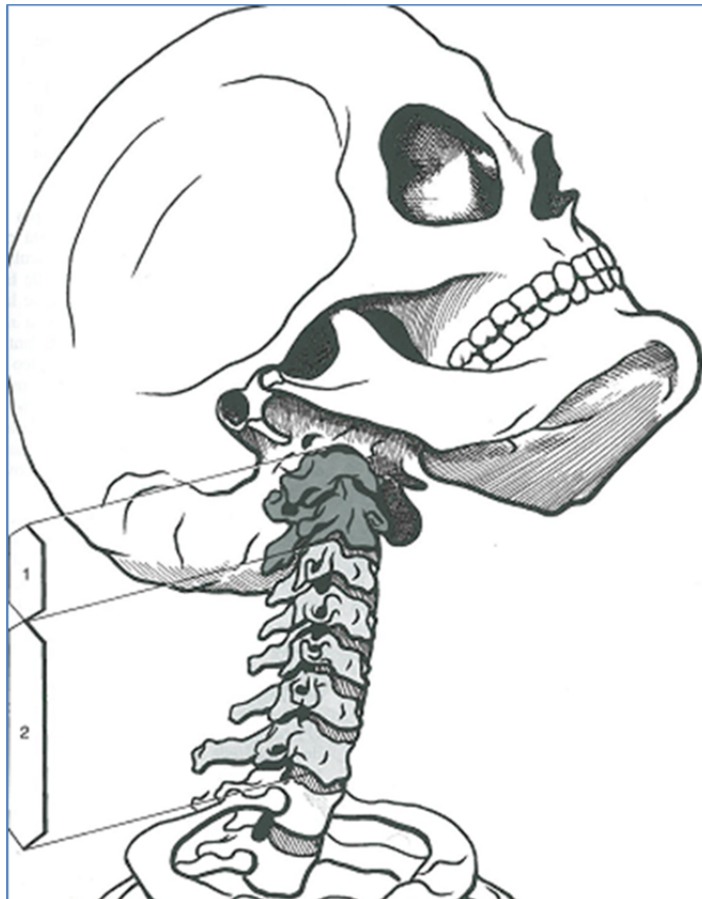


Figura 15. Raquis cervical superior (1) y raquis cervical inferior (2) (Obtenido de Kapanji A.I Fisiología articular. Tomo 3. Editorial panamericana. 2007. Pág. 173).

6.1. Osteología

Cada vértebra cervical está formada por un cuerpo, dos pedículos, dos láminas, una apófisis espinosa, dos apófisis transversas y un agujero vertebral. Esta configuración propia de las vértebras cervicales es aplicable a todas las vértebras cervicales desde C₃ hasta C₇ (140).

La unión atlasoccipital (C₀-C₁) consta de dos articulaciones formadas por los cóndilos del occipital y las carillas articulares superiores del atlas. Los cóndilos occipitales son convexos de anterior a posterior y de lado a lado. Las carillas articulares superiores del atlas son cóncavas de adelante atrás y lateralmente. Las dos articulaciones son divergentes en la oscilación de adelante atrás (121, 144). Los principales movimientos de este complejo son la flexión y la extensión puesto que el

movimiento de rotación hacia el lado contrario parece ser producto de las conexiones ligamentosas entre el occipital, atlas y axis, la inclinación hacia los lados de las carillas superiores del atlas y de su divergencia hacia atrás (222).

La unión atlantoaxial (C_1 - C_2) funciona como un segmento de transición, porque su atípica superficie superior se articula con el atlas y con el occipital a través de conexiones ligamentosas y musculares. Sin embargo, la superficie inferior es similar al resto de los segmentos cervicales típicos que se encuentran por debajo.

Las articulaciones cervicales típicas son desde C_3 hasta C_7 porque se articulan a nivel de los discos intervertebrales. La superficie superior de los cuerpos vertebrales es convexa en sentido anteroposterior y cóncava en sentido transversal y, la superficie inferior es convexa transversal y cóncava de anterior a posterior. Esta configuración articular, con el disco intervertebral interpuesto, permite los movimientos en todas las direcciones: flexión, extensión, inclinación derecha e izquierda y rotación derecha e izquierda.

La mayor carga de peso tiene lugar en los arcos posteriores y además la orientación de las articulaciones cigapofisarias, permite los movimientos de flexión, extensión, inclinación y rotación acoplados hacia el mismo lado (221).

6.2 Estructuras capsuloligamentosas

Las estructuras capsuloligamentosas desempeñan una función importante para el mantenimiento de la estabilidad raquídea, ya que la contracción de los músculos anteriores y posteriores del raquis proporcionan una gran actividad estabilizadora (223, 224).

En la región anterior del raquis suboccipital, a nivel de la articulación occipito-atloidea, se encuentra el ligamento más profundo que es el ligamento occipitoatloideo anterior y por delante del mismo se encuentra el ligamento occipitoatloideo anterolateral. A nivel de la articulación atlanto-axoidea se encuentra el ligamento atloidoaxoideo anterior. Por delante de todos los ligamentos anteriores mencionados, se extiende el ligamento vertebral común anterior (121, 140, 144, 220).

En la parte intermedia de la región anterior del canal raquídeo se encuentra el ligamento cruciforme, formado por la convergencia del ligamento transverso del atlas, en una disposición horizontal, el ligamento occipitotransverso y el ligamento trasversosaxoideo; por detrás de éstos, se extiende el ligamento vertebral común posterior.

La región posterior se encuentra cerrada por los ligamentos análogos a los ligamentos amarillos del resto del raquis, los ligamentos interespinosos y el ligamento cervical posterior o nual, ambos se extienden desde la protuberancia occipital externa sobre las apófisis espinosas cervicales (225) (Figura 16).

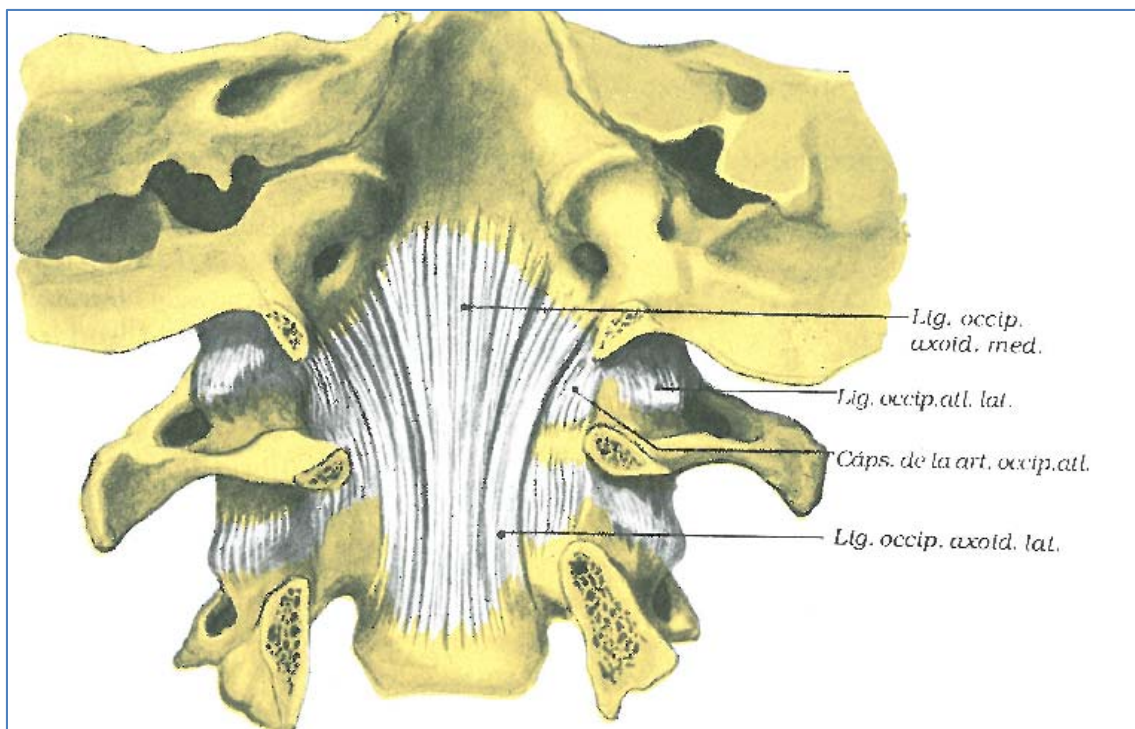


Figura 16. Ligamentos occipito-atlanto-axoideos. (Obtenida de "Anatomía humana. Descriptiva, topográfica y funcional". Tomo 1. Editorial panamericana. 2005. Rouvière H. Pág.149)

6.3 Miología

Los medios de unión y refuerzo activos del raquis están formados por el gran número de músculos, que actúan, de manera directa o indirecta, en la dinámica raquídea y que involucran al disco intervertebral.

Orts (226), clasifica la musculatura raquídea en dos grupos: los músculos intrínsecos del raquis y los músculos extrínsecos del raquis.

Los músculos intrínsecos del raquis presentan una disposición en tractos musculares paralelos, uno medial o interno, constituido por músculos que unen entre sí las apófisis espinosas de vértebras adyacentes; y otro, lateral externo, constituido por los músculos que de igual modo que los anteriores, unen las apófisis transversas y las costillas en su ángulo posterior (Figura 17).

Los músculos extrínsecos del raquis se apoyan en zonas óseas que rodean a la columna y tiene una acción directa o indirecta sobre la misma (esternocleidomastoideo, trapecio, escaleno anterior, posterior y medio, recto abdominal, cuadrado de los lomos, psoas iliaco...) (Figura 17).

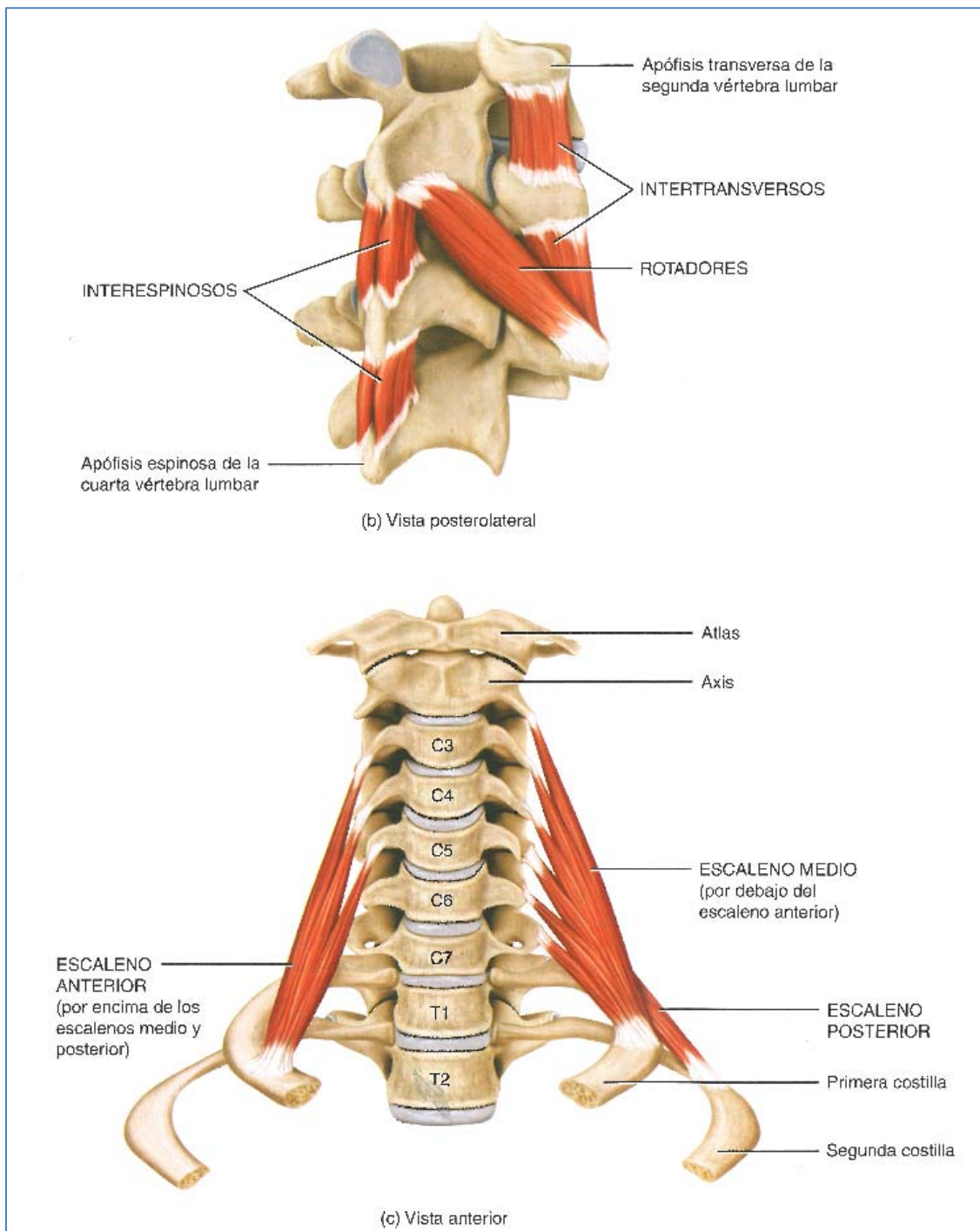


Figura 17. Músculos intrínsecos del raquis. En la vista posterolateral (b) observamos los músculos intrínsecos (interespinosos e intertransversos) del raquis y en la vista anterior (c) observamos músculos extrínsecos del raquis (escaleno anterior, medio, posterior) (Según Tortora GH, Derrickson RL. Sistema muscular. 13ª ed. Editorial panamericana. 2013. Pág. 390)

6.3.1 Comportamiento y acción muscular

Los músculos, en base a su comportamiento y acción, se dividen en tónico-posturales y fásicos (227, 228).

La musculatura tónica está constituida por fibras cortas, dispuestas oblicuamente con referencia al eje longitudinal del músculo y de contracción lenta. Tiene función de sostén y al disponer de mayor cantidad de tejido conjuntivo, se activa de manera automática y tiende al acortamiento e hipertonia (229,230). Estos músculos posturales son activos en bipedestación, para mantener la postura, aunque su actividad se reduce al mínimo cuando existe una alineación correcta en los segmentos corporales.

La musculatura fásica está formada mayoritariamente por fibras de contracción rápida y de función dinámica de forma voluntaria; lo que implica que sean músculos de función predominantemente motriz (197, 198, 231). Este tipo de fibras ante una patología crónica o una inactividad prolongada, tiende a hacerse hipotónica (227).

6.3.2 Fascias anteriores del cuello

Las fascias anteriores del cuello se estructuran en tres planos musculares subaponeuróticos: cervical superficial, cervical profunda o prevertebral y visceral (221, 222, 232) (Figura 18).

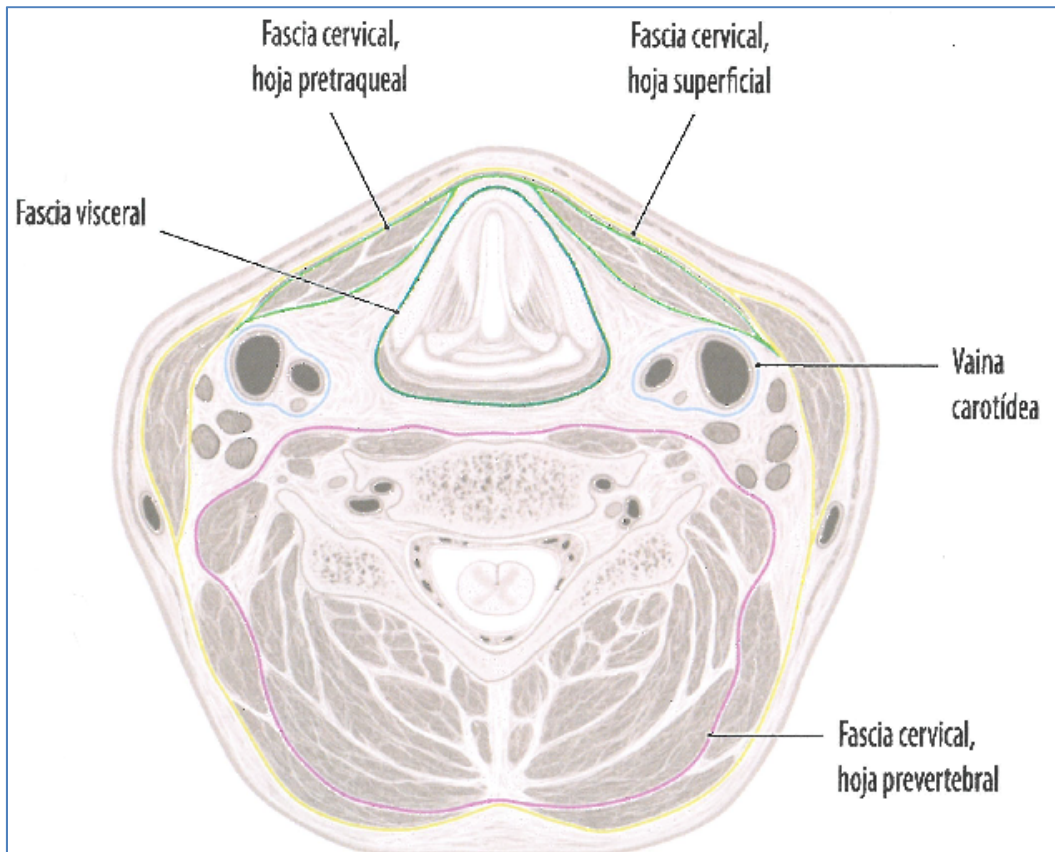


Figura 18. Corte horizontal en el que se observan las láminas fasciales, la superficial, profunda y visceral. (Obtenida de Schünke M, Schulte E. Texto y atlas de anatomía. Tomo 2. Cuello y órganos internos. 2ª ed. Editorial Panamericana. 2007. Pág. 2)

6.3.2.1 Aponeurosis cervical superficial.

Se extiende desde la línea curva occipital superior, apófisis mastoides, cartílago del conducto auditivo externo, aponeurosis maseterina y borde inferior de la mandíbula hasta la horquilla esternal, el borde anterior del manubrio y la cara superior de la clavícula, envolviendo al músculo esternocleidomastoideo (141, 221, 223, 226) (Figura 18).

6.3.2.2 Aponeurosis cervical profunda o prevertebral.

Recubre los músculos prevertebrales, los escalenos y se adhiere entre los dos a los tubérculos anteriores de las apófisis transversas cervicales. Esta aponeurosis divide

la región anterior del cuello en una zona anterior visceral y una zona posterior muscular (121,141) (Figura 18).

6.3.2.3 Aponeurosis visceral

Se encarga de recubrir el esófago y la tráquea, continuando hacia abajo por el mediastino. En la faringe recubre los músculos constrictores formando la aponeurosis perifaríngea, que se expande rodeando al paquete neurovascular del cuello y formando las vainas vasculares (141,225) (Figura 18).

II. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

Los Fisioterapeutas siempre hemos estado comprometidos con la salud de las personas, proporcionando la mejor atención, aunque sólo fuese por razones de ética profesional. Es por ello que, no podemos replantear nuestra profesión sólo como adaptación a los cambios, sino que debemos de tener claro cuáles son los valores, las necesidades y las expectativas cambiantes de la sociedad, para poder proporcionar una asistencia de óptima calidad.

Desde una perspectiva conceptual, se contempla la formación en Fisioterapia como el fundamento para el ejercicio de la profesión, contribuyendo de manera activa al abordaje del paciente en la eliminación de los problemas de salud, en la promoción de la salud, en la prevención de la enfermedad y en el desarrollo de las necesarias actitudes profesionales.

Desde una perspectiva científica, se considera que para poder ofrecer una atención personalizada y de alta calidad, el Fisioterapeuta debe de ser capaz de interpretar las aportaciones científicas que generan nuevas perspectivas de intervención y de investigación, así como aplicar las diferentes metodologías científicas en la construcción de los conocimientos.

Existe una creciente demanda social de eficacia y de efectividad en la atención a la salud. Por este motivo, nuestros tratamientos de Fisioterapia deben producir resultados y ser beneficiosos; y para ello debemos de ser capaces de trasladar los resultados de las investigaciones científicas a la práctica profesional, tras haber intervenido activamente y de manera útil en las diferentes etapas del proceso de investigación científica.

Actualmente, en el campo asistencial de la Fisioterapia se toman, a veces, decisiones clínicas que carecen de fundamento científico. El actual clima imperante de la política sanitaria demanda a todos los profesionales de la salud la premisa de que, tan importante son los imperativos éticos como que la práctica clínica se base en la evidencia científica (40, 59, 228).

La Fisioterapia también necesita ser vista como una profesión que contribuye con intervenciones efectivas al beneficio de los pacientes y que esté comprometida con su autoevaluación, con el fin de mejorar su práctica clínica (38, 233, 234).

Tradicionalmente, la práctica clínica de la Fisioterapia se basa en la opinión generada a partir de la experiencia clínica, la investigación básica y en menor medida, de la investigación clínica. Aparentemente, la práctica basada en pruebas o evidencias no es nueva para los Fisioterapeutas, ya que de una forma u otra, casi siempre, han basado sus decisiones en los conocimientos disponibles, pero sin que se testen hipótesis de cada teoría por el hecho de serlo (235) y esto no constituye una prueba de su efectividad clínica.

La medicina convencional (40, 234), desde sus principios, ha venido avalada por los estudios científicos, pero en el caso de la Fisioterapia, somos nosotros, los Fisioterapeutas, los que debemos avalar con nuestras propias investigaciones que las técnicas utilizadas sirven para lo que estamos aplicando.

La práctica de la Fisioterapia basada en la evidencia no intenta remplazar el rol de la experiencia clínica, ni la consideración de las preferencias de los pacientes, lo que pretende es que la información de las mejores evidencias disponibles esté presente en la relación Fisioterapeuta-paciente. Ambas, experiencia y preferencias, son necesarias e incluso pueden prevalecer ante determinadas decisiones (38, 40, 233, 234).

En nuestro estudio nos interesa conocer la influencia sobre los datos espirométricos de dos técnicas:

1. **La técnica de estiramiento muscular del diafragma (206, 221, 236)** permite flexibilizar y aumentar las posibilidades de estiramiento del diafragma; por lo que en su relajación es capaz de elevar su posicionamiento muscular y así mejorar la capacidad vital (CVF). Por ser el principal músculo involucrado en la ventilación y su óptimo movimiento es imprescindible para el sistema respiratorio y para las variaciones de los volúmenes pulmonares en cada inspiración (2, 4, 64, 175, 192, 215). Existen otras acciones y relaciones viscerales de interés con el músculo: es atravesado por el hiato aórtico y de su óptimo funcionamiento depende la buena

circulación sanguínea de la aorta, y la ausencia de compresión en cada ciclo respiratorio (138, 145, 146, 232). También es atravesado por el hiato esofágico, ayudando al cardias a evitar el reflujo gastroesofágico, coordinándose con el esfínter esofágico en la inspiración (6, 7, 9, 105). Su tono modifica la presión intraabdominal que varía de 30 hasta 70 mmHg en una inspiración normal (21, 171, 172, 208) y hay que tener en cuenta que en él se apoya el corazón (144, 145), y que en la pleura diafragmática se sitúan los ganglios linfáticos que drenan hacia la vena cava y el nodo intrabronquial (139, 237, 238).

2. **La técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄ (8, 222, 239, 240):** libera el atrapamiento del nervio frénico, que nace del nivel vertebral cervical 3 (C₃) y del nivel vertebral cervical 4 (C₄), y es el causante de producir hipertonia del diafragma y de la disminución de la capacidad vital respiratoria (CVF).

Creemos que la técnica de estiramiento muscular del diafragma puede resultar eficaz porque la cúpula diafragmática se eleva como signo de estiramiento de sus fibras musculares, aumentando la presión pulmonar, lo que hace un ciclo respiratorio espontáneo. En cuanto a la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄, aplicada en sujetos sanos, consideramos que puede liberar el atrapamiento del nervio frénico, y por lo tanto, modificar y mejorar los valores espirométricos.

En la actualidad, la Fisioterapia respiratoria (31, 44, 45, 51, 63) está interesada en la búsqueda de tratamientos más eficaces para la obstrucción del flujo aéreo, con nuevos enfoques terapéuticos incluyendo programas de Fisioterapia y Terapia Manual Osteopática. Estos programas de Fisioterapia Respiratoria deben perseguir unos objetivos, llevarlos a la práctica e introducir técnicas manuales y/o osteopáticas que permitan validar los resultados (241-244).

En la revisión de la literatura biomédica sólo hemos encontrado un artículo (205) en el que se determinen cambios fisiológicos mensurables tras la manipulación en sujetos sanos-asintomáticos. Este vacío científico nos ha animado al planteamiento inicial de esta investigación en sujetos sanos, para dotarla de un marco fisiológico sólido y conocer sus tendencias en sujetos sanos-asintomáticos, poder estudiarla en profundidad

y completarla en un futuro, con la máxima garantía en salud, en sujetos con patología respiratoria.

III. OBJETIVOS

Los objetivos de nuestro estudio han sido los siguientes:

1. Evaluar los cambios en los valores de la espirometría simple tras la aplicación de las técnicas de estudio: técnica de estiramiento muscular del diafragma, técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄ y técnica combinada de ambas.
2. Determinar la influencia de las técnicas de estudio: técnica de estiramiento muscular del diafragma, técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄ y técnica combinada de ambas, sobre parámetros respiratorios medibles mediante la espirometría simple.
3. Comparar los valores espirométricos obtenidos tras la aplicación de las técnicas de estudio: técnica de estiramiento muscular del diafragma, técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄, técnica combinada de ambas y el grupo control.
4. Analizar las diferentes variables medidas (edad, género, peso, talla, práctica deportiva e índice de masa corporal) en los efectos del tratamiento aplicado.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

1. TAMAÑO MUESTRAL Y SUJETOS DEL ESTUDIO

Para obtener el tamaño muestral adecuado para el estudio, hemos realizado previamente un estudio piloto con 40 individuos que cumplieran los criterios de inclusión y que se asignaron a los cuatro grupos de intervención de forma aleatoria y con igual tamaño:

- 10 sujetos en el “grupo de intervención 1” (G1): a los que se les aplicó la técnica de estiramiento muscular del diafragma.
- 10 sujetos en el “grupo de intervención 2” (G2): a los que se les aplicó la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄.
- 10 sujetos en el “grupo de intervención 3” (G3): a los que se les aplicó ambas técnicas.
- 10 sujetos en el “grupo control” (G4): a los que se les aplicó una técnica simulada.

Se aplicaron los tratamientos a cada grupo, evaluando la variable respuesta principal (CVF) justo antes (PREINT), inmediatamente después (POSTINT) y a los cinco minutos (5 MIN) del tratamiento, obteniéndose una estimación de las medias, desviaciones estándar del factor y correlaciones entre medidas repetidas.

Según los datos obtenidos del estudio piloto, el tamaño muestral adecuado para un nivel de confianza α de 0,05 y una potencia del 80% en un diseño ANOVA de medidas repetidas de un factor con cuatro niveles, ha sido de 152 individuos (38 por grupo) (Figura 19). El tamaño de la muestra fue calculado mediante el programa G*Power v3.1.

Todos los individuos que formaron parte del estudio eran estudiantes universitarios pertenecientes a la Universidad CEU Cardenal Herrera de la sede de Elche.

Los sujetos que han intervenido en este estudio han sido asignados a los 4 grupos de intervención de forma aleatoria. La aleatorización se ha realizado mediante el programa estadístico Epidat v4.0. A partir de la muestra indexada a estudio, se han obtenido 4 submuestras del mismo tamaño sin reposición, con la misma probabilidad de

inclusión, siendo la primera muestra el grupo de intervención 1 (G1) a los que se les ha aplicado la técnica de estiramiento muscular del diafragma; la segunda, el grupo de intervención 2 (G2) a los que se les ha realizado la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; la tercera, el grupo de intervención 3 (G3) a los que se les aplicó ambas técnicas, y la cuarta, el grupo control (G4) al que se les aplicó una técnica simulada.

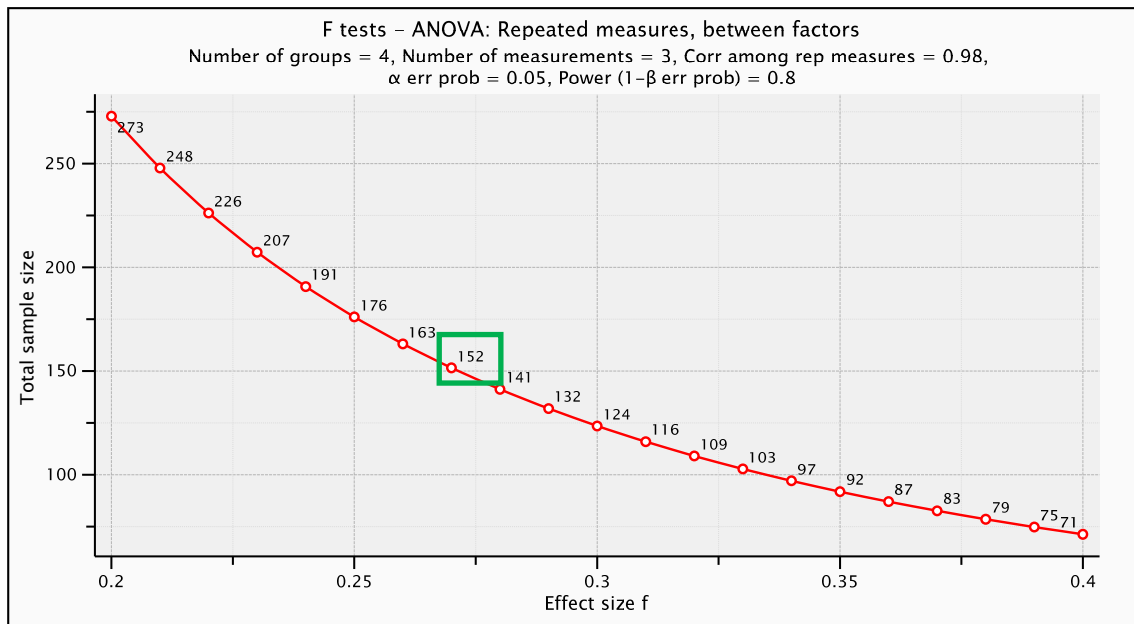


Figura 19. Tamaño muestral del estudio calculado mediante el programa G*Power v3.1

2. DISEÑO DEL ESTUDIO

El estudio realizado ha sido clínico aleatorio de carácter experimental, con la muestra de individuos sanos universitarios, para evaluar la validez y efectividad de tres tratamientos de Fisioterapia frente a un grupo control. Además ha sido doble ciego ya que el evaluador desconocía el grupo al que pertenecía el sujeto y el sujeto tampoco conocía el grupo al que pertenecía. No ha existido tampoco interrelación entre el evaluador y el interventor, proporcionando de esta forma, mayor fortaleza al diseño.

A los sujetos que han formado parte del estudio se les ha realizado la prueba de la espirometría simple, antes, inmediatamente después y a los 5 minutos de la

intervención. Para evitar el sesgo de aprendizaje, han realizado un mínimo de tres maniobras satisfactorias de espiración forzada hasta alcanzar una variación de 150 mL de CVF y en VEF₁, y un máximo de ocho (24-26).

3. CRITERIOS DE ESTUDIO

Los criterios utilizados para este estudio han sido los siguientes:

3.1 Criterios de inclusión

1. Aceptar participar en el estudio (firma del consentimiento informado).
2. Estar en un rango de edad entre 18 y 50 años.
3. No presentar ningún criterio de exclusión.

3.2 Criterios de exclusión

1. No cumplir los criterios de inclusión.
2. Tener problemas respiratorios obstructivos y/o restrictivos.
3. Padecer afecciones transitorias que afecten a las vías respiratorias, como catarro, sinusitis, gripe, alergias respiratorias.
4. Tener antecedentes de fracturas costales.
5. Padecer deformidades congénitas.
6. Tener problemas digestivos.
7. Padecer hepatitis y/o lesiones hepatobiliares.
8. Sufrir cardiopatías y/o hipertensión arterial.
9. Tener problemas abdominales.
10. Presentar cicatriz quirúrgica en el abdomen, tórax y/o cuello.
11. Padecer cáncer.
12. Presentar cualquier tipo de dolor en el momento de realizar el estudio.
13. Estar tomando cualquier tipo de anestésico local.
14. Embarazo.
15. Desequilibrios psicológicos diagnosticados.
16. Contraindicación de cualquiera de las técnicas del estudio.
17. Ser fumador activo

18. Conocer las técnicas de estudio.

3.3 Consideraciones éticas

Todos los participantes fueron informados de la finalidad y características del estudio previamente a la participación del mismo. Se les hizo entrega de un documento escrito con la información general del estudio (Anexo 1) y tras su lectura se les aclararon todas las dudas que surgieron (Figura 20).

Los sujetos que de manera voluntaria quisieron formar parte del estudio, leyeron y firmaron el documento del consentimiento informado (Anexo 2) y rellenaron la ficha de datos personales (Anexo 3). A cada uno de ellos se le asignó un código de identificación, siguiendo una numeración ordenada del 1 al 152, para asegurar su anonimato (Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal). En todo momento se han respetado los principios de la Declaración de Helsinki (2004) (Figura 20).

La técnicas que se han realizado en este estudio eran inocuas y realizadas por profesional cualificado, Fisioterapeuta colegiada nº 3.877 en el Colegio Oficial de Fisioterapeutas de Alicante.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Universidad CEU Cardenal Herrera (Anexo 5).

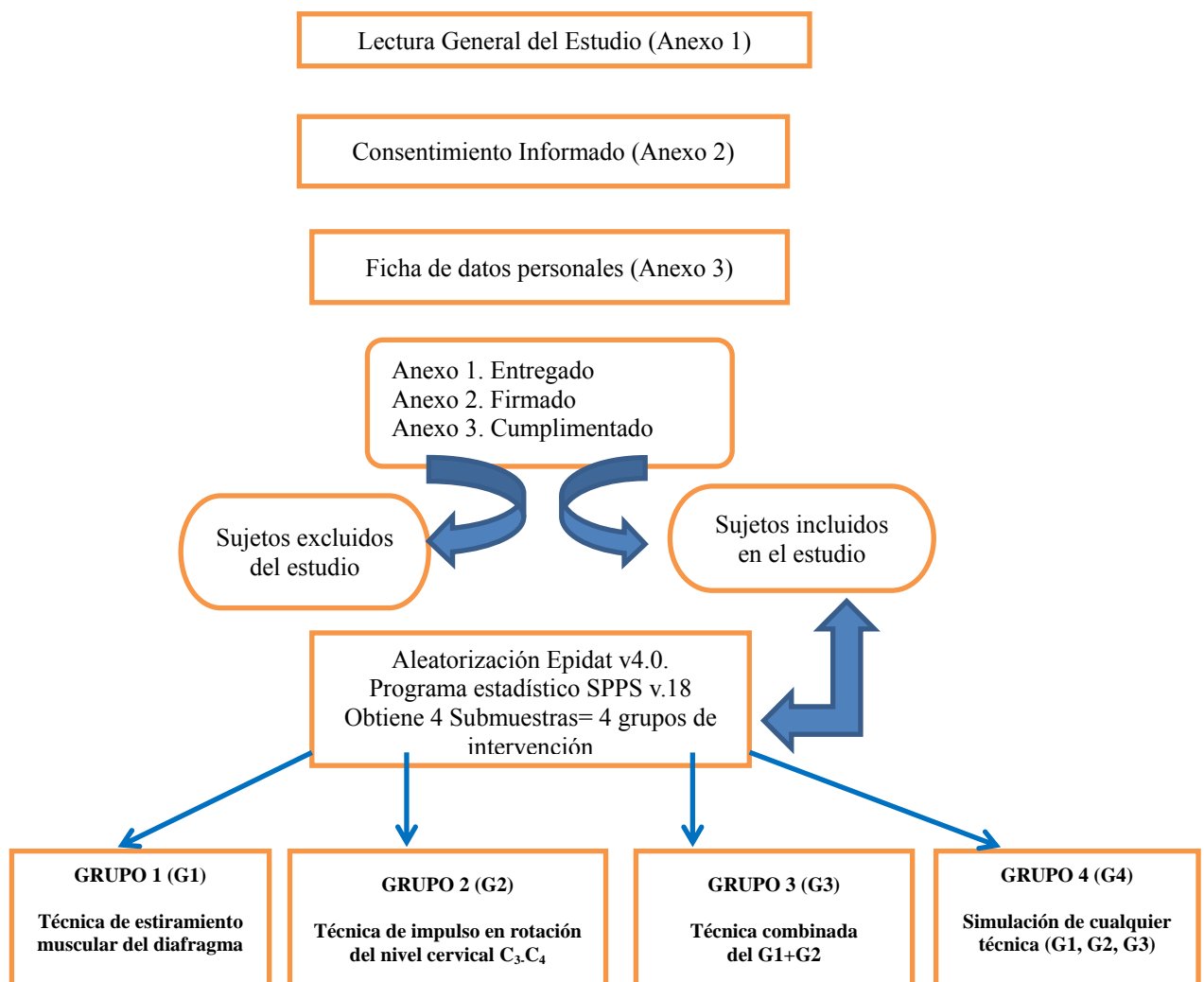


Figura 20. Protocolo de inclusión, exclusión y asignación de los sujetos al estudio

4. TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN

Las técnicas de intervención que se han realizado en el estudio, según el grupo de intervención, han sido:

4.1 Grupo de “intervención 1”: técnica de estiramiento muscular del diafragma (205, 110).

Posición inicial: sujeto en decúbito supino, con un cojín debajo de la cabeza y cuello, miembros superiores apoyados en la camilla a lo largo del cuerpo, los miembros

inferiores flexionados con la planta de los pies apoyados en la camilla, quedando entre ellos a la misma distancia que las caderas y con las rodillas flexionadas 90 grados (Figura 21).

Colocación de las manos: el terapeuta se coloca de pie, en la cabecera del paciente, mirando los pies de éste. Las manos toman contacto con el pisiforme y borde cubital de los dedos trifalángicos sobre el reborde costal, abarcando al cartílago común de 7^a, 8^a, 9^a y 10^a costillas y orienta sus brazos hacia el hombro del lado correspondiente (Figura 22).

Técnica: basculando sobre sus dedos de las manos, el interventor penetra hacia la zona interna de los cartílagos costales y costilla, y tracciona utilizando el peso de su cuerpo en oblicuo a través de cada una de sus manos en dirección al hombro del lado correspondiente, coincidiendo con las inspiraciones del sujeto; una vez accedido cómodamente al reborde costal se tracciona cefálicamente con ambas manos durante la inspiración y se mantiene la abertura costal durante la espiración. Se solicita al sujeto que tome aire más con el tórax que con el abdomen (Figura 22).

Realizaremos 10 repeticiones consecutivas por sujeto, número que se considera suficiente para evitar efectos adversos, como mareo, hiperventilación y/o fatiga en los sujetos.

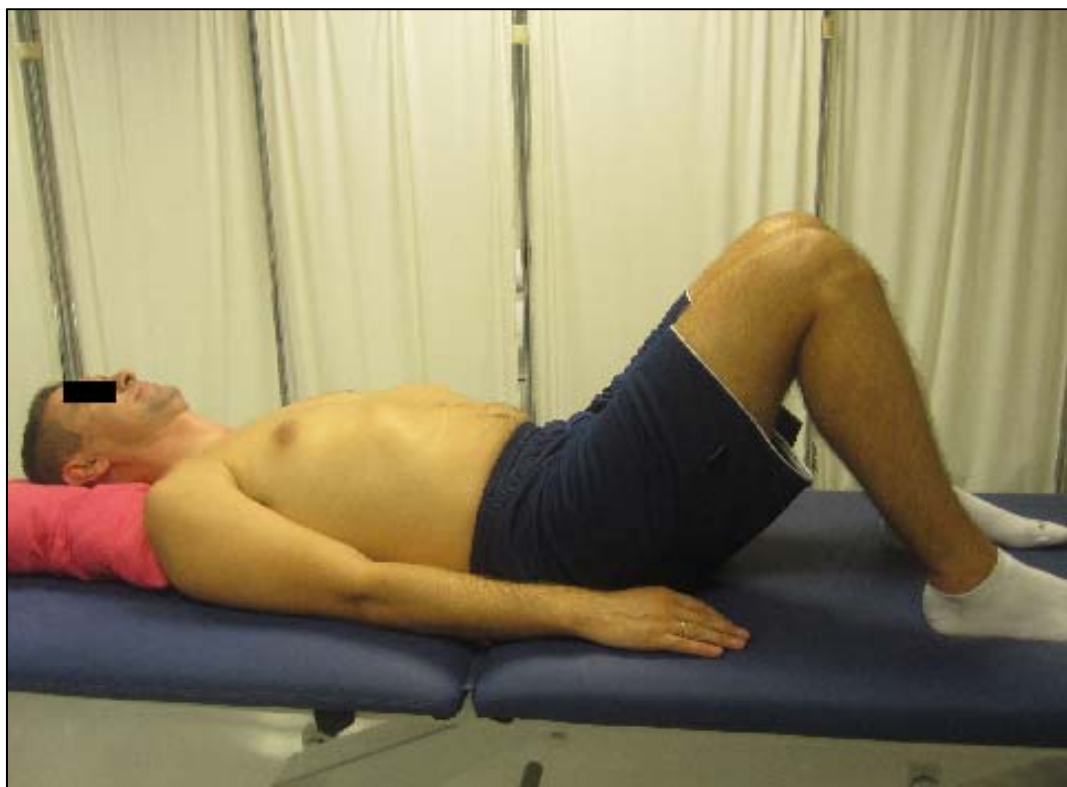


Figura 21. Colocación del sujeto para la realización de la técnica de estiramiento muscular del diafragma.



Figura 22. Realización de la técnica de estiramiento muscular del diafragma

4.2 Grupo de “intervención 2”: técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄ (221, 222, 227, 243, 244).

Posición inicial: sujeto en decúbito supino. Terapeuta en la cabecera de la camilla, en finta doble.

Colocación de las manos: la mano correctora toma contacto con la vértebra a tratar, del lado a manipular, previa reducción de la tensión de los tejidos: la segunda falange del dedo índice, reforzado con el medio, contacta en la lámina y apófisis articular. La otra mano hace una toma craneal colocando la palma sobre la oreja, el pulgar a la altura de la mandíbula, y los dedos índices y mayor por delante y detrás respectivamente de la transversa del lado contrario al que se va a manipular. Los codos están pegados al cuerpo (Figura 23).

Técnica: para colocar adecuadamente las palancas, con los pulgares se lleva la cabeza a posición de doble mentón y después se coloca con flexo-extensión neutra hasta focalizar en el nivel de la manipulación, lateroflexión homolateral y rotación contralateral, aproximadamente, de 45 grados.

Se ajustan los parámetros y se acumulan las tensiones antes de realizar el impulso específico de rotación contralateral (thrust) que se lleva a cabo con la mano correctora (239).



Figura 23. Realización de la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄.

4.3 Grupo de “intervención 3”: técnica de estiramiento muscular del diafragma en posición supina y técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄.

Se usarán las mismas pautas de *posición inicial*, *colocación de las manos* y *técnica*, citadas en cada una de las técnicas realizadas al grupo de “intervención 1” y al grupo de “intervención 2” (Figuras 21-23).

Finalizado el tiempo estipulado según la técnica de intervención, los sujetos vuelven a la sala de evaluación y se realiza la medición espirometría post-intervención (inmediatamente después y a los 5 minutos de la intervención), dando por concluido el estudio.

4.4 Grupo control (G4): simulación de una técnica.

Posición inicial: sujeto en decúbito supino, con un cojín debajo de la cabeza y cuello, miembros superiores apoyados en la camilla a lo largo del cuerpo, los miembros inferiores flexionados con la planta de los pies apoyados en la camilla, quedando entre ellos a la misma distancia que las caderas y con las rodillas flexionadas 90 grados (Figura 24).

Colocación de las manos: el terapeuta se coloca de pie, en la cabecera del paciente, mirando los pies de éste. Las manos toman contacto sutil sobre el reborde costal, con los dedos dirigidos en dirección caudal

Técnica: el terapeuta no ejecuta ni tiene la intención de ejecutar movimiento alguno. De esta manera descartaremos la posibilidad de que el efecto de la técnica sea por simple estimulación exteroceptiva, en lugar de por la realización de la técnica en sí.



Figura 24. Realización de la simulación de una técnica.

5. GRUPOS DE INTERVENCIÓN

5.1 “Grupo de intervención 1” (G1) con la técnica de estiramiento muscular del diafragma

A los sujetos que se asignaron al “*grupo de intervención 1*” se les ha realizado una espirometría pre-intervención previa (PREINT) e inmediatamente después se les ha aplicado la técnica de estiramiento muscular del diafragma. Después de aplicada la técnica se ha realizado una espirometría post-intervención inmediata (POSTINT). Inmediatamente después, se les ha aplicado la técnica de estiramiento muscular del diafragma y tras la aplicación de la misma, se ha esperado que transcurrieran cinco minutos, para realizar una espirometría post-intervención a los cinco minutos (5 MIN) (Figura 25).

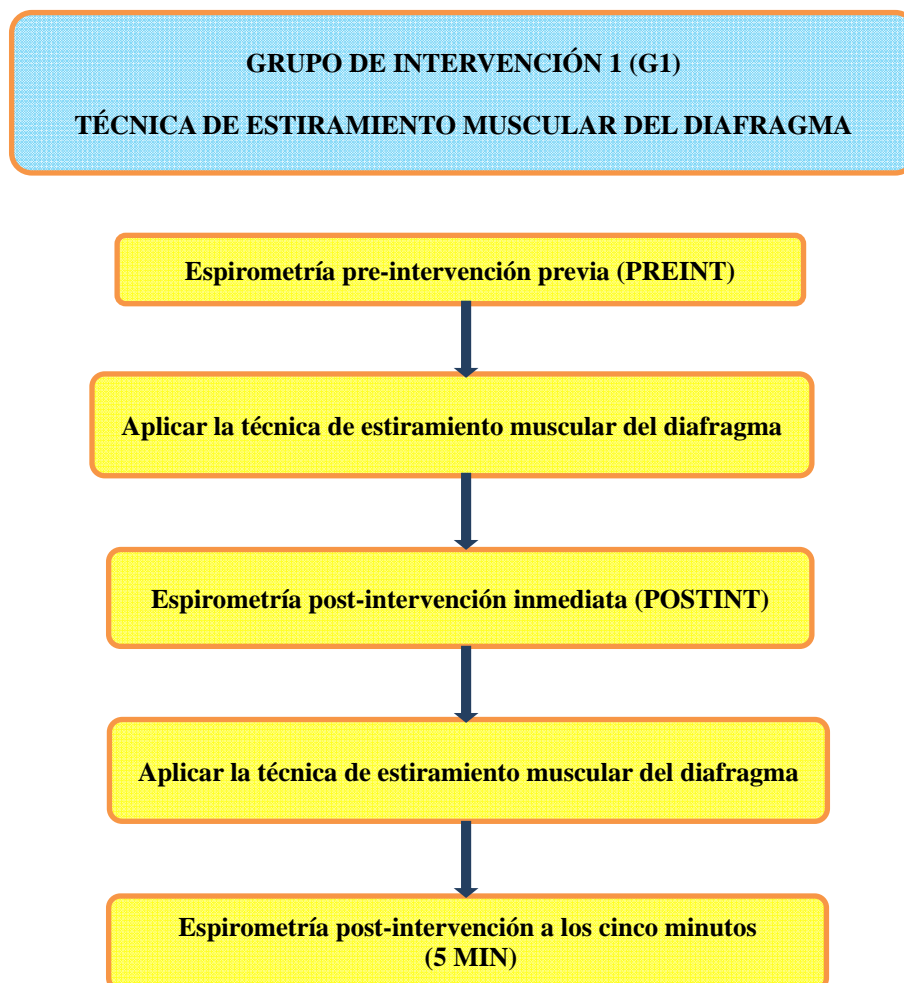


Figura 25. Protocolo de actuación en el Grupo de Intervención 1 (G1) y la secuencia de la técnica de estiramiento muscular del diafragma.

5.2 “Grupo de intervención 2” (G2) con la técnica impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄

A los sujetos que pertenecían al “*grupo de intervención 2*” se les ha realizado una espirometría pre-intervención previa (PREINT) e inmediatamente después se les ha aplicado la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄. Después de aplicada la técnica se ha realizado una espirometría post-intervención inmediata (POSTINT). Inmediatamente después, se les ha aplicado la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄.y tras la aplicación de la misma, se ha esperado que transcurran cinco minutos, para realizar una espirometría post-intervención (5 MIN) (Figura 26).

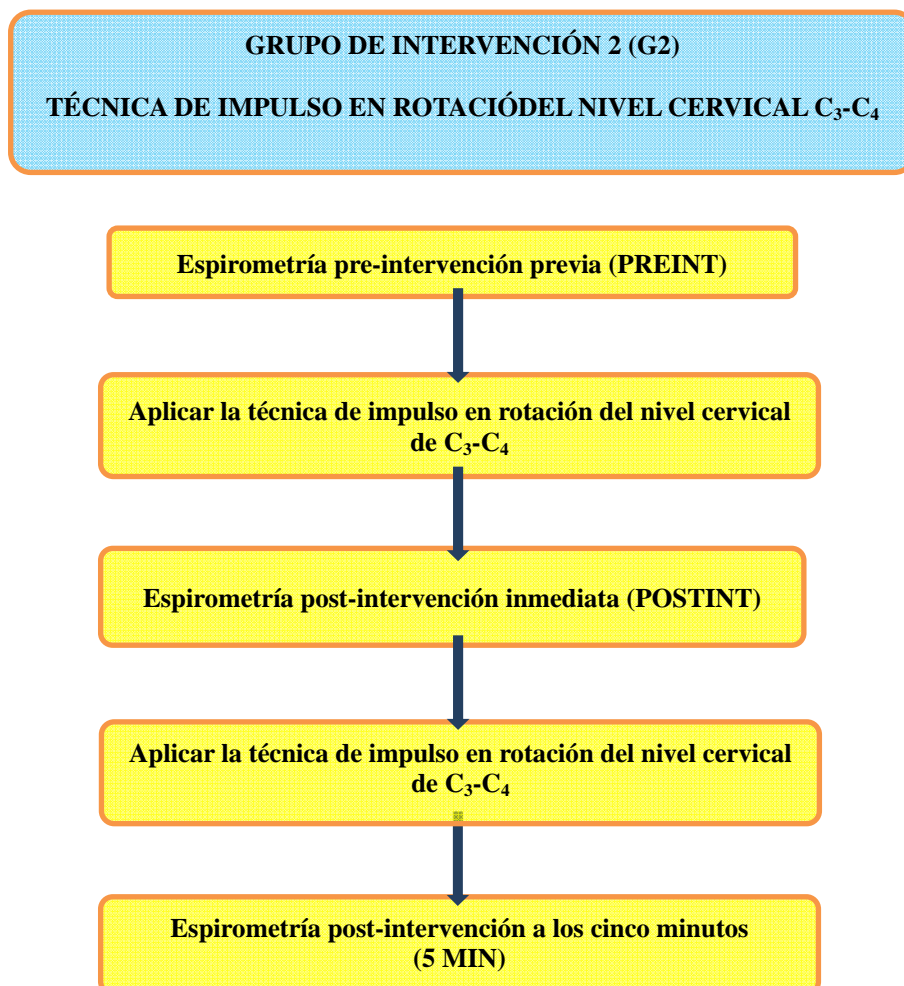


Figura 26. Protocolo de actuación en el Grupo de Intervención 2 (G2) y la secuencia de la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄.

Para minimizar la posible influencia del interventor a la hora de realizar la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄, se realizó un contrabalanceo, de manera que, alternativamente, se empezó a manipular primero en rotación derecha a un sujeto y a continuación en rotación izquierda al siguiente sujeto asignado al grupo.

5.3 “Grupo de intervención 3” (G3) con la técnica de estiramiento muscular del diafragma y con la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄

A los sujetos que se asignaron al “*grupo de intervención 3*” se les ha realizado una espirometría pre-intervención previa (PREINT) e inmediatamente después se les ha aplicado, primero la técnica de estiramiento muscular del diafragma y segundo, la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄. Después de aplicadas las técnicas se les realizó una espirometría post-intervención inmediata (POSTINT). Inmediatamente después, se les ha aplicado primero la técnica de estiramiento muscular del diafragma y segundo, la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄ y tras la aplicación de las mismas, se esperó a que transcurrieran cinco minutos, para realizar una espirometría post-intervención (5 MIN) (Figura 27).

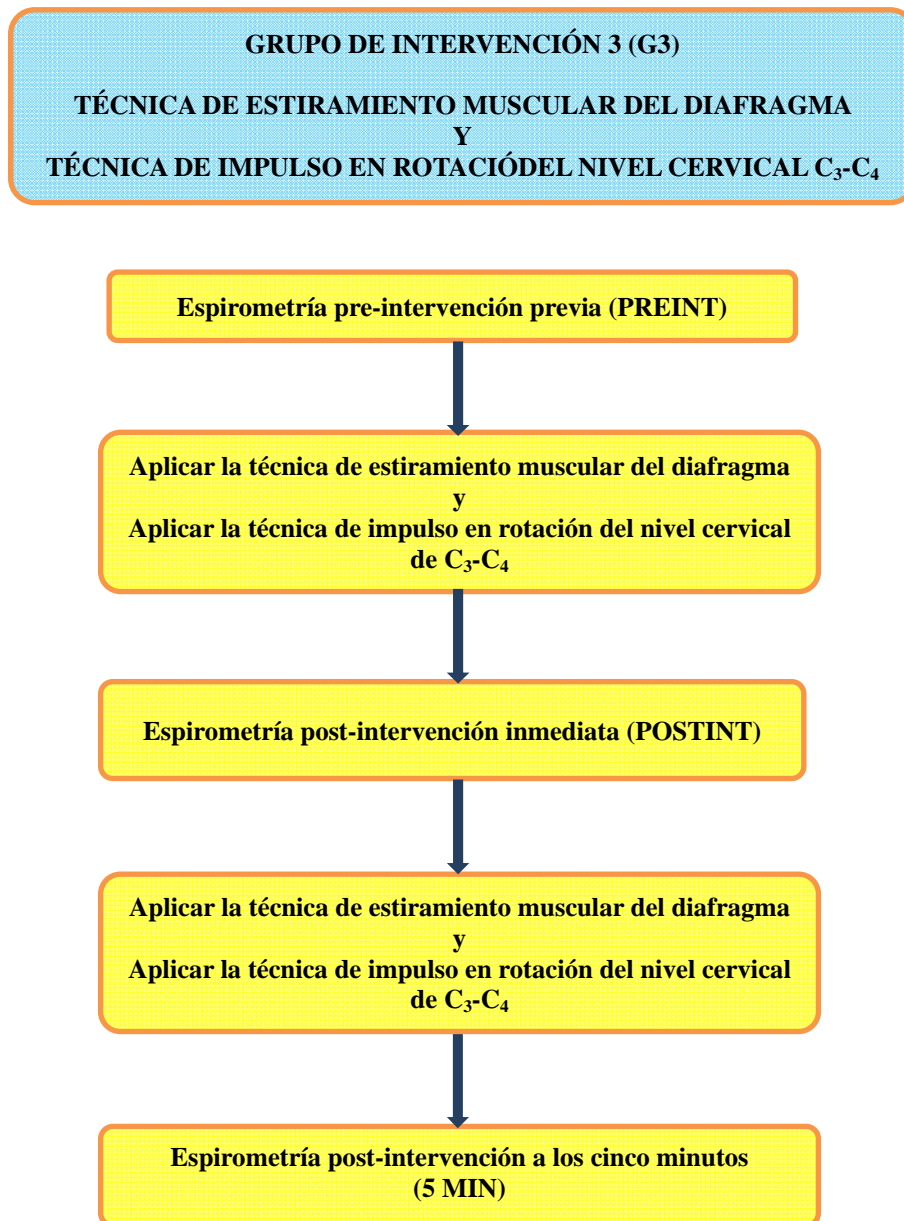


Figura 27. Protocolo de actuación en el Grupo de Intervención 3 (G3) y la secuencia de la técnica de estiramiento muscular del diafragma y la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄.

5.4 “Grupo control” (G4)

A los sujetos que formaron parte de este grupo se les ha realizado una espirometría pre-intervención previa (PREINT) e inmediatamente después se les ha realizado una simulación de cualquiera de las técnicas de estudio. Después de aplicar esta técnica simulada, se realizó una espirometría post-intervención inmediata (POSTINT). Inmediatamente después, se les aplicó la misma técnica simulada que habíamos

seleccionado en la previa y tras la aplicación de la misma, se ha esperado que transcurran cinco minutos, para realizar una espirometría post-intervención (5 MIN) (Figura 28).



Figura 28. Protocolo de actuación en el Grupo control (G4) y la simulación de una de técnicas de intervención.

6. VARIABLES DEL ESTUDIO

6.1 VARIABLES DEPENDIENTES

6.1.1 Variable principal

- **Variable 1: Capacidad vital forzada (CVF)**, es el volumen de aire que podemos espirar (de forma rápida, sostenida y máxima) tras una espiración máxima desde la posición de inspiración máxima. Se mide en litros (L).

6.1.2 Variables secundarias

- **Variable 2: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁ o VEMS)**, es el volumen espiratorio máximo en el primer segundo. Volumen obtenido en el primer segundo de la maniobra de Capacidad Vital Forzada. Se mide en litros (L).
- **Variable 3: Flujo espiratorio máximo (PEF o FEM, ápice del flujo espiratorio)**, es el flujo espiratorio máximo o pico obtenido durante la maniobra de espiración forzada. Se expresa en litros/minutos (L/min).

6.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

- **Variable 4: “Grupo”**: grupo al que pertenece el sujeto y que ha sido asignado de forma aleatoria.
 - Grupo “intervención 1” (G1)
 - Grupo “intervención 2” (G2)
 - Grupo “intervención 3” (G3)
 - Grupo “control ” (G4)
- **Variable 5: “Género”**
 - Hombre

➤ Mujer

- **Variable 6: “Edad”:** se expresa en años.
- **Variable 7: “Peso”:** se expresa en kilogramos (kg).
- **Variable 8: “Talla”:** se expresa en metros (m).
- **Variable 9: “Índice de masa corporal” (IMC):** es la medida de asociación entre el peso y la talla del individuo. Se expresa en kilogramos/metros cuadrados ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)
- **Variable 10: “Contorno del tórax”:** se expresa en centímetros (cm).
- **Variable 11: “Actividad deportiva”:** práctica de alguna actividad deportiva y su frecuencia (0 horas semanales; de 1 a 5 horas semanales; más de 5 horas semanales).
- **Variable 12: “Intensidad de la actividad deportiva”:** ninguna, leve-moderada e intensa.

6.3 VARIABLES GANANCIA

Para realizar un estudio estadístico más completo, hemos creado las variables Delta o Diferencia, que representan la ganancia de una variable. Para ello hemos registrado el desglose analítico de las variables secundarias del estudio (FEV₁ o VEMS y PEF):

- **Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁ o VEMS), previo:** es el volumen espiratorio máximo en el primer segundo, medido con un espirómetro antes de la aplicación de las técnicas.
- **Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁ o VEMS), inmediato:** es el volumen espiratorio máximo en el primer segundo medido con un espirómetro inmediatamente después de la aplicación de las técnicas.

- **Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁ o VEMS), a los cinco minutos:** es el volumen espiratorio máximo en el primer segundo medido con un espirómetro a los cinco minutos de la aplicación de las técnicas.
- **Flujo espiratorio máximo (PEF, ápice del flujo espiratorio), previo:** es el punto máximo en un instante del flujo ya en espiración. Medido con espirómetro antes de la aplicación de las técnicas.
- **Flujo espiratorio máximo (PEF, ápice del flujo espiratorio), inmediato:** es el punto máximo en un instante del flujo ya en espiración. Medido con espirómetro después de la aplicación de las técnicas.
- **Flujo espiratorio máximo (PEF, ápice del flujo espiratorio), a los cinco minutos:** es el punto máximo en un instante del flujo ya en espiración. Medido con espirómetro a los cinco minutos de la aplicación de las técnicas.

Así podemos crear las variables Delta o Diferencia:

- **Delta 1:** es la diferencia entre la medida post-intervención inmediata y la medida pre-intervención.
- **Delta 2:** es la diferencia entre la medida post-intervención a los cinco minutos y la medida pre-intervención.

Así las variables ganancia son:

- **Variable 1: “Ganancia 1 del volumen de aire expulsado durante el primer segundo” (Delta1FEV1):** diferencia entre el volumen de aire expulsado durante el primer segundo post-intervención inmediata y el pre-intervención. La unidad de medida es en litros (L).
- **Variable 2: “Ganancia 2 del volumen de aire expulsado durante el primer segundo” (Delta2FEV1):** diferencia entre el volumen de aire expulsado durante el primer segundo a los cinco minutos de aplicar la técnica y el pre-intervención. La unidad de medida es en litros (L).

- **Variable 3: “Ganancia 1 del flujo espiratorio pico” (Delta1PEF):** diferencia entre el PEF post-intervención y el pre-intervención. La unidad de medida es en litros (L).
- **Variable 4: “Ganancia 2 del flujo espiratorio pico” (Delta2PEF):** diferencia entre el PEF a los cinco minutos de aplicar la técnica y el pre-intervención. La unidad de medida es en litros (L).

7. MÉTODO DE EVALUACIÓN: ESPIROMETRÍA

Hemos realizado la prueba de la espirometría simple para el estudio de los volúmenes y capacidades respiratorias, PREINT, POSTINT y a 5MIN de la intervención (23, 24).

En primer lugar se le ha explicado al sujeto, las maniobras que tenía que efectuar para la correcta realización de la prueba, con el fin de obtener resultados fiables (25, 26, 28, 218, 245-247). Se ha realizado en posición sentada, con el sujeto respirando a través de una pieza bucal desechable y con la nariz ocluida por una pinza nasal (4, 24).

Se ha vigilado que el comienzo de la maniobra fuese correcto, que el esfuerzo respiratorio fuera máximo y que no se produjera turbulencias en el flujo aéreo. Cada vez que se realizaba la prueba, se revisaba que la boquilla no estuviera deformada, para evitar que se alterase el flujo del aire espirado (24, 25, 28).

7.1 MATERIAL UTILIZADO

El material empleado para realizar la espirometría simple se ha ubicado en un sala adaptada exclusivamente para la prueba de la espirometría; lo que permitió una mayor concentración por parte del sujeto y del evaluador entrenado para realizar la prueba.

El material utilizado ha sido el siguiente:

- Espirómetro DatoSpir 120 (Sibelmed) (248-250) (Figura 29): está clasificado como seco o de sensor de flujo, con transductor tipo turbina. Este modelo fue desarrollado atendiendo a los criterios de estandarización de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) (24), de la American Thoracic Society (ATS) y de la European Respiratory Society (ERS) (4), se realizaban un mínimo de tres y un máximo de ocho maniobras de espiración forzada (23-27). Posee un programa de calibración y dispone de notas de advertencia o aviso sobre el cumplimiento o no de los criterios de reproductibilidad (4, 24).
- Boquilla de cartón desechable e indeformable (Figura 30).
- Pinza nasal (Figura 30).
- Mesa para ubicar el equipo de espirometría (Figura 30).
- Silla cómoda para el paciente (Figura 30).
- Báscula y tallador médicos, permiten tomar el peso y la talla del sujeto (Figura 31).
- Báscula de bioimpedancia eléctrica para tomar el índice de masa corporal (IMC) (Figura 32).
- Cinta métrica para medir el contorno del tórax (Figura 33).
- Termómetro para la temperatura ambiente.
- Camilla hidráulica de dos cuerpos, dimensiones de 62 x188 cm (Ecopostural, modelo C-3723-J) (Figuras 21-24).



Figura 29. Espirómetro Datospir 120 (Sibelmed)

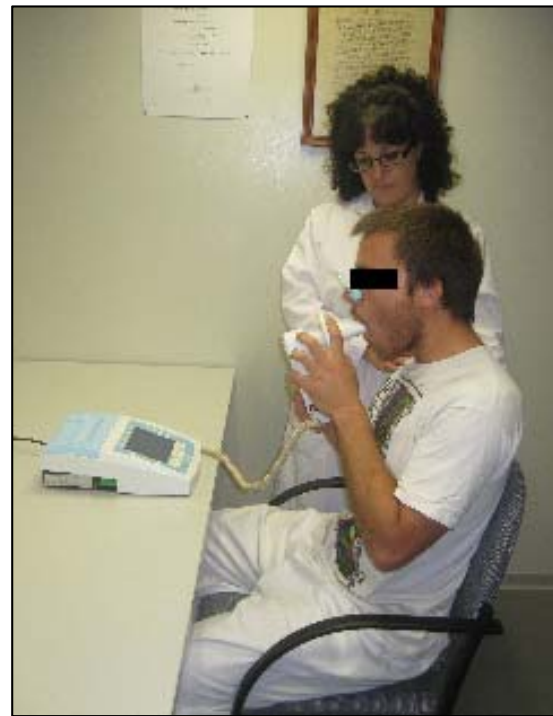


Figura 30. Silla, mesa, boquilla y pinza nasal



Figura 31. Báscula digital con tallímetro eléctrica (Omron. Modelo: BF-306).



Figura 32. Báscula de bioimpedancia (Soehnle. Modelo: Professional 2755)



Figura 33. Cinta métrica.

7.2 SECUENCIA DEL ESTUDIO

El estudio se ha realizado en dos salas contiguas con amplitud suficiente para ofrecer la máxima comodidad al evaluador, al interventor y al sujeto de estudio.

Se citó en la sala de prácticas del Grado de Fisioterapia de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Elche a los sujetos del estudio, según el horario preferente que habían reflejado en la ficha de datos personales (Anexo 3). En esta sala se realizaron las mediciones, recogiendo los valores pre y post-intervención y se aplicaron las técnicas de intervención (Figura 34).

Antes de empezar el estudio nos aseguramos que los sujetos no vinieran fatigados y poder evitar de esta forma el sesgo que podía causar en el estudio.

7.2.1 Evaluador y sala de evaluación

El evaluador era la persona que realizaba las mediciones pre-intervención y post-intervención. Estaba entrenado en el uso correcto del espirómetro, así como en el material a utilizar. Se ubicó en una sala llamada, **Sala de Evaluación**, con el material necesario para realizar la espirometría y siguió el siguiente protocolo de actuación (Figura 34, 35):

1. Los sujetos voluntarios que quisieron participar en el estudio rellenaron los siguientes anexos, para poder incluirlos o excluirlos del estudio:

- La información general del estudio (anexo 1) y el consentimiento informado (anexo 2).
- La ficha proforma (anexo 3) para la anamnesis, que sirvió para corroborar los criterios de inclusión y exclusión.

Una vez entregados los anexos 1, 2 y 3, y revisados por el evaluador, el sujeto que se incluyó en el estudio pasó a la **Sala de Evaluación**.

2. En la Sala de Evaluación, el evaluador, tomó y anotó las medidas de peso, talla, IMC y contorno de tórax (anexo 4). A continuación le solicitó al sujeto que se sentara de manera correcta y le instruyó para realizar tres maniobras de inspiración máxima, seguida de una espiración forzada, hasta obtener una máxima variación de 150 mililitros (ml) en la CVF y VEF₁. Si el sujeto no lograba alcanzar la aceptabilidad de la maniobra, se le permitía hacer un máximo de ocho maniobras. En caso de no alcanzarlo y para anular el sesgo de aprendizaje, se excluyó del estudio.

3. Se realizó la medición espirométrica pre-intervención. Para ello, el evaluador indicó al sujeto los pasos a seguir para realizar la maniobra correctamente:

- Tenía que estar sentado con la espalda erguida, para estar cómodo, concentrado y tranquilo para realizar la espiración forzada, con el evaluador apoyando su mano en el hombro del sujeto para evitar la inclinación de tronco hacia delante en la espiración.
- Le colocó una pinza en la nariz.
- Le indicó cómo tenía que colocarse la boquilla.
- Le señaló en qué momento tenía que espirar.

Una vez que el sujeto realizó de manera correcta los pasos del protocolo de actuación de la evaluación, pasaba a la Sala de Intervención.

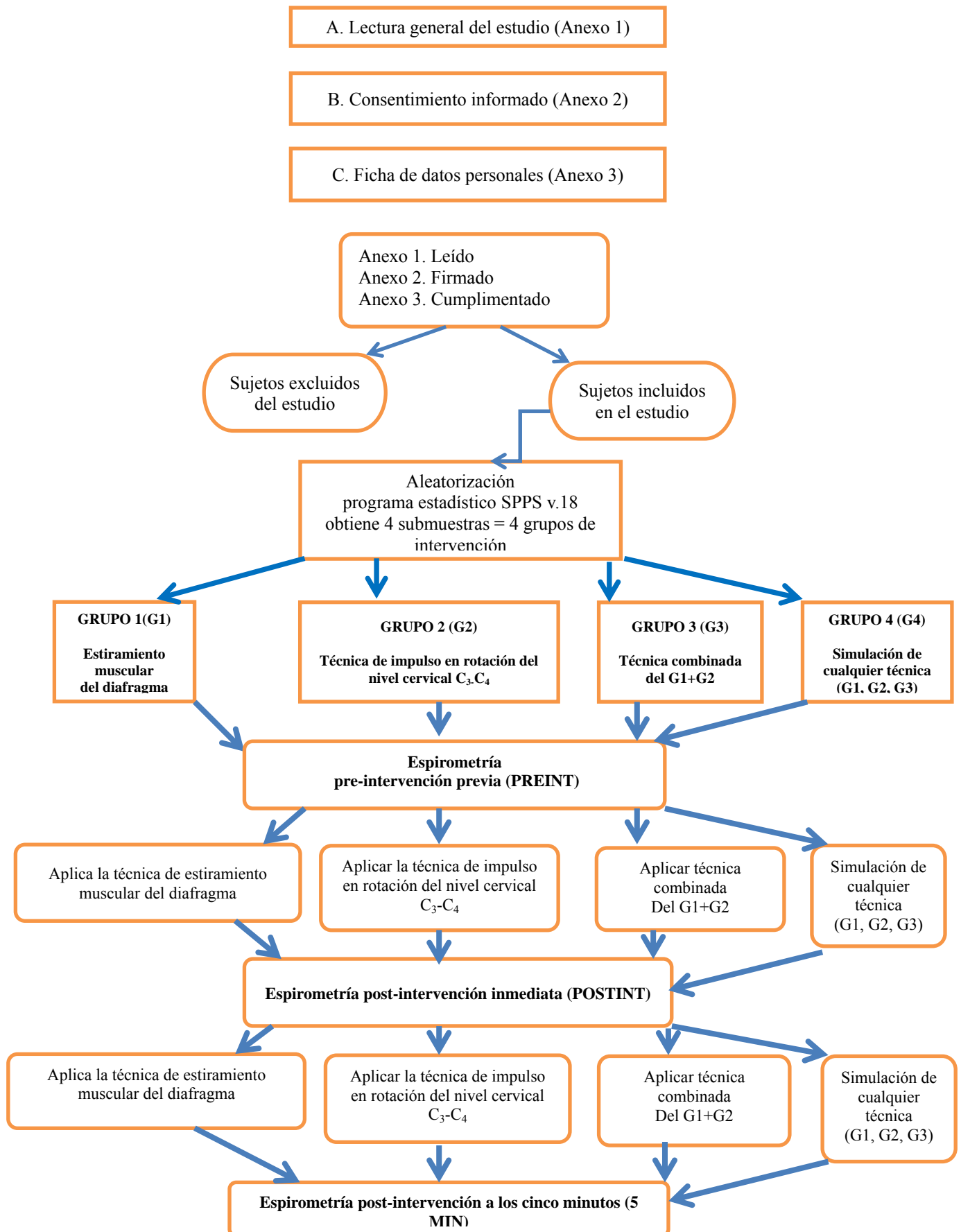


Figura 34. Diagrama de flujo global del estudio.

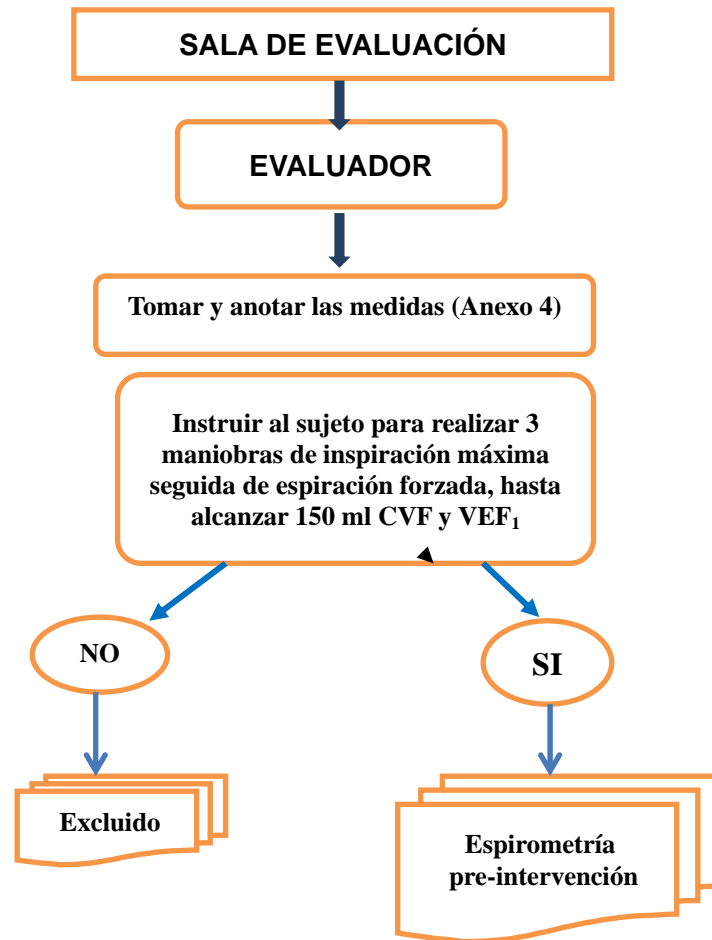


Figura 35. Protocolo de actuación del evaluador en la sala de evaluación.

7.2.2 Interventor y sala de intervención

El interventor era la persona que realizaba las técnicas de intervención del estudio. Se ubicó en una sala llamada, **Sala de Intervención**, con el material necesario para realizar dichas técnicas, y siguió el siguiente protocolo de actuación (Figuras 34 y 36):

1. La secuencia fue diferente en función del grupo al que pertenecía el individuo (grupo de “Intervención 1”, grupo de “Intervención 2”, grupo de “Intervención 3” y/o grupo “control”)
2. Se le indicó al sujeto que se tumbara en la camilla, transcurrido un minuto, el interventor procedió a realizar la intervención según el grupo de intervención:

- **Grupo de “intervención 1”**: se realizó la técnica de estiramiento muscular del diafragma. Con una duración de 10 ciclos respiratorios.
- **Grupo de “intervención 2”**: se realizó la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄. Con una duración inferior a 30 segundos.
- **Grupo de “intervención 3”**: se realizó la técnica de estiramiento muscular del diafragma y la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄. Con una duración de 10 ciclos respiratorios la primera y una duración inferior a 30 segundos la segunda.
- **Grupo “control”**: se realizó la simulación de cualquiera de las técnicas de los grupos de intervención. Con una duración de 1 minuto.

A continuación, el sujeto regresó a la sala de evaluación para proceder al análisis espirométrico post-intervención.

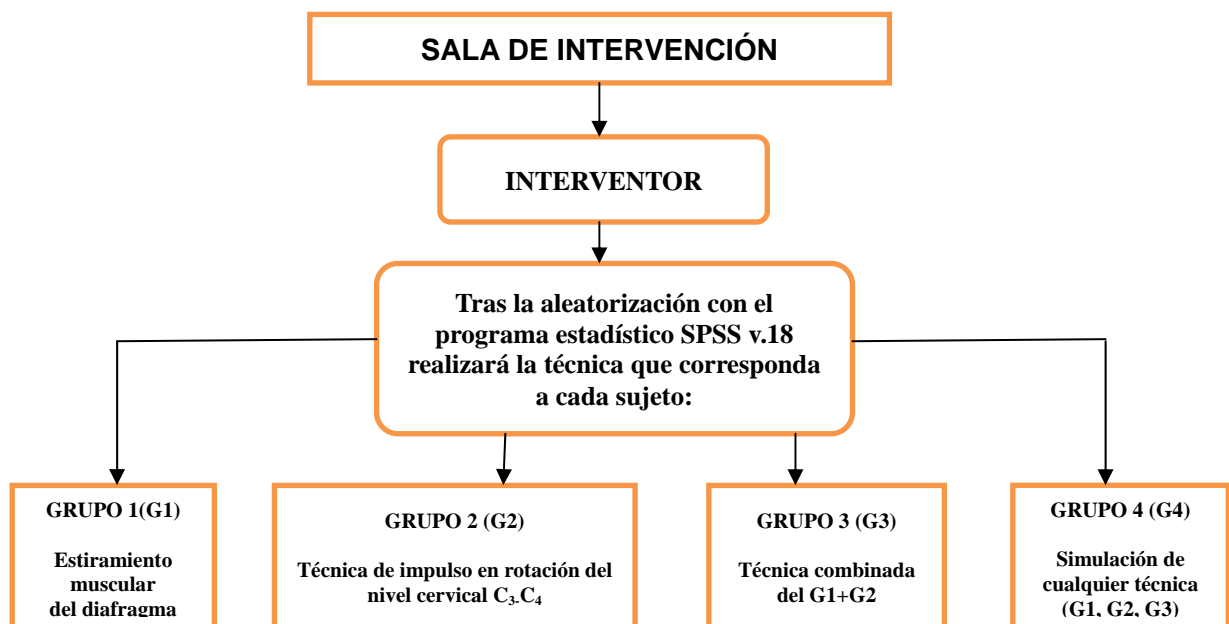


Figura 36. Diagrama interventor y sala de intervención.

7.2.3 Secuencia de la evaluación y la intervención

El estudio se ha realizado en dos salas contiguas con amplitud suficiente para ofrecer libertad de movimientos, tanto al examinador como al sujeto de estudio (Figuras 34 y 37).

En una sala había un evaluador, encargado de realizar las mediciones y recoger los valores pre y post-intervención, con un espirómetro simple y un ordenador.

En la otra sala había un interventor, que se encargaba de llevar a cabo la intervención correspondiente. Disponiendo de una camilla para el paciente y de un taburete para el interventor.

Entre ambas salas había aproximadamente ocho metros de distancia, sin escalones ni desnivel alguno.

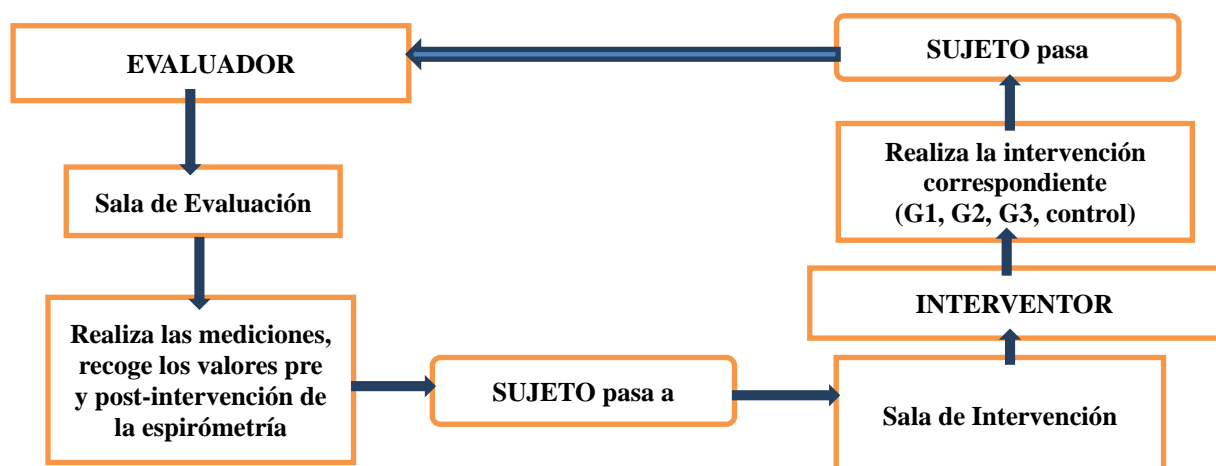


Figura 37. Diagrama de secuencia de la evaluación y la intervención.

8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se ha realizado un análisis descriptivo de todas las variables, calculando tablas de frecuencias y diagramas de barras para las variables cualitativas, y valores mínimo, máximo, medias y desviaciones estándar, junto con gráficos de intervalos de confianza al 95% de las medias, para las variables cuantitativas (251).

En primer lugar, se ha realizado el análisis descriptivo de las variables explicativas y después el de las variables respuesta. Se ha realizado este análisis globalmente y segmentado según el grupo de intervención y las variables más significativas, como el género, actividad deportiva e intensidad de esta actividad.

Se ha realizado un análisis de homogeneidad de los 4 grupos de intervención respecto a las variables basales (calidad del enmascaramiento) mediante un procedimiento de análisis de la varianza (ANOVA) para cada una de las variables cuantitativas, y mediante el test Chi-Cuadrado para cada una de las variables cualitativas.

Se ha medido la asociación de las tres variables respuesta (CVF, FEV, PEF) a nivel basal con cada grupo de intervención, para comprobar el correcto enmascaramiento del evaluador, mediante el procedimiento ANOVA.

Además se han aplicado métodos no paramétricos como son el test de Friedman, para comprobar igualdad de medias en un diseño de medidas repetidas y el test de Kruskal-Wallis, para comprobar igualdad de medias entre grupos.

Para estudiar el efecto de las covariables cualitativas se han segmentado las pruebas anteriores por género actividad deportiva e intensidad de esta actividad.

Para analizar el efecto de las covariables cuantitativas (edad, peso, talla, IMC y contorno de tórax) se han calculado los coeficientes de correlación de Spearman, segmentado por género y grupo de intervención.

Para detectar en qué pareja de medias había diferencias significativas de las

respuestas medias, se ha aplicado el método de comparaciones múltiples de Bonferroni entre los tres tiempos.

Asimismo, se han analizado las variables Delta creadas y se ha aplicado el análisis de la varianza (ANOVA) para contrastar la igualdad de medias de cada Delta en cada grupo. Y por último, para contrastar la nulidad de cada Delta dentro de cada grupo se ha aplicado el test T de Student.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES

La muestra total del estudio ha sido de 152 sujetos sanos procedentes de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Elche, y que han superado los criterios de inclusión y exclusión definidos anteriormente.

De las 152 personas que formaron parte de este estudio, 62 eran hombres (40,8%) y 90 mujeres (59,2%). La edad media de los hombres ha sido de $22,3 \pm 4,6$ años (edad \pm DS), y la de las mujeres de $22,6 \pm 6,4$ años (Tabla 2).

Tabla 2. Características de las personas que han sido enroladas en este estudio.

		N	%	Edad media	Desviación típica (DS)
Género	Hombre	62	40,8	22,3	4,6
	Mujer	90	59,2	22,6	6,4
Actividad deportiva (Horas/semana)	0h	39	25,7	24,1	7,2
	1-5h	73	48,0	21,8	5,1
	>5h	40	26,3	22,3	5,0
Intensidad de la actividad deportiva	Ninguna	39	25,7	24,1	7,2
	Leve-Moderada	80	52,6	22,1	5,6
	Intensa	33	21,7	21,7	3,7

En cuanto a la pregunta de frecuencia de actividad deportiva, 39 sujetos (25,7%) declararon no realizar actividad alguna, 73 (48,0%) realizaban entre 1 y 5 horas de actividad deportiva a la semana, y 40 (26,3%) más de 5 horas a la semana. La edad media de las personas que no realizaban ninguna actividad deportiva (0 horas/semana) ha sido de $24,1 \pm 7,2$ años, de $21,8 \pm 5,1$ años los que realizaban de 1-5 h/semana de actividad deportiva, y $22,3 \pm 5,0$ años los de más de 5 h/semana. De los que realizaban actividad deportiva, 80 (52,6%) declararon hacerla con intensidad leve o moderada, y

33 (21,7%) elevada. La edad media de los sujetos que realizaban una actividad deportiva de intensidad leve-moderada ha sido de $22,1 \pm 5,6$ años, y de $21,7 \pm 3,7$ aquellos cuya actividad deportiva era intensa (Tabla 2).

Los individuos se asignaron aleatoriamente a cada uno de los tres grupos de intervención (G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas) y al grupo control (G4), consiguiendo un tamaño balanceado en cada grupo de 38 sujetos (25%) (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de los sujetos por género según el grupo de intervención.

GRUPO DE INTERVENCIÓN	GÉNERO	N	%
G1	Hombres	16	42,1
	Mujeres	22	57,9
G2	Hombres	18	47,4
	Mujeres	20	52,6
G3	Hombres	16	42,1
	Mujeres	22	57,9
G4	Hombres	12	31,6
	Mujeres	26	68,4
TOTAL		152	

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Las tres titulaciones universitarias que han aportado más sujetos al estudio han sido Enfermería, Fisioterapia y Derecho con 62 (40,8%), 45 (29,6%) y 30 (19,7%) sujetos respectivamente, siendo primero y segundo los cursos más frecuentes, con 68 (44,7%) y 42 (27,6%) individuos, respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de los sujetos de estudio por titulación en los grupos de intervención.

GRUPO DE INTERVENCIÓN	TITULACIÓN	N	%
G1	ADE	1	2,6
	DERECHO	12	31,6
	DERECHO+ADE	1	2,6
	ENFERMERÍA	15	39,5
	FISIOTERAPIA	8	21,1
	MARKETING	1	2,6
G2	ADE+DERECHO+MARKETING	1	2,6
	ADE+MARKETING	1	2,6
	DERECHO	6	15,8
	DERECHO+ADE	2	5,3
	ENFERMERÍA	14	36,8
	FISIOTERAPIA	13	34,2
	FISIOTERAPIA+ENFERMERÍA	1	2,6
G3	ADE	1	2,6
	ADE+MARKETING	1	2,6
	DERECHO	6	15,8
	ENFERMERÍA	16	42,1
	FISIOTERAPIA	14	36,8
G4	ADE+MARKETING	2	5,3
	DERECHO	6	15,8
	DERECHO+ADE	3	7,9
	ENFERMERÍA	17	44,7
	FISIOTERAPIA	10	26,3

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la figura 38 se muestran la frecuencia de actividad deportiva (horas/semana), en cada grupo de intervención separado por género. Se puede apreciar que los hombres universitarios practican deporte más horas a la semana que las mujeres universitarias. Los resultados obtenidos en nuestro estudio referente a la variable actividad deportiva (horas/semana), son consistentes con los obtenidos en estudios previos españoles y latinoamericanos (252-254), así como en otros países europeos (255) y americanos

(256-259), que corroboraron la existencia de una diferencia significativa en la actividad deportiva según el género, ya que los hombres dedican más tiempo a la semana a realizar actividad física que las mujeres.

Según diversos estudios (260-264), los posibles motivos para que se practique una actividad deportiva son: los relacionados con la diversión, el gusto por la actividad y la forma física; y en menor medida, y según otros estudios (265-267) se encuentran otras causas como el hacer amigos, demostrar competencia y/o liberar tensiones. Además el género masculino indica que buscan el estado de forma, los aspectos excitantes de la competición, el riesgo y las emociones fuertes, así como el triunfo.

Así mismo, los estudiantes que practican algún deporte o actividad física, argumentan en mayor medida como motivos para su práctica el “reto y la aventura”, la “competición y el triunfo” y el “placer por la actividad en sí misma”. Por el contrario, quienes no practican actividad deportiva indican que practicarían deporte por motivos ajenos al mismo, tales como los económicos y profesionales (268). Todos estos datos confirman la opinión de Mowatt *et al.* (269) que señalaban que las actitudes hacia la actividad física son más positivas a medida que ésta se practica con mayor frecuencia.

Si observamos el porcentaje según el género y en cada grupo de intervención, podemos apreciar algunas diferencias, como por ejemplo, en G1 son los hombres los que tienen un mayor porcentaje de frecuencia de actividad física (0% en 0 h/semana, 13% de 1-5 h/semana y un 17,5% de más de 5 h/semana) que las mujeres (21% de 0 h/semana, 11% de 1-5 h/semana y un 15% de más de 5 h/semana); existiendo grupos de intervención donde los hombres no realizan actividad deportiva (G2: 8% de 0 h/semana, G3: 2% de 0 h/semana, G4: 8% de 0 h/semana). Este dato también se refleja en algunos estudios (270, 271), que indican que los hombres pueden tener poca o nula actividad deportiva o abandonar ésta debido a la falta de tiempo por su dedicación a los estudios universitarios.

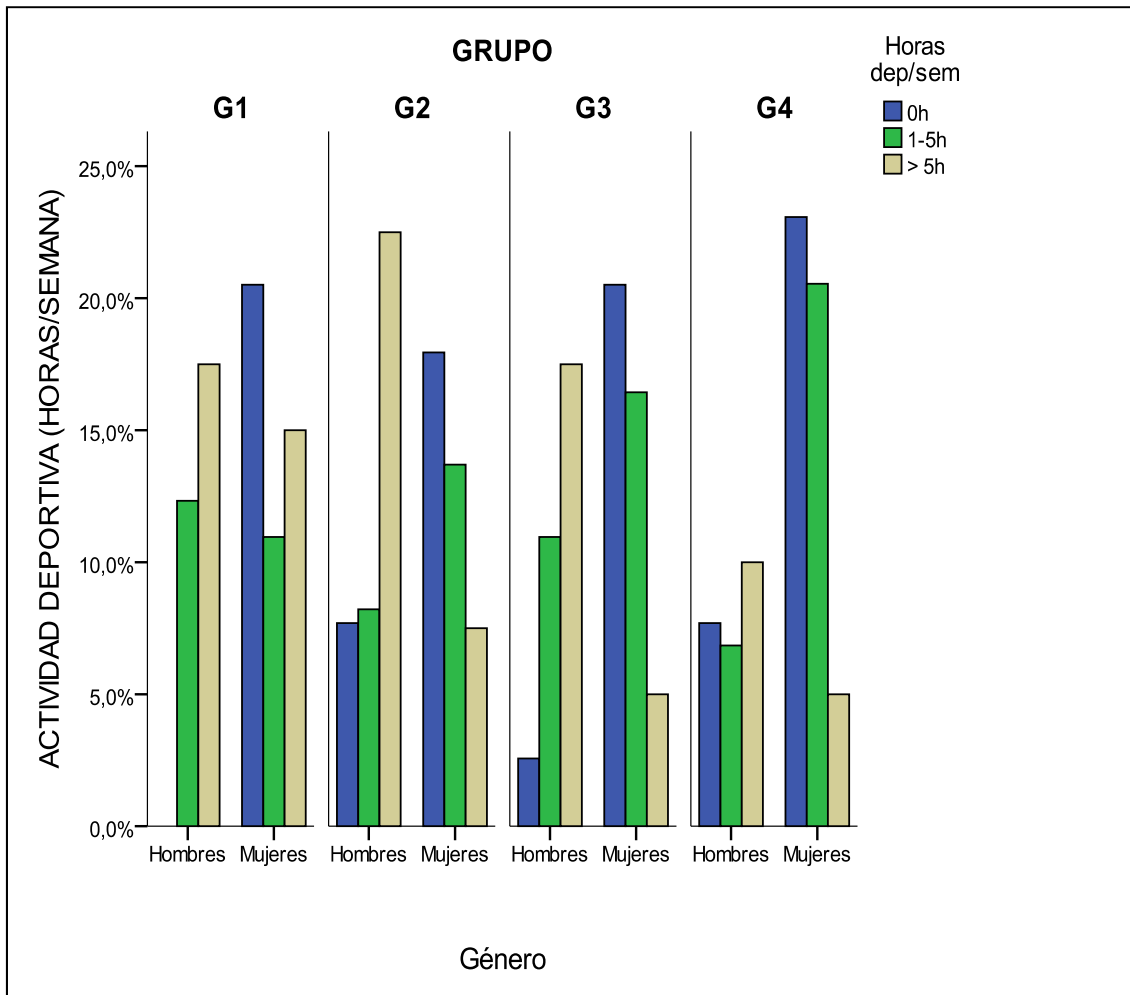


Figura 38. Frecuencia de actividad deportiva (horas/semana) en cada grupo de intervención y por género.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la figura 39 se muestra la intensidad de la actividad deportiva, en cada grupo de intervención separado por género.

Para clasificar la actividad física de acuerdo con la frecuencia e intensidad, hemos utilizado las definiciones propuestas por los Centros para el Control y la Prevención de la Enfermedad (CDC) de Estados Unidos (272):

- Actividad física nula: ninguna actividad física.

- Actividad física leve-moderada recomendada: actividades moderadas con una frecuencia de al menos cinco días de la semana, con una duración de 30 minutos por sesión.
- Actividad física intensa: actividad física con una frecuencia mayor de cinco días de la semana y con una duración de 30 minutos por sesión.

Para la obtención de las respuestas a la intensidad deportiva, hemos utilizado como instrumento de medición la autorespuesta, ya que es un proceso de evaluación contrastada que nos permite confirmar la validez y fiabilidad de la prueba (273, 274).

En nuestro estudio se aprecia que los hombres universitarios practican deporte con más intensidad que las mujeres universitarias, independiente del grupo de intervención al cual haya sido asignado. Una vez más se refleja las diferencias existentes en esta variable entre personas de género femenino y masculino, lo que se corrobora con otros estudios (275-280).

Rodríguez-Tejero *et al.* (263) en su estudio sobre la actividad física según el género, señala que el género masculino y femenino están unidos a unos rasgos de identidad. El masculino con la competitividad, la independencia y la agresividad, y el femenino con la sumisión y el orden. Este pensamiento de la sociedad se refuerza con uno de los estereotipos más común, la existencia de deportes más apropiados para las mujeres (actividades de ritmo) y otros que lo son para los hombres (actividades de fuerza, riesgo, etc.).

Según Vázquez (281) en la mujer no existe un refuerzo social hacia el deporte debido a una mayor dependencia de estas hacia las tareas familiares. Esto se debe a una incongruente socialización en el desempeño de diferentes roles, que son aprendidos desde muy jóvenes, donde la práctica deportiva de los hombres es valorado más positivamente que la de las mujeres (282). No obstante, también existen otros estudios (283, 284), que señalan la mayor preocupación que muestran las mujeres por su cuerpo y su imagen, siendo más críticas que los hombres. En todo caso, la práctica de actividad deportiva tiene efectos positivos en la autoestima y el autoconcepto físico, tal y como indican diversos estudios (285, 286).

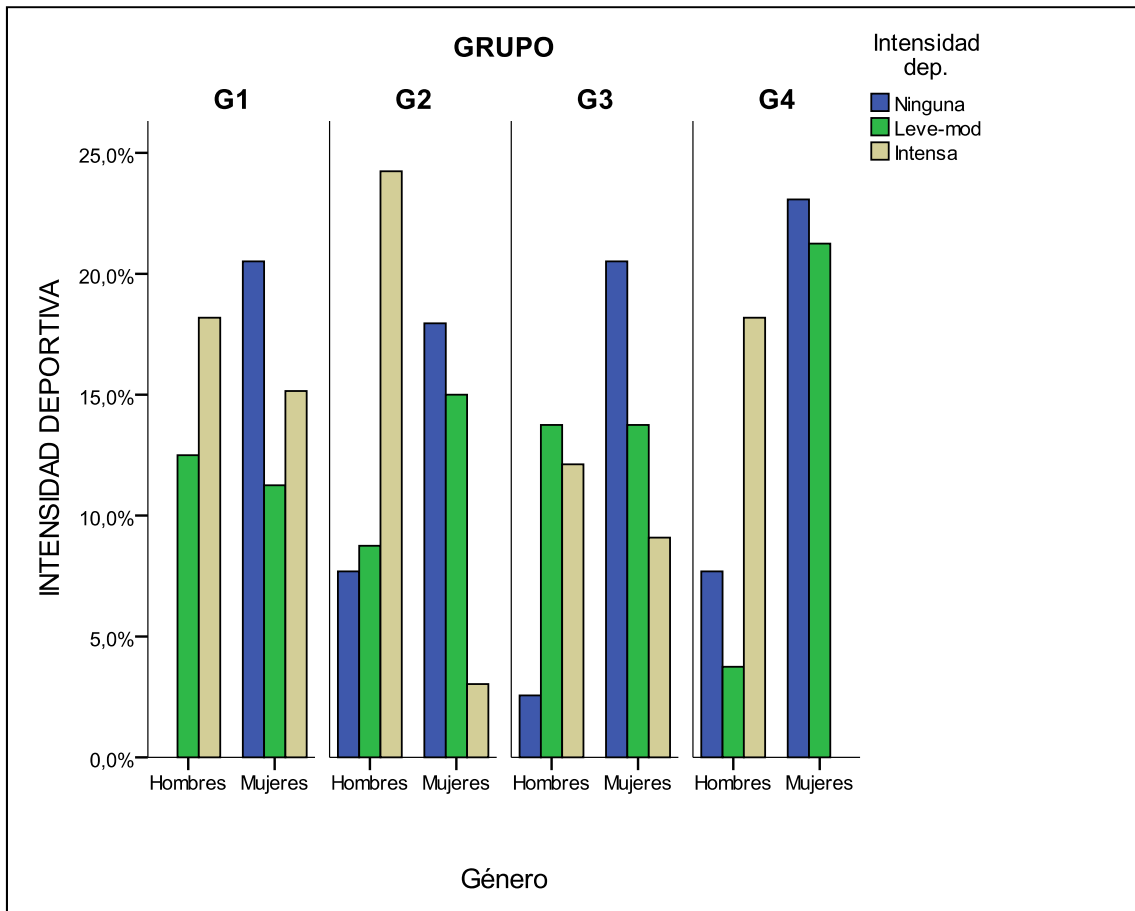


Figura 39. Intensidad de la actividad deportiva en cada grupo de intervención y por género.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 5 se muestra el estudio de las variables cuantitativas, la edad media de los individuos de la muestra ha sido de $22,5 \pm 5,7$ años, siendo la edad mínima de 18 años y la máxima de 52. El peso medio fue de $66,85 \pm 12$ kg (peso \pm DS), con un mínimo y máximo de 42,8 y 99 kg, respectivamente. La altura media de los sujetos ha sido de $1,69 \pm 0,08$ m (altura \pm DS), con un mínimo y máximo de 1,50 y 1,90 m, respectivamente. El IMC medio fue de $23,27 \pm 3,36$ kg/m² (IMC \pm DS), con un mínimo y un máximo de 16,7 y 37,5 kg/m², respectivamente. El contorno de tórax medio ha sido de $91,58 \pm 7,81$ cm (contorno de torác \pm DS), con un mínimo y un máximo de 63 y 117 cm, respectivamente.

Tabla 5. Descriptivos de la edad, peso, talla, IMC y contorno de tórax de los sujetos estudiados.

VARIABLES CUANTITATIVAS	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA (DS)
EDAD (años)	152	18	52	22,5	5,7
PESO (kg)	152	42,8	99,0	66,8	12,0
TALLA (m)	152	1,5	1,9	1,69	0,08
IMC (kg/m²)	152	16,7	37,5	23,27	3,36
CONTORNO DE TORAX (cm)	152	63,0	117,0	91,58	7,81

En la figura 40 se muestra el intervalo de confianza al 95% (IC 95%) para el valor medio de la variable cuantitativa edad, recogidas en la tabla 5, en cada grupo de intervención, separando por género.

La edad media de las mujeres del G1 ha sido de $23,6 \pm 8,6$ años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 52 años. Para las del G2 ha sido de $22,7 \pm 6,4$ años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 41 años. Las mujeres del G3 tenían una edad media de $22 \pm 3,4$ años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 31 años y las del G4, $22,3 \pm 6,4$ años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 44 años.

La edad media de los hombres del G1 ha sido de $22,1 \pm 4,3$ años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 31 años. Para los del G2 ha sido de $22,3 \pm 4,2$ años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 34 años. Los hombres del G3 tenían una edad media de $23,3 \pm 6,4$ años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 45 años y los del G4, $21,6 \pm 2,4$ años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 26 años.

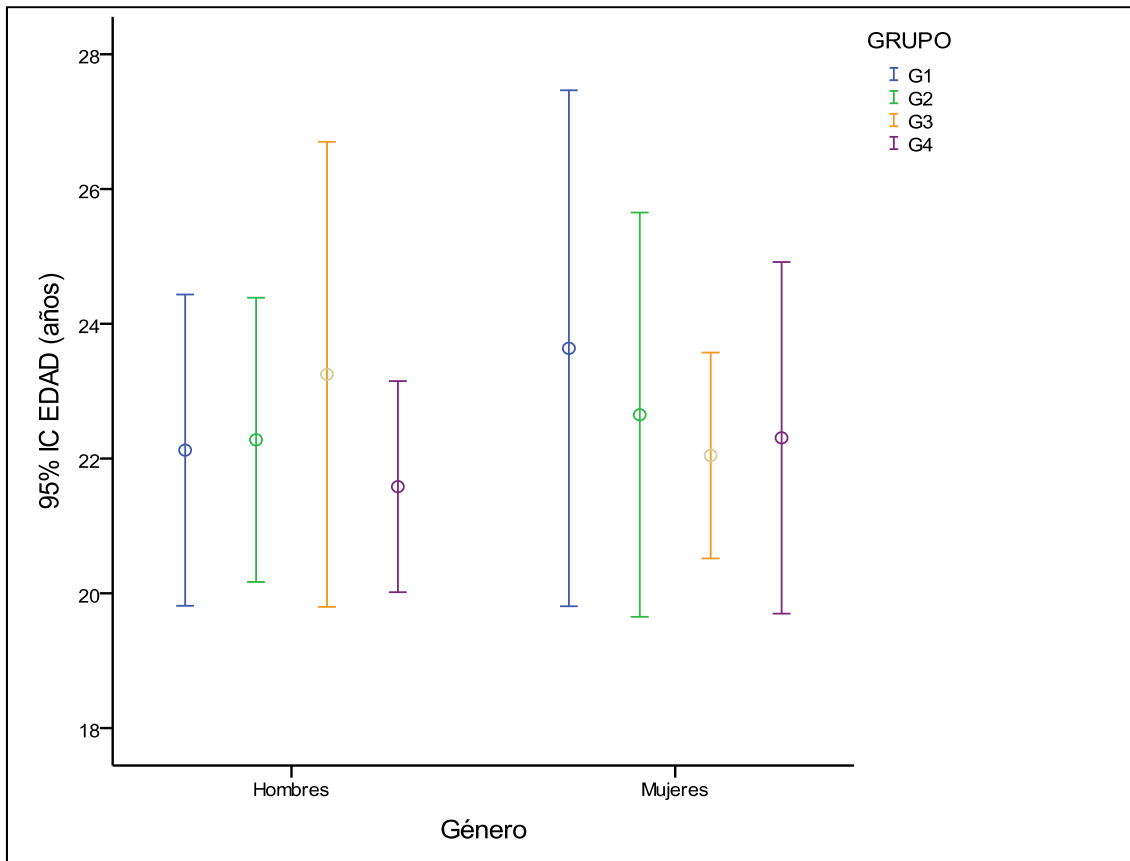


Figura 40. Intervalo de confianza al 95% para la edad en cada grupo de intervención separado por género.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la figura 41 se muestra el intervalo de confianza al 95% (IC 95%) para el valor medio de la variable cuantitativa peso, recogida en la tabla 5, en cada grupo de intervención, separando por género.

El peso medio de las mujeres del G1 ha sido de $62,5 \pm 11,6$ kg, con un mínimo de 44,9 kg y un máximo de 99 kg. Para las del G2 ha sido de $61,3 \pm 9,8$ kg, con un mínimo de 47 kg y un máximo de 81 kg. Para las del G3 ha sido de $62,4 \pm 14$ kg, con un mínimo de 42,8 kg y un máximo de 93,7 kg, y para las del G4, de $61,4 \pm 7,75$ kg, con un mínimo de 52 kg y un máximo de 83 kg.

El peso medio de los hombres del G1 ha sido de $75,7 \pm 9,8$ kg, con un mínimo de 60,4 kg y un máximo de 94,2 kg. Para los del G2 ha sido de $76,5 \pm 10,8$ kg, con un mínimo de 60 kg y un máximo de 95,2 kg. Para los del G3 ha sido de 72 ± 9 kg, con un

mínimo de 58,6 kg y un máximo de 94,6 kg y para los del G4 de $70,4 \pm 10$ kg, con un mínimo de 51,7 kg y un máximo de 86,2 kg.

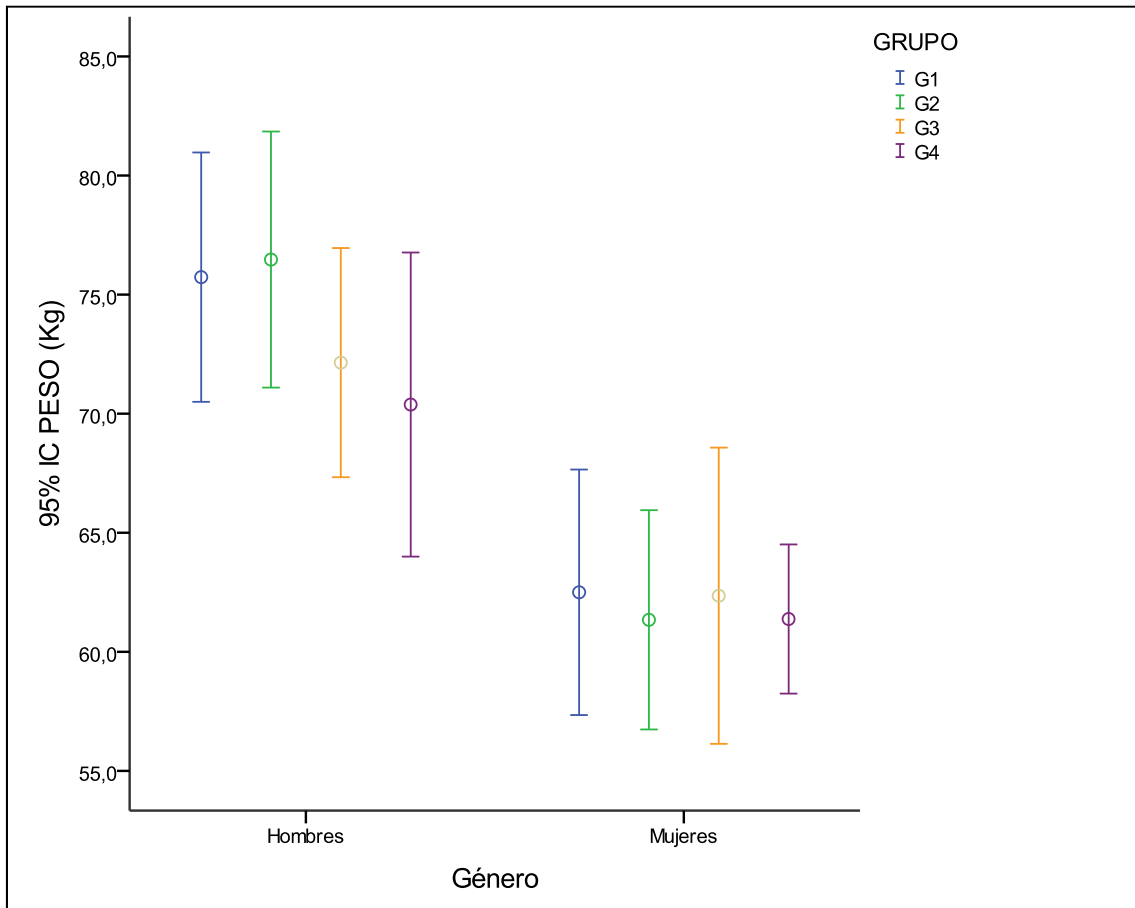


Figura 41. Intervalo de confianza al 95% para el peso en cada grupo de intervención separado por género.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la figura 42 se muestra el intervalo de confianza al 95% (IC 95%) para el valor medio de la variable cuantitativa talla, recogida en la tabla 5, en cada grupo de intervención, separando por género.

La talla media de las mujeres del G1 ha sido de $1,70 \pm 0,06$ m, con un mínimo de 1,50 m y un máximo de 1,80 m. Para las del G2 ha sido de $1,60 \pm 0,05$ m, con un mínimo de 1,50 m y un máximo de 1,80 m. Para las del G3 y del G4 ha sido de $1,70 \pm 0,07$ m, con un mínimo de 1,50 m y un máximo de 1,80 m.

La talla media de los hombres del G1 y del G2 ha sido de $1,80 \pm 0,06$ m, con un mínimo de 1,70 y 1,60 m, respectivamente, y un máximo de 1,90 m para ambos grupos. Para los del G3 ha sido de $1,70 \pm 0,08$ m, con un mínimo de 1,60 m y un máximo de 1,90 m y para los del G4 ha sido de $1,70 \pm 0,07$ m, con un mínimo de 1,70 m y un máximo de 1,90 m.

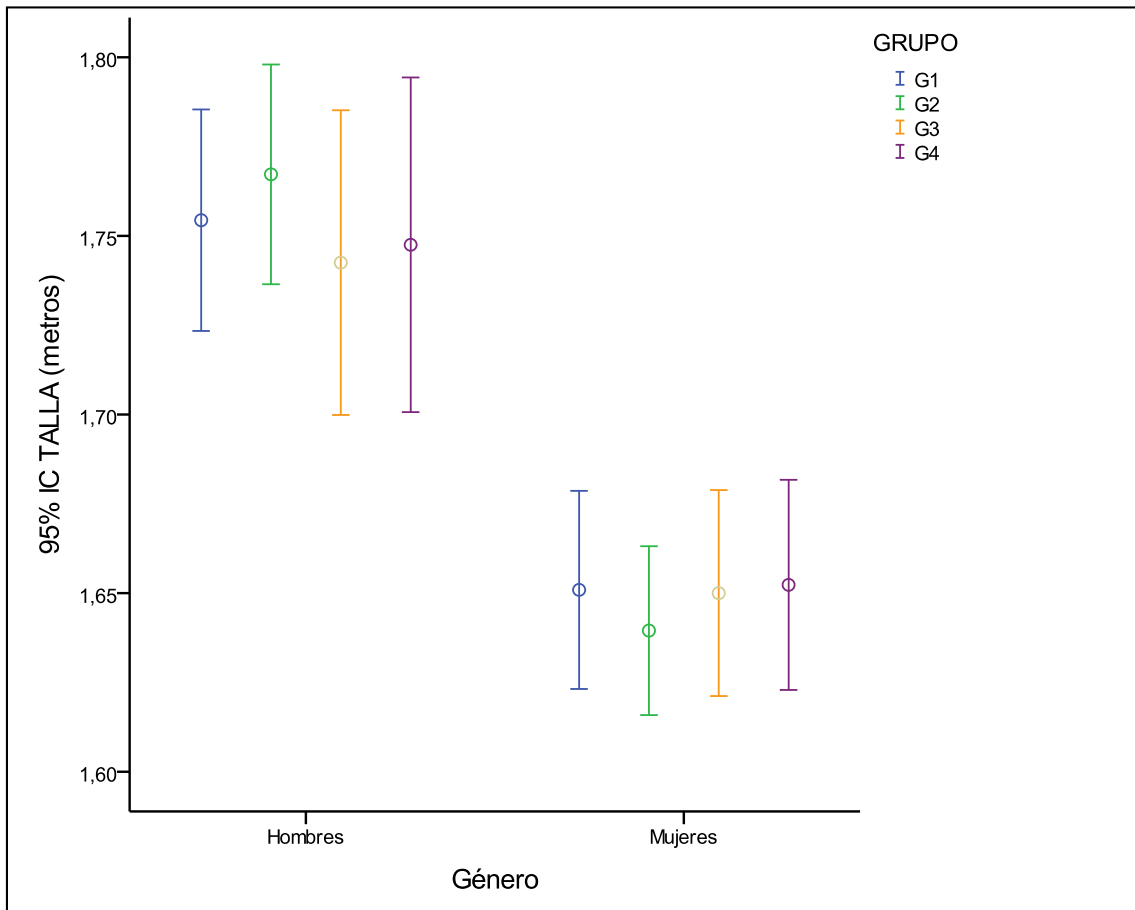


Figura 42. Intervalo de confianza al 95% para la talla en cada grupo de intervención separado por género.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la figura 43 se muestra el intervalo de confianza al 95% (IC 95%) para el valor medio de la variable cuantitativa IMC, recogida en la tabla 5, en cada grupo de intervención, separando por género.

El IMC medio de las mujeres del G1 ha sido de $22,9 \pm 3,5$ kg/m², con un mínimo de 18,1 kg/m² y un máximo de 31,2 kg/m². Para las del G2 ha sido de $22,8 \pm 3,59$ kg/m²,

con un mínimo de $17,3 \text{ kg/m}^2$ y un máximo de $29,3 \text{ kg/m}^2$. Para las del G3 ha sido de $22,9 \pm 4,9 \text{ kg/m}^2$, con un mínimo de $16,7 \text{ kg/m}^2$ y un máximo de $37,5 \text{ kg/m}^2$ y para las del G4 ha sido de $22,5 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$, con un mínimo de $18,7 \text{ kg/m}^2$ y un máximo de $28,7 \text{ kg/m}^2$.

El IMC medio de las hombres del G1 ha sido de $24,6 \pm 3,3 \text{ kg/m}^2$, con un mínimo de $18,6 \text{ kg/m}^2$ y un máximo de 33 kg/m^2 . Para los del G2 ha sido de $24,4 \pm 2,8 \text{ kg/m}^2$, con un mínimo de $20,1 \text{ kg/m}^2$ y un máximo de 30 kg/m^2 . Para los del G3 ha sido de $23,7 \pm 2,1 \text{ kg/m}^2$, con un mínimo de $20,4 \text{ kg/m}^2$ y un máximo de $27,1 \text{ kg/m}^2$ y para los del G4 ha sido de $23 \pm 2,9 \text{ kg/m}^2$, con un mínimo de $17,5 \text{ kg/m}^2$ y un máximo de $29,9 \text{ kg/m}^2$.

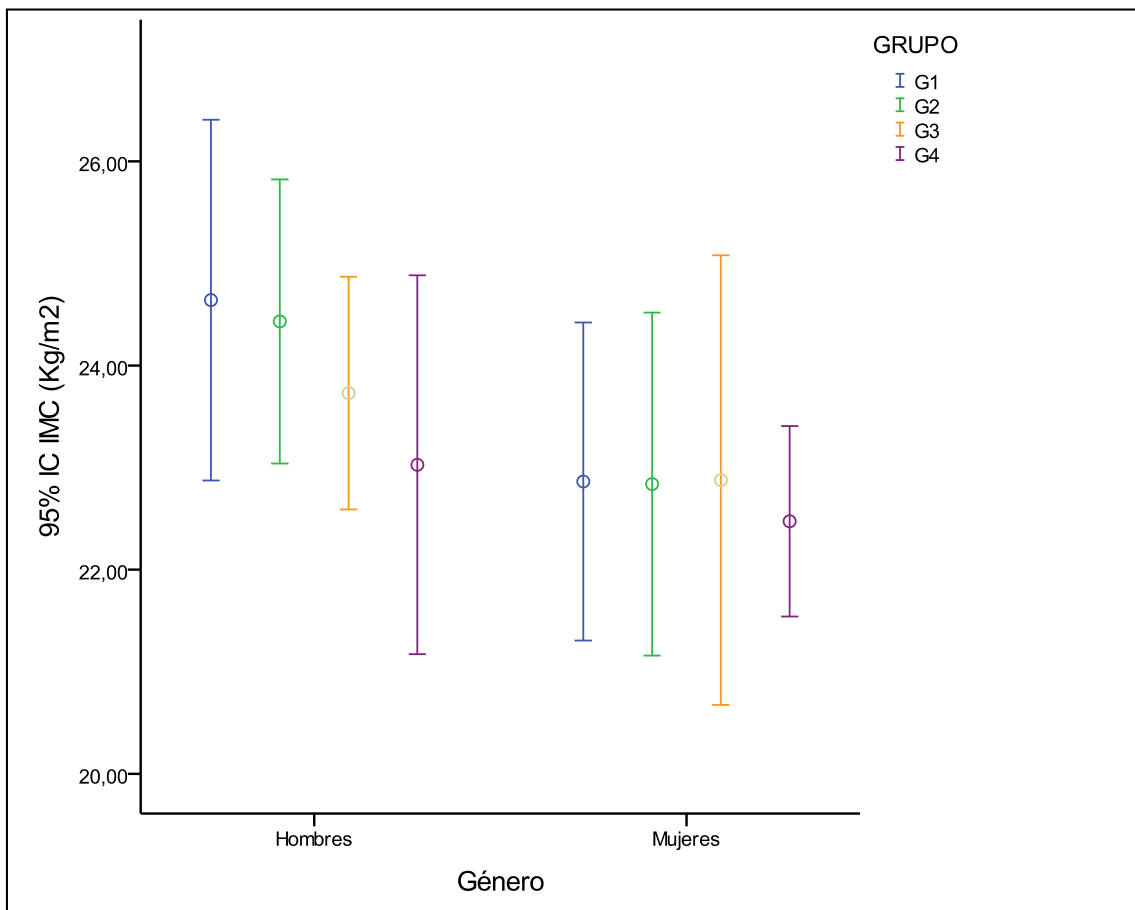


Figura 43. Intervalo de confianza al 95% para el IMC en cada grupo de intervención separado por género.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la figura 44 se muestra el intervalo de confianza al 95% (IC 95%) para el valor medio de la variable cuantitativa contorno de tórax, recogida en la tabla 5, en cada grupo de intervención, separando por género.

El contorno de tórax medio de las mujeres del G1 ha sido de $90 \pm 7,9$ cm, con un mínimo de 78 cm y un máximo de 113 cm. Para las del G2 ha sido de $88,8 \pm 6,4$ cm, con un mínimo de 80 cm y un máximo de 101 cm. Para las del G3 ha sido de $89,7 \pm 10,28$ cm, con un mínimo de 63 cm y un máximo de 112 cm y para las del G4 ha sido de $89,8 \pm 5,17$ cm, con un mínimo de 80 cm y un máximo de 105 cm.

El contorno de tórax medio de los hombres del G1 ha sido de $96 \pm 6,8$ cm, con un mínimo de 84,5 cm y un máximo de 111 cm. Para los del G2 ha sido de $96 \pm 8,07$ cm, con un mínimo de 85 cm y un máximo de 117 cm. Para los del G3 ha sido de $92,9 \pm 7,01$ cm, con un mínimo de 84,5 cm y un máximo de 111 cm y para los del G4 ha sido de $92,3 \pm 7,24$ cm, con un mínimo de 83 cm y un máximo de 104 cm.

De los 152 sujetos que han participado en el estudio, 62 eran hombres (40,8%) y han presentado mayor contorno de tórax respecto a las 90 mujeres (59,8%), aspecto que consideramos importante para la intervención de G1 y G3.

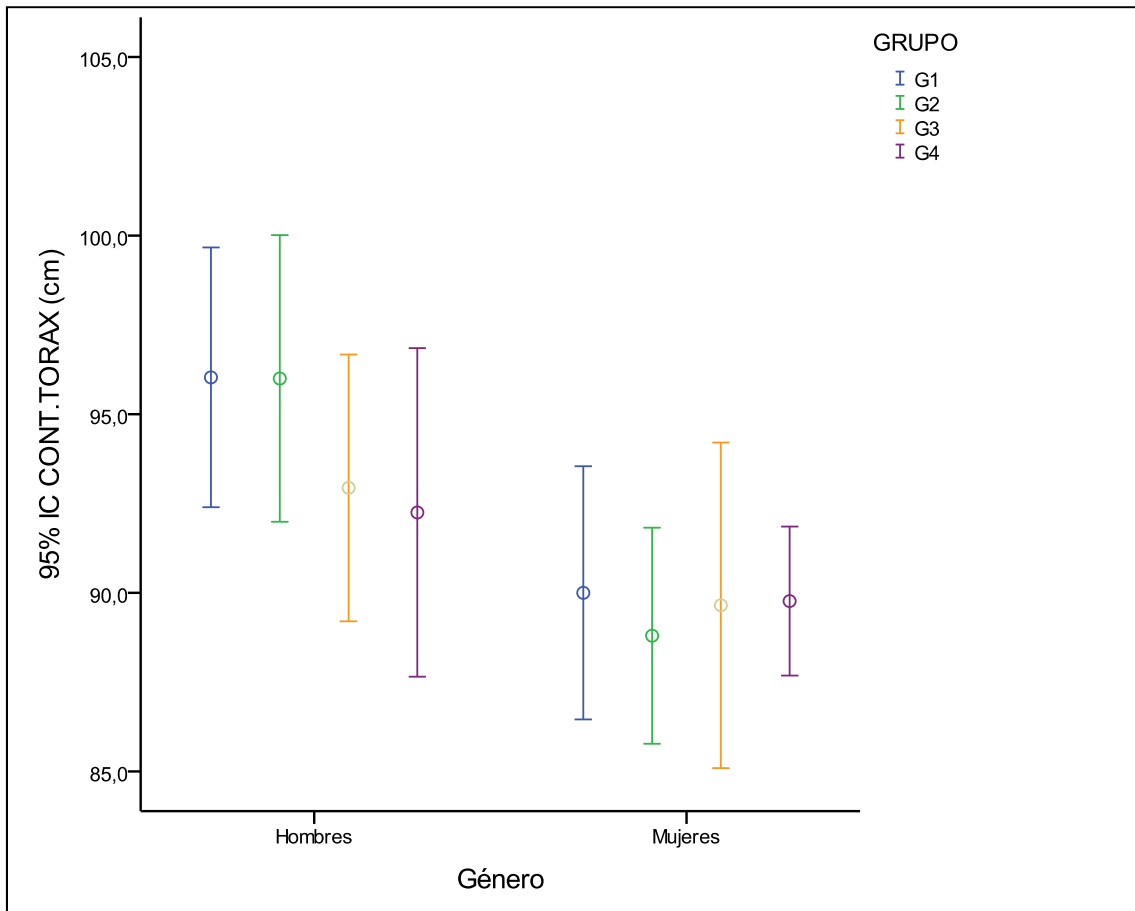


Figura 44. Intervalo de confianza al 95% para el contorno del tórax en cada grupo de intervención separado por género.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Se ha comprobado que los cuatro grupos en los que se ha dividido la muestra son homogéneos respecto a todas las variables explicativas: género, edad, actividad deportiva (horas/semana), intensidad de esa actividad, peso, talla, IMC y contorno de tórax, por lo que la asignación aleatoria a los grupos se ha realizado correctamente.

En general, los hombres presentan mayor peso, talla, IMC, contorno de tórax y realizan más horas de deporte a la semana y con mayor intensidad que las mujeres de la misma edad (287-290).

2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES RESPUESTA

La variable respuesta principal, Capacidad Vital Forzada (CVF) y las dos secundarias, el Volumen Espiratorio Forzado (FEV) y el Flujo Espiratorio Máximo (PEF), se han medido justo antes de la intervención (PREINT), inmediatamente después (POSTINT) y transcurridos 5 minutos de la intervención (5MIN). Las medidas mínima, máxima, media y la desviación típica se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Descriptivos de las variables repuesta mediante el test de Friedman.

	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA \pm DS	P-VALOR*
CVFPREINT	152	2,12 L	6,32 L	3,98 \pm 0,85 L	0,567
CVFPOSTINT	152	2,09 L	6,29 L	3,96 \pm 0,87 L	
CVF5MIN	152	1,65 L	6,29 L	3,95 \pm 0,88 L	
FEVPREINT	152	1,04 L	5,33 L	2,89 \pm 0,94 L	0,985
FEVPOSTINT	152	0,86 L	5,23 L	2,87 \pm 0,98 L	
FEV5MIN	152	0,77 L	5,12 L	2,90 \pm 0,97 L	
PEFPREINT	152	0,87 L/min	11,14 L/min	3,69 \pm 2,09 L/min	0,029*
PEFPOSTINT	152	0,74 L/min	11,14 L/min	3,91 \pm 2,20 L/min	
PEF5MIN	152	0,57 L/min	11,64 L/min	4,06 \pm 2,25 L/min	

* Test de Friedman. Significativo al 95%

Los resultados obtenidos en la variable respuesta principal (CVF) han sido muy similares, la CVF media de los individuos de la muestra en el PREINT fue de 3,98 \pm 0,85 L, en el POSTINT de 3,96 \pm 0,87 L y a los 5MIN de 3,95 \pm 0,88 L. No habiendo diferencias estadísticamente significativas ($p= 0,567$).

En lo que respecta a las dos variables secundarias, FEV y PEF, se han obtenido también resultados similares en los tres momentos de las medidas. Así, la FEV media de los individuos de la muestra en el PREINT fue de 2,89 \pm 0,94 L, en la POSTINT de

2,87±0,98 L y a los 5MIN de 2,90±0,97 L, con un nivel de significación de $p= 0,985$. En cuanto al PEF, la media del PREINT fue de 3,69±2,09 L/min, POSTINT de 3,91±2,20 L/min y a los 5MIN de 4,06± 2,25 L/min, con un nivel de significación de $p=0,029$.

En la figura 45 se muestra el valor medio y su IC al 95% de la variable respuesta CVF en cada punto de tiempo y dentro de cada grupo de intervención, separando por géneros. En primer lugar se ha comprobado que la CVF, tanto en la PREINT, la POSTINT y transcurridos 5MIN de la intervención con un intervalo de confianza del 95%, independiente al grupo de intervención asignado, es más alta en hombres (en el PREINT fue de 5,2± 4,3 L, en el POSTINT de 5,1±4,3 L y a los 5MIN de 5,1± 4,3 L) que en las mujeres (en el PREINT fue de 3,7± 3,3 L, en el POSTINT de 3,7±3,3 L y a los 5MIN de 3,7± 3,3 L).

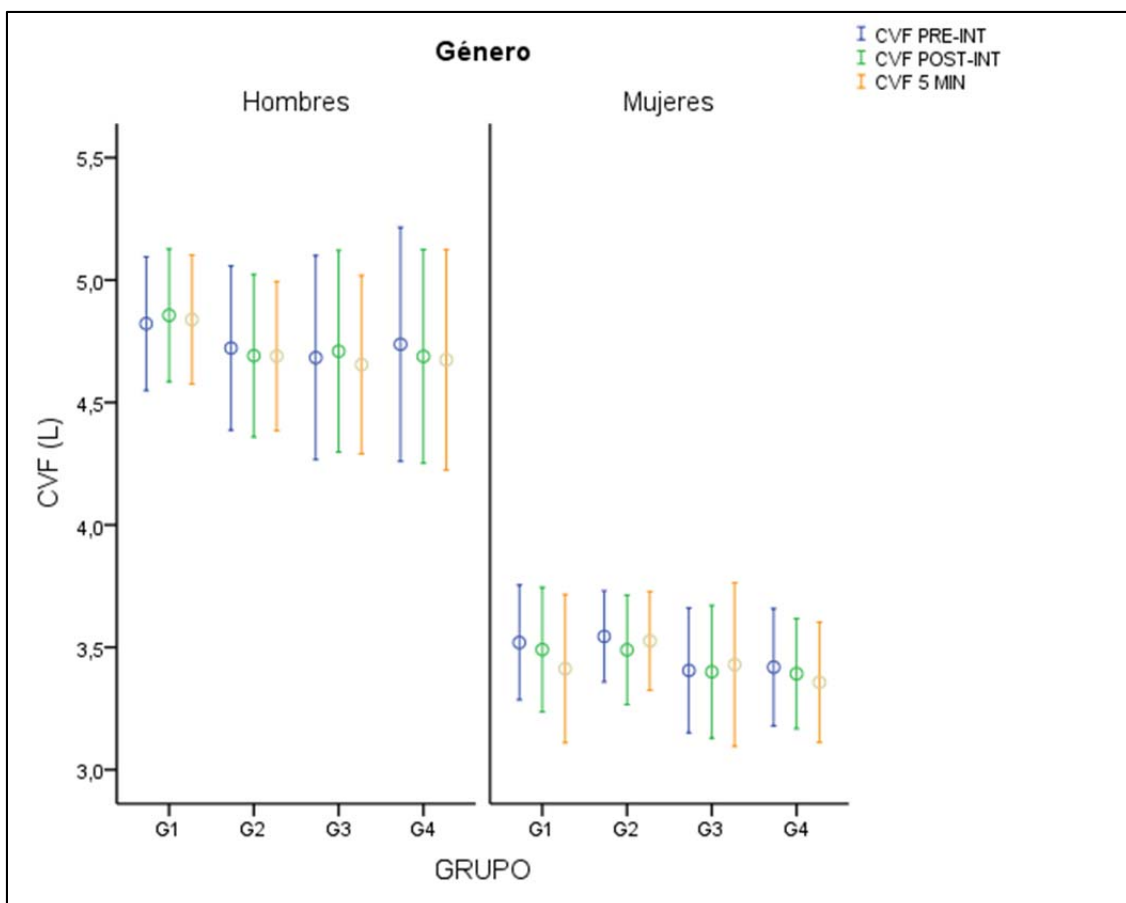


Figura 45. Valores medios con un intervalo de confianza del 95% para la variable CVF por grupo de intervención y género

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

La figura 46 muestra el valor medio y su IC al 95% de la variable respuesta CVF en cada punto de tiempo y dentro de cada grupo de intervención y según las horas de actividad deportiva dedicadas a la semana. Se ha observado que la CVF, tanto en la PREINT, la POSTINT y transcurridos 5MIN de la intervención con un IC del 95%, en relación al género con las horas de deporte a la semana, es más alta en hombres que en mujeres, independiente al grupo de intervención asignado. Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por Baño (291) y González Martínez (205), que indican una interacción entre género y grupo de tratamiento y que los CVF son mayores en hombres, mientras que en las mujeres permanecen iguales.

Además, hemos observado que la CVF es menor en aquellos individuos que no realizan actividad deportiva y que ésta aumenta según las horas de deporte realizadas a la semana, independiente del grupo de intervención.

En cambio observamos en el grupo control (G4) que la actividad deportiva incrementa la CVF, independiente del grupo de estudio.

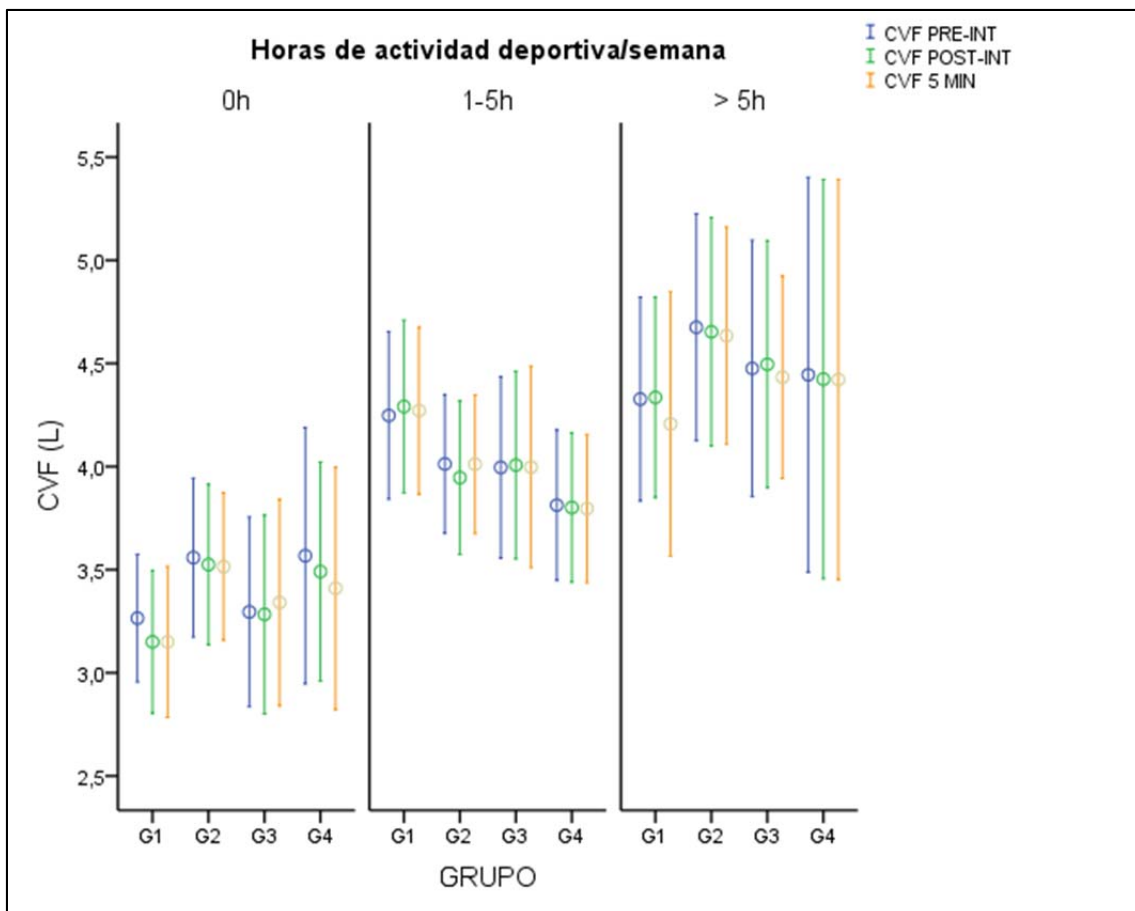


Figura 46. Valores medios para la variable CVF por grupo de intervención y horas de deporte.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

La figura 47 muestra el valor medio y su IC al 95% de la variable respuesta CVF en cada punto de tiempo y dentro de cada grupo de intervención, así como en intensidad de la actividad deportiva a la semana.

Se ha comprobado que la CVF, tanto en la PREINT, la POSTINT y transcurridos 5MIN de la intervención con un IC al 95%, en relación a la intensidad del deporte a la semana, se incrementa cuando la intensidad de deporte es leve-moderada y el incremento es mayor cuando la intensidad deportiva pasa a intensa, independiente al grupo de intervención asignado.

Los resultados obtenidos de la variable CVF, en relación a la intensidad deportiva concuerdan con otros estudios publicados (292-296) que evidencian que la práctica deportiva con cierta intensidad es considerada como un factor de protección de la salud y de prevención de diferentes trastornos de la misma (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, etc.) debido a los importantes beneficios físicos y psicológicos que aporta.

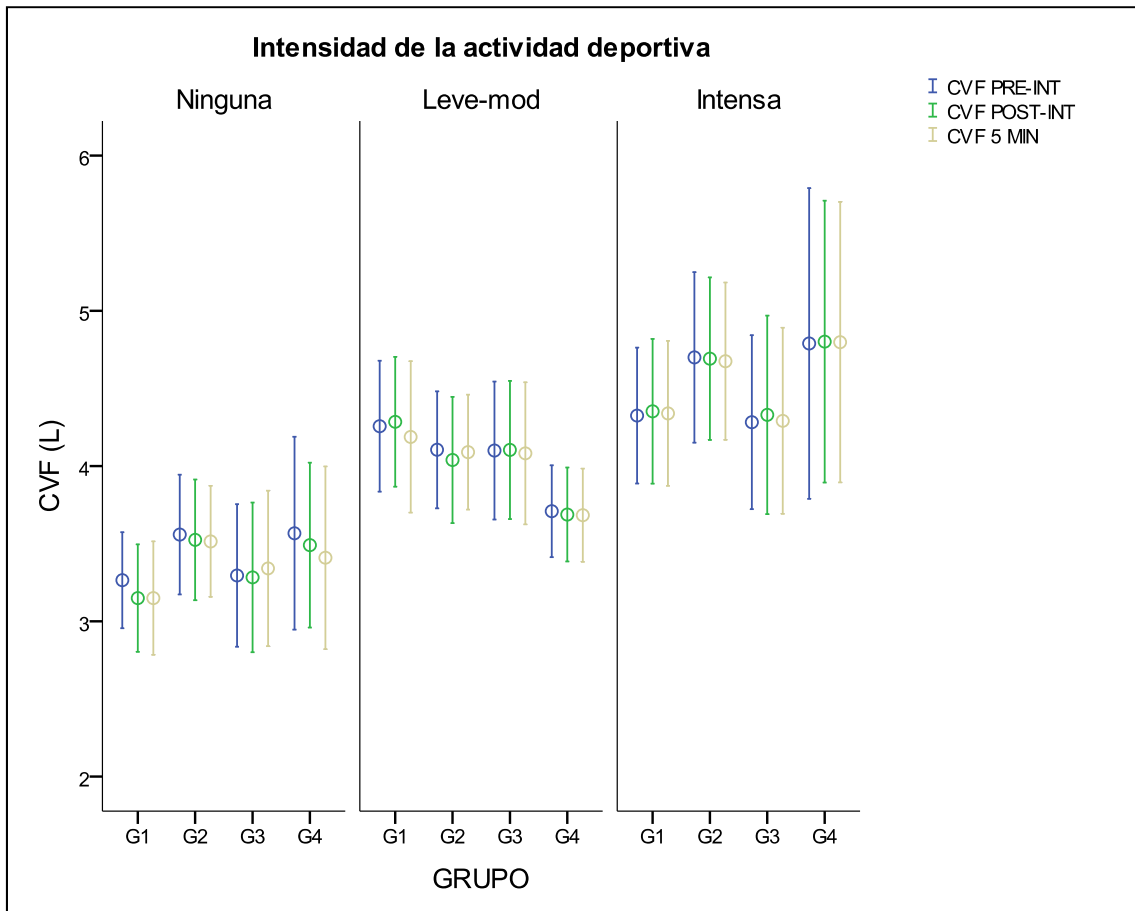


Figura 47. Valores medios con un intervalo de confianza del 95% para la variable CVF por grupo de intervención e intensidad de deporte.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

La figura 48 muestra el valor medio y su IC al 95% de la variable respuesta FEV en cada punto de tiempo y dentro de cada grupo de intervención, separando por género.

Según vemos en la gráfica, podemos comprobar que la FEV, medida tanto en la PREINT, la POSTINT y transcurridos 5MIN de la intervención, independiente del grupo de intervención al que pertenezca, es más elevada en hombres que en mujeres.

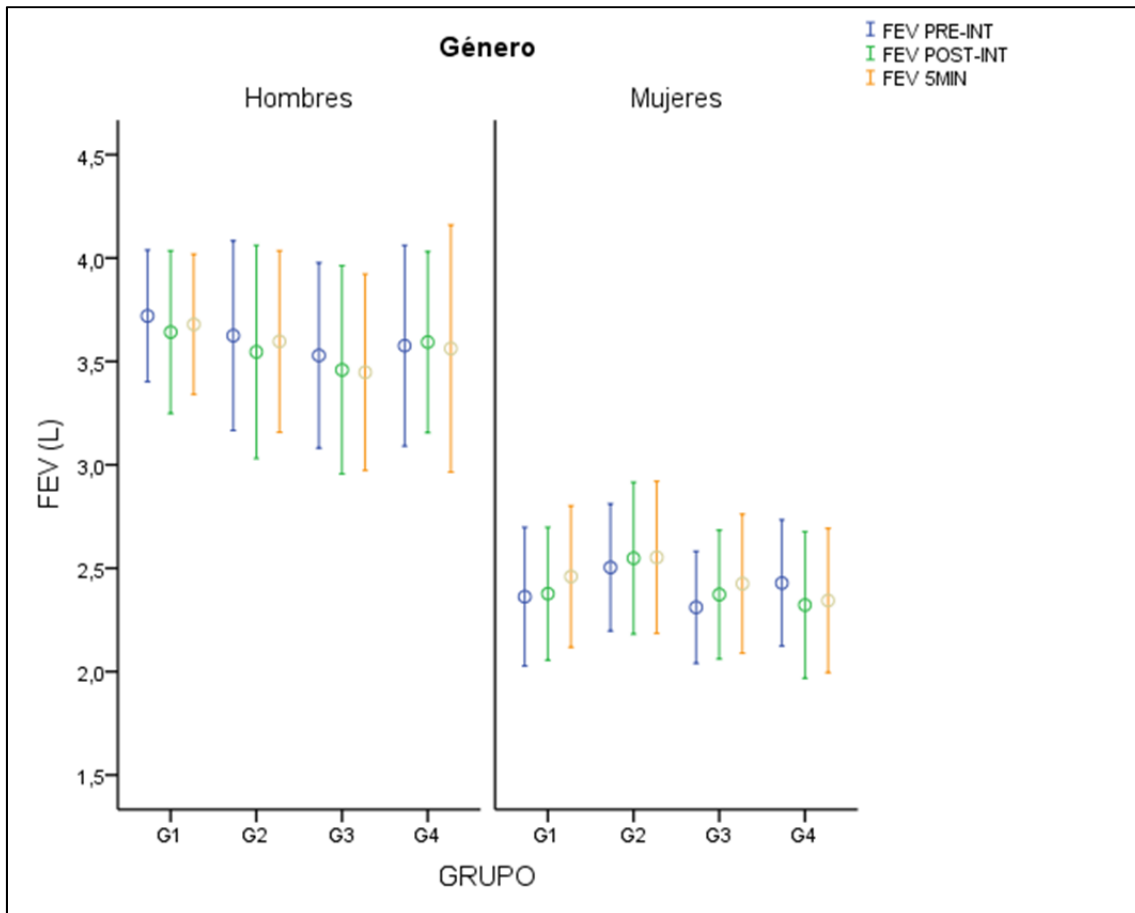


Figura 48. Valores medios con un intervalo de confianza del 95% para la variable FEV por grupo de intervención y género.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

La figura 49 muestra el valor medio y su IC al 95% de la variable respuesta FEV en cada punto de tiempo y dentro de cada grupo de intervención, separando por horas de actividad deportiva a la semana. En ella se puede observar que la FEV, medida tanto en la PREINT, la POSTINT y transcurridos 5MIN de la intervención, independiente del grupo de intervención al que pertenezca, aumenta su valor medio a medida que aumentan las horas de deporte a la semana.

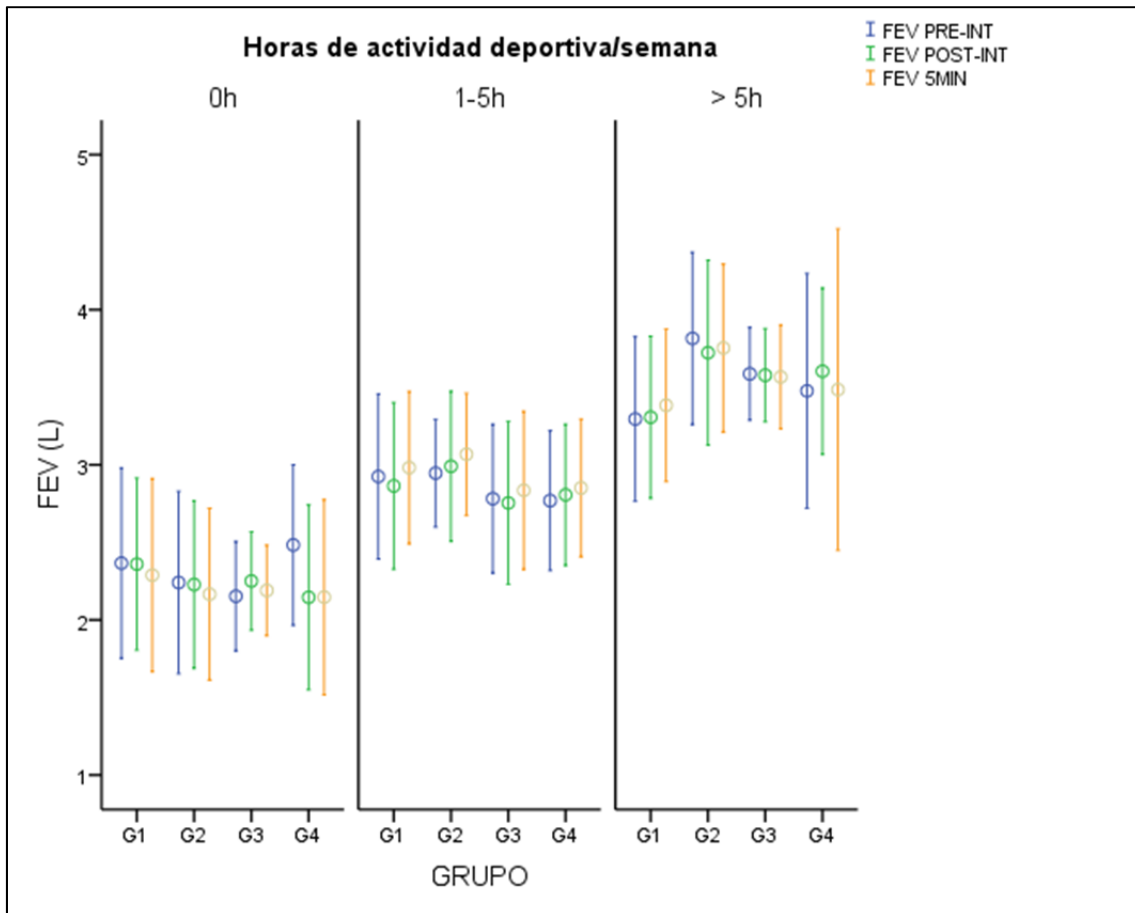


Figura 49. Valores medios con un intervalo de confianza del 95% de la variable FEV por grupo de intervención y horas de actividad deportiva por semana.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

La figura 50 muestra el valor medio y su IC al 95% de la variable respuesta FEV en cada punto de tiempo y dentro de cada grupo de intervención, en relación a la intensidad de la actividad deportiva. Se observa que la FEV medida tanto en la PREINT, la POSTINT y transcurridos 5MIN de la intervención, en cualquiera de los grupos de intervención, aumenta su valor medio cuando aumenta la intensidad de la actividad deportiva realizada a la semana.

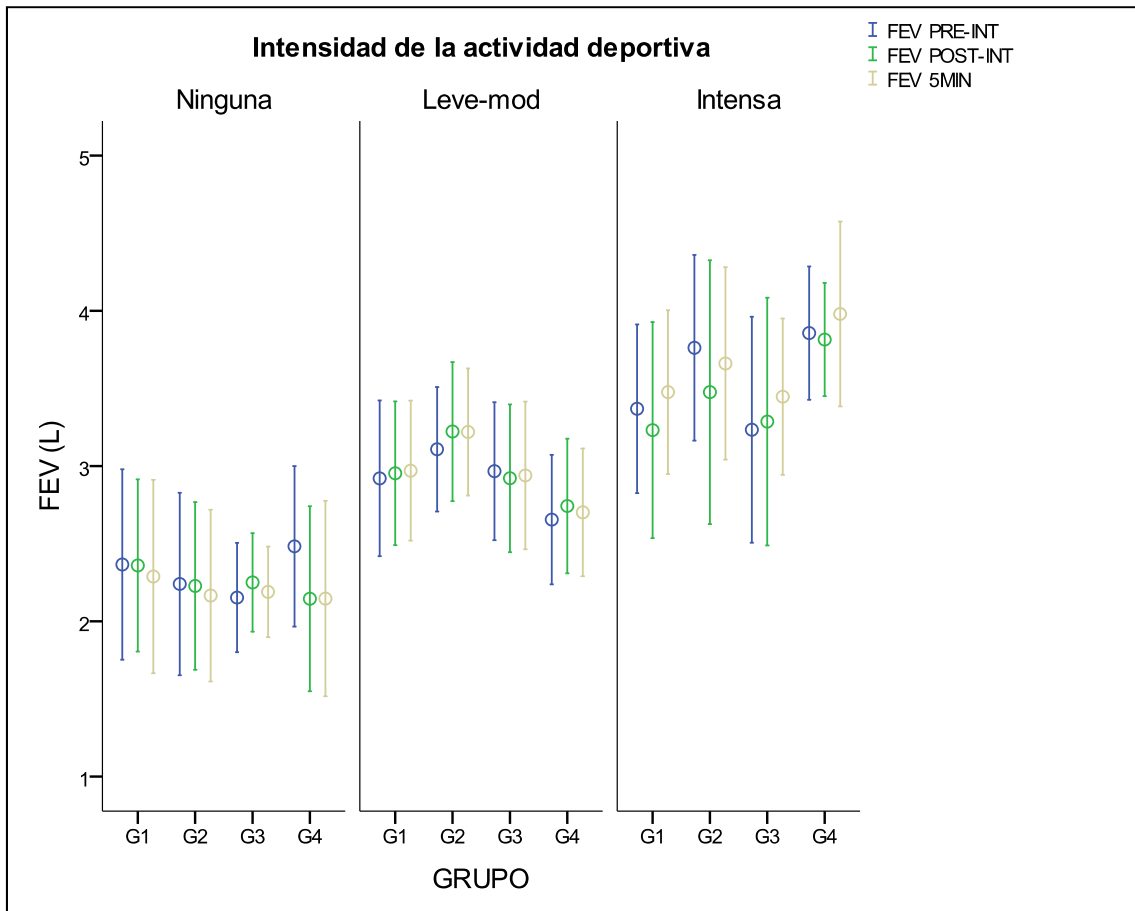


Figura 50. Valores medios con un intervalo de confianza del 95% de la variable FEV por grupo de intervención e intensidad de la actividad deportiva.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

La figura 51 muestra el valor medio y su IC al 95% de la variable respuesta PEF en cada punto de tiempo y dentro de cada grupo de intervención, separando por género. En ella se puede observar que el PEF medido, tanto en la PREINT, la POSTINT y transcurridos 5MIN de la intervención, independiente del grupo de intervención al que pertenezca, es bastante más alto en hombres que en las mujeres.

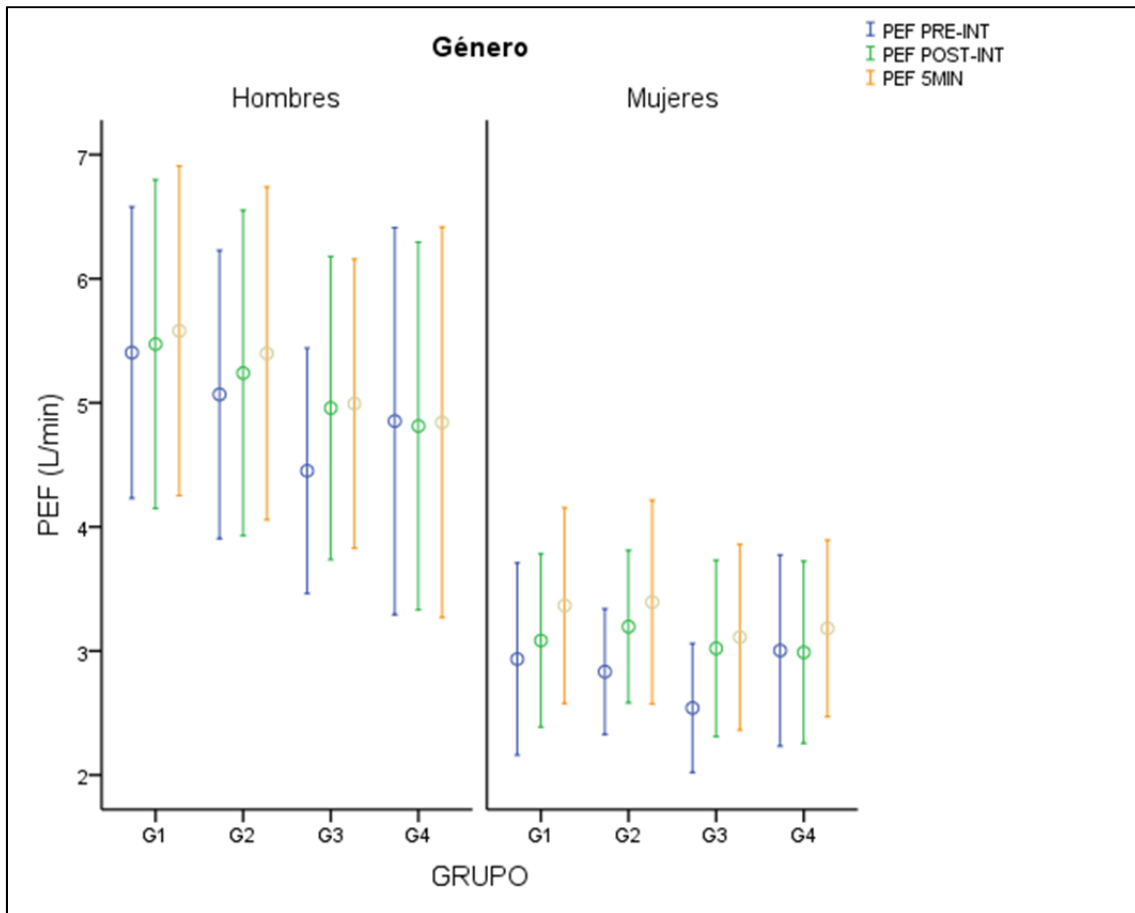


Figura 51. Valores medios con un intervalo de confianza del 95% de la variable PEF por grupo de intervención y género.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

La figura 52 muestra el valor medio y su IC al 95% de la variable respuesta PEF en cada punto de tiempo y dentro de cada grupo de intervención, separando por horas de actividad deportiva a la semana. Hemos observado que el PEF medido, tanto en la PREINT, la POSTINT y transcurrido 5MIN de la intervención, independientemente del grupo de intervención al que pertenezca, es más alto a medida que se incrementan las horas de actividad deportiva realizadas a la semana.

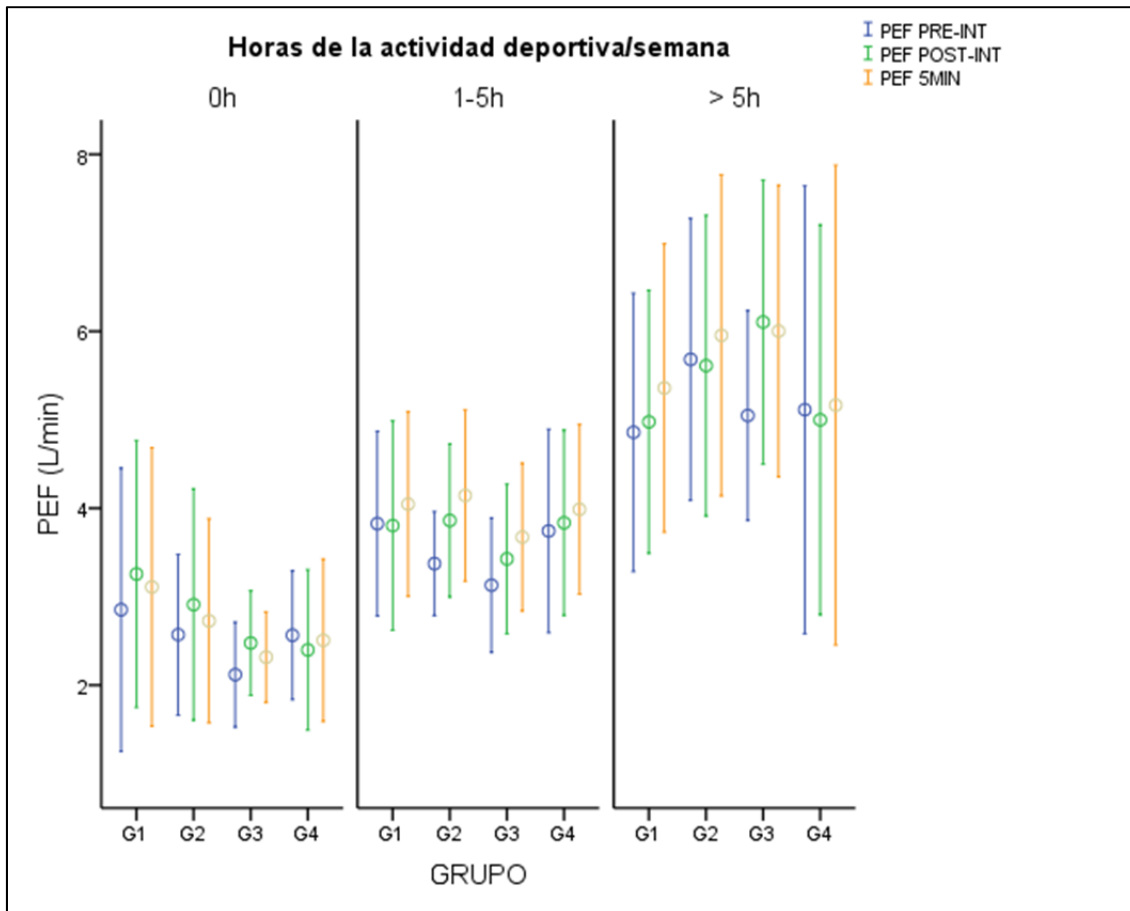


Figura 52. Valores medios con un intervalo de confianza del 95% de la variable PEF por grupo de intervención y horas de actividad deportiva realizada a la semana.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

La figura 53 muestra el valor medio y su IC al 95% de la variable respuesta PEF en cada punto de tiempo y dentro de cada grupo de intervención, separando por intensidad de deporte. La PEF medida, tanto en la PREINT, la POSTINT y transcurridos 5MIN de la intervención, independientemente del grupo de intervención al que pertenezca, es más alta según la intensidad de la actividad deportiva. Asimismo, se observa que existen diferencias evidentes en el PEF por su aumento en cada punto del tiempo y por grupo de intervención.

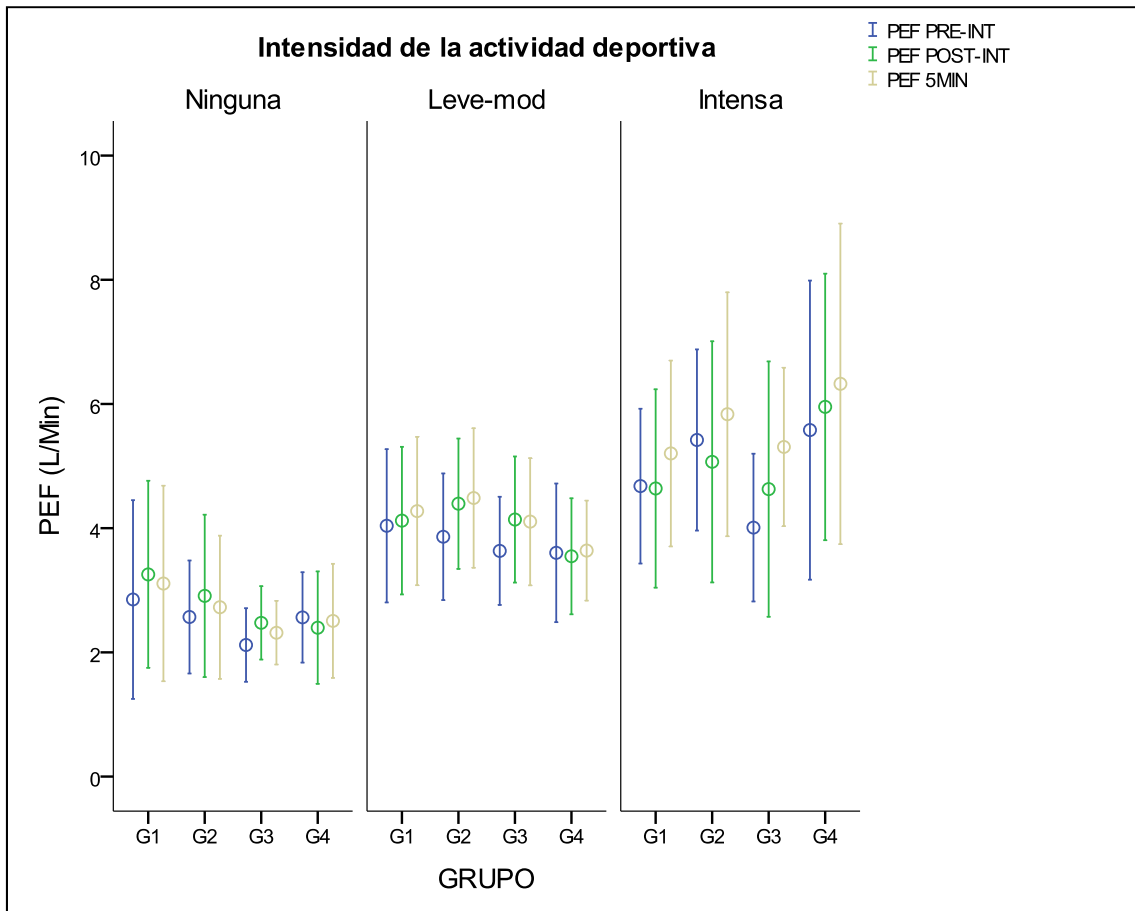


Figura 53. Valores medios con un intervalo de confianza del 95% de la variable PEF por grupo de intervención e intensidad de deporte.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Con todos estos resultados, podemos apreciar que los hombres tienen unos valores medios más altos que las mujeres en todos los grupos de intervención y en las tres variables respuesta, siendo esta diferencia más acusada en la CVF.

Para las tres variables respuesta, los valores medios aumentan en todos los grupos de intervención cuando aumentan las horas de actividad deportiva o la intensidad de esa actividad.

3. ANÁLISIS DE HOMOGENEIDAD DE LOS GRUPOS DE INTERVENCIÓN.

Para comprobar la correcta aleatorización de los sujetos a los grupos de intervención, se ha analizado la asociación entre las diferentes covariables y el grupo asignado, mediante el test Chi-Cuadrado (χ^2) y el análisis de la varianza (ANOVA).

En cuanto a las variables género, actividad deportiva e intensidad de ésta, el test Chi-Cuadrado (χ^2) nos muestra que no hay dependencia entre los grupos de intervención y estas variables ($p= 0,558, 0,597$ y $0,905$, respectivamente). En la tabla 7 se muestran los resultados.

Mediante el análisis de la varianza (ANOVA) observamos que las medias de edad ($p=0,922$), peso ($p=0,400$), talla ($p=0,818$), IMC ($p=0,566$), contorno de tórax ($p=0,649$) de cada grupo son iguales, lo que significa que no difieren en esa variable y por lo tanto son homogéneos (Tabla 7).

Tabla 7. Asociación entre los grupos de intervención y las variables explicativas.

	COVARIABLE	P-VALOR	TEST
Grupo vs	Género	0,558	Chi-Cuadrado
	Activ. Dep. (horas/semana)	0,597	Chi-Cuadrado
	Intensidad activ. dep.	0,905	Chi-Cuadrado
	Edad	0,922	ANOVA
	Peso	0,400	ANOVA
	Talla	0,818	ANOVA
	IMC	0,566	ANOVA
	Contorno tórax	0,649	ANOVA

Hemos comprobado que los cuatro grupos en los que se ha dividido la muestra son homogéneos respecto a todas las variables explicativas: género, edad, horas de actividad deportiva a la semana, intensidad de esa actividad deportiva, peso, talla, IMC y contorno de tórax, por lo que se verifica la correcta asignación totalmente aleatoria a cada grupo de intervención. Por lo tanto, las variables dependientes de los grupos son comparables.

Asimismo se puede corroborar que el perfil de los individuos de la muestra analizada corresponde al de una población tipo, procedente de una universidad privada española, con una cobertura de 10 carreras universitarias. En este sentido, podemos afirmar que los resultados obtenidos en este estudio son extrapolables a esta población alcanzando una gran validez externa.

4. ANÁLISIS DEL ENMASCARAMIENTO EN EL PROCESO DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES RESPUESTA.

La segunda característica fundamental en los estudios clínicos, después de la aleatorización, es el enmascaramiento o carácter ciego del estudio para evitar sesgos debido al efecto placebo (enmascaramiento al sujeto) y debido al proceso de medición (enmascaramiento al evaluador).

En este apartado se procede a comprobar el enmascaramiento al evaluador, midiendo la asociación entre las variables respuesta a nivel basal y el grupo de intervención, mediante el análisis de la varianza (ANOVA), para cada variable respuesta por separado. Como era de esperar, se ha comprobado que no hay diferencias entre las medias de las respuestas a nivel basal en cada grupo de intervención asignado, por lo que el enmascaramiento a nivel del evaluador se ha realizado correctamente (Tabla 8).

Tabla 8. Asociación entre los grupos de intervención y las variables respuesta a nivel basal.

	VARIABLE	P-VALOR	TEST
Grupo vs	CVF PREINT	0,516	ANOVA
	FEV PREINT	0,667	ANOVA
	PEF PREINT	0,544	ANOVA

5. ESTUDIO DEL CAMBIO DE LAS VARIABLES RESPUESTA EN LOS GRUPOS DE INTERVENCIÓN Y EN CADA PUNTO DEL TIEMPO.

Hemos descartado realizar un análisis multivariante de la covarianza con medidas repetidas (MANCOVA) introduciendo las tres variables respuesta, en cada grupo de intervención, y en cada punto del tiempo, por la dificultad de interpretación de los resultados. Se ha optado por realizar un análisis de la covarianza con medidas repetidas (ANCOVA) para cada variable respuesta por separado. Una vez realizado hemos comprobado que no se cumplen las hipótesis necesarias para la validez del procedimiento como la homogeneidad de varianzas en ninguna de las tres variables respuesta, pudiendo llegar a resultados erróneos y sesgados. Por lo tanto, hemos optado por aplicar métodos no paramétricos donde no hay suposiciones a priori acerca de la estructura de los datos. Estos métodos son el test de Friedman, para comprobar igualdad de medias en un diseño de medidas repetidas y el test de Kruskal-Wallis, para comprobar igualdad de medias entre grupos.

Para estudiar el efecto de las covariables cualitativas, hemos segmentado los test anteriormente mencionados por género, horas de actividad deportiva a la semana e intensidad de esa actividad. Asimismo y como paso previo para analizar el efecto de las covariables cuantitativas de la edad, peso, talla, IMC y contorno de tórax, se han calculado los coeficientes de correlación de Spearman segmentando por género y grupo de intervención.

Para ver en qué pareja de medias había diferencias de las respuestas medias, se ha aplicado el método de comparaciones múltiples de Bonferroni entre los tres tiempos.

5.1. Efecto de las covariables cuantitativas en la respuesta.

Para medir este efecto, se ha calculado el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman, válido para muestras pequeñas.

En las tablas 9, 10, 11, 12 y 13, se muestran las correlaciones que han sido significativas entre las covariables cuantitativas y la variable respuesta CVF en cada

tiempo de intervención, por grupo de intervención y género.

En la tabla 9, observamos que la edad del individuo no presenta correlación significativa con la CVF en ninguno de los grupos de intervención, ni en hombres ni en mujeres. Estos resultados obtenidos se corroboran con el estudio llevado a cabo por Ramos y Cataneo (297).

Tabla 9. Coeficientes de correlación de Spearman entre variables respuesta CVF y la edad separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	-0,059	0,829
		POSTINT	16	-0,067	0,806
		5MIN	16	0,053	0,846
	G2	PREINT	18	0,312	0,208
		POSTINT	18	0,206	0,413
		5MIN	18	0,173	0,494
	G3	PREINT	16	0,147	0,588
		POSTINT	16	0,012	0,965
		5MIN	16	-0,064	0,815
	G4	PREINT	12	0,423	0,171
		POSTINT	12	0,440	0,152
		5MIN	12	0,476	0,118
Mujeres	G1	PREINT	22	-0,013	0,954
		POSTINT	22	-0,030	0,895
		5MIN	22	-0,044	0,848
	G2	PREINT	20	-0,286	0,221
		POSTINT	20	-0,320	0,168
		5MIN	20	-0,320	0,169
	G3	PREINT	22	-0,303	0,170
		POSTINT	22	-0,322	0,144
		5MIN	22	-0,259	0,244
	G4	PREINT	26	-0,066	0,747
		POSTINT	26	-0,118	0,565
		5MIN	26	-0,138	0,502

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 10 podemos observar, que el peso del individuo presenta una correlación significativa con la variable respuesta CVF en hombres para los grupos de intervención que recibieron el tratamiento de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄ (G2) y ambos tratamientos (G3); y en mujeres para el grupo de intervención que recibieron el tratamiento de estiramiento muscular del diafragma (G1), de forma que a mayor peso del individuo mayores valores en la CVF.

Estas correlaciones significativas de la CVF en hombres, aparecen en los tres tiempos de medición, en el grupo de intervención que recibió la técnica de impulso del nivel cervical C₃-C₄ (G2) (p-valor = 0,012; 0,007 y 0,015, respectivamente) y en el grupo que recibió ambos tratamientos (G3) sólo aparece en la PREINT Y POSTINT (p-valor = 0,022 y 0,040, respectivamente) y no se observaba a los 5MIN.

En cambio en las mujeres sólo aparecen correlaciones significativas de la CVF en los tres tiempos de medición en el grupo de la técnica de estiramiento muscular del diafragma (G1) (p-valor = 0,046; 0,035 y 0,046, respectivamente).

Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Baño (291), que indica que el peso y la talla influyen en los resultados, y así a mayor peso o estatura, mayor ganancia obtenida en los volúmenes respiratorios. Esto también coincide con las conclusiones de Leech *et al.* (191), que consideran que la talla es determinante en las funciones respiratorias, y en el caso de las mujeres, también el peso. Por todo ello, hemos querido controlar estas variables estudiando la homogeneidad de nuestros grupos en cuanto a los valores antropométricos y al no encontrar diferencias significativas, la comparabilidad entre ambas ha sido máxima.

Todo esto indica que existe una correlación alta en estos subgrupos de la muestra, pero no debido al tratamiento aplicado, ya que también es significativa en los momentos previos a la intervención.

De hecho, tanto para hombres como para mujeres, los grupos G4 presentan correlaciones altas aunque no significativas. Creemos que podría deberse al contacto que el fisioterapeuta tiene con la piel del individuo, favoreciendo la puesta en marcha del reflejo nervioso esteroceptivo que provoca relajación. El proceso de relajación se

desarrolla por las interrelaciones existentes entre la porción periférica (cutánea) y la central del sistema nervioso.

Tabla 10. Coeficientes de correlación de Spearman entre variables respuesta CVF y el peso, separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,029	0,914
		POSTINT	16	-0,021	0,940
		5MIN	16	0,006	0,983
	G2	PREINT	18	0,579	0,012*
		POSTINT	18	0,609	0,007*
		5MIN	18	0,563	0,015*
	G3	PREINT	16	0,567	0,022*
		POSTINT	16	0,518	0,040*
		5MIN	16	0,426	0,100
	G4	PREINT	12	0,371	0,236
		POSTINT	12	0,448	0,145
		5MIN	12	0,462	0,130
Mujeres	G1	PREINT	22	0,430	0,046*
		POSTINT	22	0,451	0,035*
		5MIN	22	0,430	0,046*
	G2	PREINT	20	0,058	0,808
		POSTINT	20	-0,065	0,786
		5MIN	20	-0,020	0,932
	G3	PREINT	22	0,078	0,730
		POSTINT	22	0,077	0,732
		5MIN	22	-0,002	0,994
	G4	PREINT	26	0,270	0,183
		POSTINT	26	0,239	0,241
		5MIN	26	0,367	0,065

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 11 observamos que la talla del individuo se correlaciona positivamente con la CVF, de forma que individuos más altos presentan mayores valores de la CVF. Las correlaciones aparecen altas en todos los grupos y en cada punto

de tiempo de intervención (PREINT, POSTINT, 5 MIN) y para los dos géneros.

La técnica de estiramiento muscular del diafragma (G1) presenta correlación significativa, tanto en hombres (p-valor = 0,007) como en mujeres (p-valor = 0,006), con la variable respuesta CVF y la talla.

La técnica combinada de ambas (G3), en los hombres presenta correlaciones significativas (p-valor = 0,005), con la variable respuesta CVF y la talla. En cambio en las mujeres no existe una correlación significativa entre la variable respuesta CVF y la talla en este grupo de intervención; sin embargo en el grupo control (G4) hay una correlación significativa (p-valor = 0,001)

Por lo tanto, los resultados obtenidos en el G4 en los hombres y en los G2 y G3 en las mujeres no son significativos, posiblemente debido a la muestra reducida de estos subgrupos. Por lo tanto, podemos concluir que los tratamientos aplicados no están afectados por la talla del individuo ya que las correlaciones aparecen altas en el momento previo al tratamiento (PREINT), y también en el grupo control (G4). No habiendo diferencias estadísticamente significativas (p-valor = 0,567) (Tabla 2).

Tabla 11. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta CVF y talla, separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,642	0,007*
		POSTINT	16	0,667	0,005*
		5MIN	16	0,683	0,004*
	G2	PREINT	18	0,597	0,009*
		POSTINT	18	0,515	0,029*
		5MIN	18	0,442	0,067
	G3	PREINT	16	0,664	0,005*
		POSTINT	16	0,677	0,004*
		5MIN	16	0,635	0,008*
	G4	PREINT	12	0,439	0,153
		POSTINT	12	0,524	0,081
		5MIN	12	0,514	0,087
Mujeres	G1	PREINT	22	0,568	0,006*
		POSTINT	22	0,521	0,013*
		5MIN	22	0,552	0,008*
	G2	PREINT	20	0,284	0,225
		POSTINT	20	0,265	0,258
		5MIN	20	0,296	0,205
	G3	PREINT	22	0,397	0,067
		POSTINT	22	0,357	0,103
		5MIN	22	0,266	0,231
	G4	PREINT	26	0,657	0,001*
		POSTINT	26	0,667	0,001*
		5MIN	26	0,748	0,001*

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 12 se observa que la variable respuesta CVF y el IMC no presentan correlación significativa, en ninguno de los grupos de intervención, ni en hombres ni en mujeres. No hemos encontrado estudios que relacionen el IMC con la CVF.

Tabla 12. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta CVF y el IMC separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	-0,185	0,492
		POSTINT	16	-0,276	0,300
		5MIN	16	-0,209	0,437
	G2	PREINT	18	0,296	0,233
		POSTINT	18	0,381	0,119
		5MIN	18	0,370	0,130
	G3	PREINT	16	0,143	0,598
		POSTINT	16	0,035	0,897
		5MIN	16	-0,066	0,807
	G4	PREINT	12	-0,091	0,779
		POSTINT	12	-0,007	0,983
		5MIN	12	0,053	0,871
Mujeres	G1	PREINT	22	0,211	0,345
		POSTINT	22	0,236	0,291
		5MIN	22	0,194	0,388
	G2	PREINT	20	0,030	0,900
		POSTINT	20	-0,099	0,677
		5MIN	20	-0,093	0,696
	G3	PREINT	22	-0,084	0,710
		POSTINT	22	-0,075	0,740
		5MIN	22	-0,101	0,654
	G4	PREINT	26	-0,312	0,121
		POSTINT	26	-0,362	0,069
		5MIN	26	-0,297	0,140

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 13, en lo que respecta a la variable respuesta CVF y al contorno del tórax observamos que hay una alta correlación positiva en hombres en los distintos grupos de intervención: tanto en G2 (PREINT: $p=0,020$; POSTINT: $p=0,015$; 5 MIN: $p=0,028$), como en G3 (PREINT: $p=0,015$; POSTINT: $p=0,040$; 5 MIN: $p=0,088$), en G4 sólo se ha obtenido resultado significativo a los 5MIN de la intervención ($p=0,046$); y en G1 no existe correlación. En cambio, en las mujeres no hay correlación significativa entre estas dos variables.

Tabla 13. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta CVF y el contorno de tórax, separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,038	0,890
		POSTINT	16	0,018	0,948
		5MIN	16	-0,005	0,985
	G2	PREINT	18	0,543	0,020*
		POSTINT	18	0,565	0,015*
		5MIN	18	0,518	0,028*
	G3	PREINT	16	0,594	0,015*
		POSTINT	16	0,515	0,040*
		5MIN	16	0,440	0,088
	G4	PREINT	12	0,501	0,097
		POSTINT	12	0,574	0,051
		5MIN	12	0,584	0,046*
Mujeres	G1	PREINT	22	0,301	0,174
		POSTINT	22	0,324	0,141
		5MIN	22	0,298	0,179
	G2	PREINT	20	0,146	0,538
		POSTINT	20	-0,011	0,965
		5MIN	20	0,030	0,899
	G3	PREINT	22	0,228	0,307
		POSTINT	22	0,236	0,290
		5MIN	22	0,187	0,404
	G4	PREINT	26	0,231	0,257
		POSTINT	26	0,195	0,340
		5MIN	26	0,291	0,149

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En lo que respecta a la variable respuesta FEV según la edad (tabla 14), el peso (tabla 15), el IMC (tabla 17) y el contorno de tórax (tabla 18), separado por género y grupo de intervención, observamos que no existe correlación significativa ni en hombres ni en mujeres. En cambio, observamos que entre la variable respuesta FEV y la talla en los hombres existe una correlación estadísticamente significativa en G1, G3 y G4 (tabla 16).

En este orden de cosas, cabe citar que Cateneo y Ramos (297) obtuvieron los mismos resultados que nosotros cuando estudiaban la variable FEV y la edad.

Aunque en otros estudios realizados (291, 298) sí que detectaron variaciones significativas en la variable respuesta FEV y la edad, siendo mayor en hombres que en mujeres.

No hemos encontrado otros estudios para poder comparar con nuestro estudio las posibles correlaciones existentes entre la variable FEV y el peso, y el IMC y el contorno de tórax.

Para la variable respuesta FEV y la talla (tabla 16), separado por género y grupo de intervención, hemos obtenido una correlación alta en los hombres en G1 (PREINT: $p=0,021$; POSTINT: $p=0,046$; 5 MIN: $p=0,042$), y en G4 (PREINT: $p=0,30$; POSTINT: $p=0,003$; 5 MIN: $p=0,026$); y en general, baja en las mujeres. Por lo tanto, entendemos que los tratamientos de nuestro estudio no se ven afectados por esta variable.

Tabla 14. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta FEV y la edad, separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,187	0,488
		POSTINT	16	0,134	0,620
		5MIN	16	0,198	0,462
	G2	PREINT	18	0,170	0,499
		POSTINT	18	0,048	0,851
		5MIN	18	-0,012	0,961
	G3	PREINT	16	-0,076	0,779
		POSTINT	16	-0,056	0,836
		5MIN	16	-0,111	0,682
	G4	PREINT	12	0,134	0,678
		POSTINT	12	0,159	0,622
		5MIN	12	0,218	0,495
Mujeres	G1	PREINT	22	0,017	0,942
		POSTINT	22	-0,095	0,676
		5MIN	22	-0,286	0,198
	G2	PREINT	20	0,119	0,616
		POSTINT	20	0,025	0,917
		5MIN	20	0,102	0,670
	G3	PREINT	22	-0,122	0,590
		POSTINT	22	-0,138	0,540
		5MIN	22	-0,247	0,268
	G4	PREINT	26	-0,005	0,979
		POSTINT	26	-0,230	0,258
		5MIN	26	-0,101	0,624

*: Significativo al 95%

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 15. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta FEV y el peso, separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,131	0,629
		POSTINT	16	-0,040	0,884
		5MIN	16	0,094	0,729
	G2	PREINT	18	0,392	0,107
		POSTINT	18	0,301	0,224
		5MIN	18	0,287	0,248
	G3	PREINT	16	0,140	0,605
		POSTINT	16	0,054	0,841
		5MIN	16	-0,038	0,890
	G4	PREINT	12	0,021	0,948
		POSTINT	12	0,270	0,397
		5MIN	12	0,210	0,513
Mujeres	G1	PREINT	22	0,066	0,770
		POSTINT	22	0,103	0,647
		5MIN	22	0,364	0,096
	G2	PREINT	20	-0,094	0,694
		POSTINT	20	-0,141	0,554
		5MIN	20	-0,170	0,473
	G3	PREINT	22	0,072	0,749
		POSTINT	22	0,053	0,816
		5MIN	22	0,014	0,952
	G4	PREINT	26	0,336	0,093
		POSTINT	26	0,302	0,134
		5MIN	26	0,185	0,366

*: Significativo al 95%

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 16. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta FEV y la talla separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO	TIEMPO	N	COEF. SPERMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,571	0,021*
		POSTINT	16	0,506	0,046*
		5MIN	16	0,513	0,042*
	G2	PREINT	18	0,428	0,076
		POSTINT	18	0,213	0,396
		5MIN	18	0,246	0,325
	G3	PREINT	16	0,546	0,029*
		POSTINT	16	0,279	0,295
		5MIN	16	0,241	0,369
	G4	PREINT	12	0,623	0,030*
		POSTINT	12	0,769	0,003*
		5MIN	12	0,636	0,026*
Mujeres	G1	PREINT	22	0,215	0,336
		POSTINT	22	0,133	0,555
		5MIN	22	0,347	0,113
	G2	PREINT	20	0,003	0,989
		POSTINT	20	-0,012	0,960
		5MIN	20	0,026	0,912
	G3	PREINT	22	-0,195	0,385
		POSTINT	22	-0,143	0,526
		5MIN	22	-0,130	0,565
	G4	PREINT	26	0,182	0,374
		POSTINT	26	0,377	0,057
		5MIN	26	0,307	0,127

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 17. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta FEV y el IMC separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	-0,266	0,319
		POSTINT	16	-0,415	0,110
		5MIN	16	-0,293	0,271
	G2	PREINT	18	0,209	0,404
		POSTINT	18	0,158	0,531
		5MIN	18	0,158	0,531
	G3	PREINT	16	-0,265	0,321
		POSTINT	16	-0,162	0,549
		5MIN	16	-0,288	0,279
	G4	PREINT	12	-0,494	0,103
		POSTINT	12	-0,193	0,549
		5MIN	12	-0,301	0,342
Mujeres	G1	PREINT	22	-0,033	0,885
		POSTINT	22	0,065	0,774
		5MIN	22	0,222	0,321
	G2	PREINT	20	0,026	0,912
		POSTINT	20	-0,021	0,930
		5MIN	20	-0,104	0,663
	G3	PREINT	22	0,186	0,408
		POSTINT	22	0,163	0,468
		5MIN	22	0,123	0,587
	G4	PREINT	26	0,108	0,599
		POSTINT	26	0,088	0,670
		5MIN	26	0,006	0,975

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 18. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta FEV y el contorno de tórax separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,071	0,794
		POSTINT	16	0,117	0,666
		5MIN	16	0,270	0,312
	G2	PREINT	18	0,413	0,089
		POSTINT	18	0,303	0,222
		5MIN	18	0,317	0,199
	G3	PREINT	16	0,221	0,412
		POSTINT	16	0,198	0,463
		5MIN	16	0,080	0,769
	G4	PREINT	12	0,333	0,290
		POSTINT	12	0,505	0,094
		5MIN	12	0,396	0,203
Mujeres	G1	PREINT	22	-0,129	0,567
		POSTINT	22	-0,160	0,478
		5MIN	22	0,039	0,863
	G2	PREINT	20	-0,053	0,825
		POSTINT	20	-0,046	0,849
		5MIN	20	-0,123	0,604
	G3	PREINT	22	0,350	0,110
		POSTINT	22	0,348	0,112
		5MIN	22	0,218	0,330
	G4	PREINT	26	0,375	0,059
		POSTINT	26	0,272	0,178
		5MIN	26	0,169	0,410

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 19 observamos que la variable respuesta PEF y la edad, separada por género y grupo de intervención, no presenta correlación estadísticamente significativa.

Tabla 19. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta PEF y la edad separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,278	0,297
		POSTINT	16	0,222	0,408
		5MIN	16	0,302	0,255
	G2	PREINT	18	0,148	0,558
		POSTINT	18	-0,011	0,964
		5MIN	18	-0,134	0,596
	G3	PREINT	16	-0,136	0,614
		POSTINT	16	-0,008	0,976
		5MIN	16	-0,086	0,752
	G4	PREINT	12	0,025	0,939
		POSTINT	12	0,127	0,695
		5MIN	12	0,137	0,670
Mujeres	G1	PREINT	22	0,050	0,825
		POSTINT	22	-0,194	0,388
		5MIN	22	-0,244	0,274
	G2	PREINT	20	0,085	0,721
		POSTINT	20	-0,010	0,967
		5MIN	20	-0,038	0,874
	G3	PREINT	22	0,127	0,572
		POSTINT	22	-0,176	0,434
		5MIN	22	-0,243	0,276
	G4	PREINT	26	0,076	0,712
		POSTINT	26	-0,103	0,616
		5MIN	26	-0,007	0,973

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 20 observamos que las mujeres del grupo control (G4) presentan una correlación estadísticamente significativa (p -valor=0,037), inmediatamente después de la intervención (POSTINT), entre la variable respuesta PEF y el peso. En cambio, en los hombres no existe esta correlación entre la variable respuesta PEF y el peso, independiente del grupo de intervención.

Tabla 20. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta PEF y el peso separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,234	0,383
		POSTINT	16	0,144	0,594
		5MIN	16	0,162	0,549
	G2	PREINT	18	0,247	0,323
		POSTINT	18	0,085	0,738
		5MIN	18	0,106	0,674
	G3	PREINT	16	0,171	0,527
		POSTINT	16	-0,172	0,525
		5MIN	16	-0,115	0,672
	G4	PREINT	12	0,000	1,000
		POSTINT	12	-0,056	0,863
		5MIN	12	0,042	0,897
Mujeres	G1	PREINT	22	0,069	0,760
		POSTINT	22	-0,053	0,816
		5MIN	22	0,242	0,277
	G2	PREINT	20	0,104	0,663
		POSTINT	20	0,102	0,670
		5MIN	20	0,074	0,757
	G3	PREINT	22	0,205	0,361
		POSTINT	22	0,085	0,706
		5MIN	22	0,070	0,755
	G4	PREINT	26	0,270	0,182
		POSTINT	26	0,410	0,037*
		5MIN	26	0,197	0,335

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 21 observamos que la variable respuesta PEF y la talla, separada por género y grupo de intervención, no presenta correlación significativa.

Tabla 21. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta PEF y la talla separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,512	0,043*
		POSTINT	16	0,263	0,326
		5MIN	16	0,317	0,231
	G2	PREINT	18	0,424	0,080
		POSTINT	18	0,177	0,481
		5MIN	18	0,226	0,366
	G3	PREINT	16	0,042	0,877
		POSTINT	16	-0,256	0,339
		5MIN	16	-0,177	0,511
	G4	PREINT	12	0,446	0,146
		POSTINT	12	0,397	0,201
		5MIN	12	0,278	0,382
Mujeres	G1	PREINT	22	0,072	0,752
		POSTINT	22	-0,039	0,865
		5MIN	22	0,222	0,321
	G2	PREINT	20	-0,094	0,693
		POSTINT	20	-0,065	0,785
		5MIN	20	-0,025	0,918
	G3	PREINT	22	-0,355	0,105
		POSTINT	22	-0,365	0,095
		5MIN	22	-0,262	0,239
	G4	PREINT	26	0,119	0,562
		POSTINT	26	0,344	0,085
		5MIN	26	0,347	0,082

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 22 podemos observar que en las mujeres, la variable respuesta PEF y el IMC, en el grupo que reciben ambas técnicas (G3), presenta correlación significativa (p -valor=0,044). En cambio en los hombres no existe una correlación significativa entre la variable respuesta PEF y el IMC, en ninguno de los grupos de intervención.

Tabla 22. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta PEF y el IMC separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	-0,112	0,680
		POSTINT	16	-0,168	0,535
		5MIN	16	-0,156	0,564
	G2	PREINT	18	0,073	0,772
		POSTINT	18	0,028	0,913
		5MIN	18	0,001	0,997
	G3	PREINT	16	0,090	0,741
		POSTINT	16	0,074	0,787
		5MIN	16	0,006	0,983
	G4	PREINT	12	-0,182	0,572
		POSTINT	12	-0,168	0,602
		5MIN	12	0,035	0,914
Mujeres	G1	PREINT	22	-0,039	0,865
		POSTINT	22	-0,006	0,980
		5MIN	22	0,123	0,587
	G2	PREINT	20	0,241	0,305
		POSTINT	20	0,227	0,336
		5MIN	20	0,139	0,560
	G3	PREINT	22	0,433	0,044*
		POSTINT	22	0,316	0,152
		5MIN	22	0,285	0,199
	G4	PREINT	26	0,170	0,405
		POSTINT	26	0,210	0,303
		5MIN	26	0,001	0,995

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 23, para la variable respuesta PEF y el contorno de tórax, separado por género y grupo de intervención, hemos obtenido una correlación significativa en las mujeres del grupo de intervención que recibían la técnica combinada (G3) (PREINT: $p=0,023$; POSTINT: $p=0,044$) pero no se ha mantenido esa correlación significativa a los 5 MIN ($p=0,101$).

Tabla 23. Coeficientes de correlación de Spearman entre la variable respuesta PEF y el contorno de tórax separando por género y grupo de intervención.

GÉNERO	GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	COEFICIENTE SPEARMAN	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	0,198	0,462
		POSTINT	16	0,239	0,372
		5MIN	16	0,288	0,279
	G2	PREINT	18	0,413	0,088
		POSTINT	18	0,263	0,292
		5MIN	18	0,249	0,319
	G3	PREINT	16	0,312	0,240
		POSTINT	16	-0,031	0,909
		5MIN	16	0,032	0,905
	G4	PREINT	12	0,473	0,121
		POSTINT	12	0,319	0,313
		5MIN	12	0,305	0,336
Mujeres	G1	PREINT	22	-0,063	0,780
		POSTINT	22	-0,226	0,311
		5MIN	22	0,044	0,846
	G2	PREINT	20	0,127	0,595
		POSTINT	20	0,165	0,487
		5MIN	20	0,042	0,859
	G3	PREINT	22	0,483	0,023*
		POSTINT	22	0,433	0,044*
		5MIN	22	0,359	0,101
	G4	PREINT	26	0,288	0,154
		POSTINT	26	0,354	0,076
		5MIN	26	0,242	0,235

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

5.2. Estudio de la respuesta media en cada grupo de intervención.

En este apartado aplicamos el método no paramétrico, test de Kruskal-Wallis (Tabla 24), para comparar grupos entre sí, en cada punto del tiempo de medición (PREINT, POSTINT, 5 MIN), y para cada variable respuesta (CVF, FEV, PEF). Los resultados no son significativos, por lo tanto no hay diferencias de las medias entre los grupos en ninguna variable respuesta ni en ningún punto del tiempo. Por tanto, no hay un efecto significativo diferente de los tres tratamientos (G1, G2, G3) aplicados respecto al grupo control (G4) en las tres variables respuesta estudiadas.

Tabla 24. Asociación entre las variables respuesta y el grupo de intervención mediante el test Kruskal-Wallis.

VARIABLE	GRUPO DE INTERVENCIÓN	MEDIA	P-VALOR
CVF PREINT	G1	4,07	0,469
	G2	4,10	
	G3	3,94	
	G4	3,83	
CVF POSTINT	G1	4,07	0,427
	G2	4,06	
	G3	3,95	
	G4	3,80	
CVF 5MIN	G1	4,01	0,376
	G2	4,08	
	G3	3,95	
	G4	3,77	
FEV PREINT	G1	2,93	0,728
	G2	3,03	
	G3	2,82	
	G4	2,79	
FEV POSTINT	G1	2,90	0,714
	G2	3,02	
	G3	2,83	
	G4	2,72	
FEV 5MIN	G1	2,97	0,522
	G2	3,05	
	G3	2,85	
	G4	2,73	
PEF PREINT	G1	3,97	0,517
	G2	3,89	
	G3	3,34	
	G4	3,59	
PEF POSTINT	G1	4,09	0,576
	G2	4,16	
	G3	3,84	
	G4	3,56	
PEF 5MIN	G1	4,30	0,580
	G2	4,34	
	G3	3,90	
	G4	3,70	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

5.3. Estudio del cambio de la respuesta media antes y después de la intervención.

En este apartado se analiza mediante el test de Friedman si la respuesta media ha variado antes y después de aplicar los tratamientos.

5.3.1. Análisis Global

Si analizamos los datos tomando todos los grupos conjuntamente, observamos que hay un aumento significativo en el valor medio del flujo espiratorio máximo (PEF) a lo largo del tiempo ($p=0,029$) (Tabla 25).

Para ver donde aparece este aumento hemos aplicado el método de comparaciones múltiples de Bonferroni entre los tres tiempos y así observamos que las diferencias aparecen entre antes de la intervención (PREINT) y a los 5 minutos (5MIN) de realizada la intervención, con un p -valor=0,001 (Tabla 26).

Tabla 25. Cambios de la respuesta media antes y después de la intervención globalmente mediante el test de Friedman.

VARIABLE	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
CVF	PREINT	152	3,99	0,567
	POSTINT		3,97	
	5MIN		3,95	
FEV	PREINT	152	2,89	0,985
	POSTINT		2,87	
	5MIN		2,90	
PEF	PREINT	152	3,70	0,029*
	POSTINT		3,91	
	5MIN		4,06	

*: Significativo al 95%.

Tabla 26. Método de comparaciones múltiples de Bonferroni para la variable PEF entre los tres tiempos (PREINT, POSTINT, 5 MIN).

	PREINT	POSTINT	5 MIN
PREINT	-	0,052	0,001
POSTINT	0,052	-	0,094
5 MIN	0,001	0,094	-

5.3.2. Análisis por grupos de intervención.

Si analizamos los datos por grupos de intervención (Tabla 27) observamos que hay un aumento significativo en el valor medio del flujo espiratorio máximo (PEF) a lo largo del tiempo cuando se aplican ambos tratamientos (G3) (p -valor = 0,041). Las diferencias son significativas entre las medias pre-intervención (PREINT) y post-intervención (POSTINT), de 3,35 y 3,84 L/min (p -valor=0,029), respectivamente, y entre la pre-intervención y a los 5 minutos de la intervención (5MIN), con medias de 3,35 y 3,90 L/min, respectivamente (p -valor = 0,005). No hubo diferencias significativas entre las medias medidas post-intervención (POSTINT) y a los 5 minutos de la intervención (5MIN) (Tabla 27). Esto significa que al aplicar ambos tratamientos se produjo un aumento significativo de los valores medios de PEF y este aumento se mantenía por lo menos hasta los 5 minutos transcurridos después de la aplicación de ambas técnicas.

Este aumento estadísticamente significativo debemos de considerarlo con cautela, ya que se ha dado en sujetos sanos-asintomáticos. Esto nos permite pensar que en individuos con patologías puede haber una variación significativa, como se constata en estudios realizados en pacientes asmáticos (188-189)

En un estudio realizado por Quanjer *et al.* (299) concluyeron, que el PEF, es una variable descriptiva que presenta una gran variabilidad en sujetos sanos y puede verse modificado por la fuerza muscular de los músculos espiratorios, sobre todo los abdominales.

En este orden de cosas, Baño (291) estudió la relación tiempo-relajación de los elementos viscoelásticos del pulmón, de manera que observaba que el PEF, era más alto inmediatamente después de estirar los pulmones en comparación con el PEF obtenido cuando el pulmón estaba en su máxima capacidad. Por lo tanto, el PEF depende de la presión alveolar que genere cada sujeto, la resistencia de las vías aéreas que pueden producirse, tanto intratorácicas como extratorácicas, y la resistencia del espirómetro. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Mead *et al.* (300), que concluían que el PEF sufre variaciones en la espirometría y podía producirse una disminución de este, si se aumentaba la resistencia en la boquilla o las repeticiones de la maniobra fatigaban

al sujeto.

Existen otros estudios, como el de Krowka *et al.* (301) que demuestran que el máximo esfuerzo del sujeto llevaba asociado un máximo de PEF, pero un valor alto del PEF no lleva asociado valores altos de otros parámetros como la FEV. Por lo tanto concluyen, que el PEF es muy dependiente del esfuerzo. Según esto, podemos pensar que, en sujetos sanos, el valor del PEF puede estar determinado por el volumen de los pulmones, que depende de las dimensiones torácicas y la talla, por las propiedades elásticas del pulmón y por la coordinación de la musculatura espiratoria. Sobre este último parámetro, Ramos y Cateneo (297) observaron que el entrenamiento de la musculatura respiratoria producía cambios significativos en el PEF.

En nuestro estudio hemos obtenido una correlación del PEF más alta en los hombres que en las mujeres, independiente de las variables cuantitativas. Nuestros resultados concuerdan con la bibliografía consultada (146-151), donde en general, los hombres tienen presiones alveolares más altas que las mujeres, pudiendo alcanzar valores del PEF más altos que las mujeres.

En la tabla 27 podemos observar que en G3 tiende a aumentar los valores de PEF tomados en los diferentes tiempos (PREINT, 3,35 L/min; POSTINT, 3,84 L/min y a los 5MIN 3,90 L/min), existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p=0,041$). En la misma tabla, observamos que no hay diferencias significativas en el valor medio del CVF y el FEV, cuando se aplican las técnicas de intervención (G1, G2, G3) respecto a la técnica del grupo control (G4).

Tabla 27. Cambios de la respuesta media antes y después de la intervención por grupos mediante el test de Friedman.

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
CVF	G1	PREINT	38	4,07	0,412
		POSTINT		4,07	
		5MIN		4,01	
	G2	PREINT	38	4,10	0,763
		POSTINT		4,06	
		5MIN		4,08	
	G3	PREINT	38	3,94	0,825
		POSTINT		3,95	
		5MIN		3,95	
	G4	PREINT	38	3,84	0,815
		POSTINT		3,80	
		5MIN		3,77	
FEV	G1	PREINT	38	2,93	0,444
		POSTINT		2,91	
		5MIN		2,97	
	G2	PREINT	38	3,04	0,603
		POSTINT		3,02	
		5MIN		3,05	
	G3	PREINT	38	2,82	0,811
		POSTINT		2,83	
		5MIN		2,86	
	G4	PREINT	38	2,79	0,126
		POSTINT		2,72	
		5MIN		2,73	
PEF	G1	PREINT	38	3,97	0,533
		POSTINT		4,09	
		5MIN		4,30	
	G2	PREINT	38	3,89	0,097
		POSTINT		4,16	
		5MIN		4,34	
	G3	PREINT	38	3,35	0,041*
		POSTINT		3,84	
		5MIN		3,90	
	G4	PREINT	38	3,59	0,822
		POSTINT		3,57	
		5MIN		3,71	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

5.3.3. Análisis segmentando por género, horas de actividad deportiva a la semana e intensidad de la actividad deportiva.

Al realizar la segmentación por género, horas de deporte e intensidad de deporte a la semana, no se observan diferencias estadísticamente significativas en los valores medios de las respuestas CVF (Tabla 28-30) ni del FEV (Tabla 31-33) a lo largo del tiempo, en ningún grupo de intervención.

Tabla 28. Cambios de la respuesta media de CVF antes y después de la intervención por grupos y género mediante el test de Friedman.

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	4,8	0,087
		POSTINT		4,8	
		5 MIN		4,8	
	G2	PRE-INT	18	4,7	0,944
		POSTINT		4,7	
		5 MIN		4,7	
	G3	PRE-INT	16	4,6	0,420
		POSTINT		4,7	
		5 MIN		4,6	
	G4	PRE-INT	12	4,7	0,978
		POSTINT		4,6	
		5 MIN		4,6	
Mujeres	G1	PRE-INT	22	3,5	0,566
		POSTINT		3,4	
		5 MIN		3,4	
	G2	PRE-INT	20	3,5	0,404
		POSTINT		3,4	
		5 MIN		3,5	
	G3	PRE-INT	22	3,4	0,572
		POSTINT		3,4	
		5 MIN		3,4	
	G4	PRE-INT	26	3,4	0,114
		POSTINT		3,3	
		5 MIN		3,3	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 29. Cambios de la respuesta media de CVF antes y después de la intervención por grupos y horas de actividad deportiva a la semana mediante el test de Friedman.

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
0h	G1	CVFPREINT	8	3,3	0,325
		CVFPOSTINT		3,2	
		CVF5MIN		3,2	
	G2	CVFPREINT	10	3,6	0,926
		CVFPOSTINT		3,5	
		CVF5MIN		3,5	
	G3	CVFPREINT	9	3,3	0,264
		CVFPOSTINT		3,3	
		CVF5MIN		3,3	
	G4	CVFPREINT	12	3,6	0,050
		CVFPOSTINT		3,5	
		CVF5MIN		3,4	
1-5h	G1	CVFPREINT	17	4,2	0,096
		CVFPOSTINT		4,3	
		CVF5MIN		4,3	
	G2	CVFPREINT	16	4,0	0,448
		CVFPOSTINT		3,9	
		CVF5MIN		4,0	
	G3	CVFPREINT	20	4,0	0,210
		CVFPOSTINT		4,0	
		CVF5MIN		4,0	
	G4	CVFPREINT	20	3,8	0,801
		CVFPOSTINT		3,8	
		CVF5MIN		3,8	
>5h	G1	CVFPREINT	13	4,3	0,465
		CVFPOSTINT		4,3	
		CVF5MIN		4,2	
	G2	CVFPREINT	12	4,7	0,744
		CVFPOSTINT		4,7	
		CVF5MIN		4,6	
	G3	CVFPREINT	9	4,5	0,581
		CVFPOSTINT		4,5	
		CVF5MIN		4,4	
	G4	CVFPREINT	6	4,4	0,957
		CVFPOSTINT		4,4	
		CVF5MIN		4,4	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 30. Cambios de la respuesta media de CVF antes y después de la intervención por grupos e intensidad de la actividad deportiva a la semana mediante el test de Friedman.

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
Ninguna	G1	CVFPREINT	8	3,5	0,670
		CVFPOSTINT		3,4	
		CVF5MIN		3,4	
	G2	CVFPREINT	10	3,6	0,926
		CVFPOSTINT		3,5	
		CVF5MIN		3,5	
	G3	CVFPREINT	9	3,3	0,264
		CVFPOSTINT		3,3	
		CVF5MIN		3,3	
	G4	CVFPREINT	12	3,6	0,050
		CVFPOSTINT		3,5	
		CVF5MIN		3,4	
Leve-moderada	G1	CVFPREINT	19	4,2	0,154
		CVFPOSTINT		4,3	
		CVF5MIN		4,1	
	G2	CVFPREINT	19	4,1	0,546
		CVFPOSTINT		4,0	
		CVF5MIN		4,1	
	G3	CVFPREINT	22	4,1	0,334
		CVFPOSTINT		4,1	
		CVF5MIN		4,1	
	G4	CVFPREINT	20	3,7	0,678
		CVFPOSTINT		3,7	
		CVF5MIN		3,7	
Intensa	G1	CVFPREINT	11	4,4	0,209
		CVFPOSTINT		4,4	
		CVF5MIN		4,4	
	G2	CVFPREINT	9	4,7	0,625
		CVFPOSTINT		4,7	
		CVF5MIN		4,7	
	G3	CVFPREINT	7	4,3	0,717
		CVFPOSTINT		4,3	
		CVF5MIN		4,3	
	G4	CVFPREINT	6	4,8	0,878
		CVFPOSTINT		4,8	
		CVF5MIN		4,8	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 31. Cambios de la respuesta media de FEV antes y después de la intervención por grupos y género mediante el test de Friedman.

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
Hombres	G1	PRE-INT	16	3,7	0,444
		POSTINT		3,6	
		5 MIN		3,7	
	G2	PRE-INT	18	3,6	0,678
		POSTINT		3,5	
		5 MIN		3,6	
	G3	PRE-INT	16	3,5	0,551
		POSTINT		3,5	
5 MIN		3,4			
G4	PRE-INT	12	3,6	0,717	
	POSTINT		3,6		
	5 MIN		3,6		
Mujeres	G1	PRE-INT	22	2,4	0,800
		POSTINT		2,4	
		5 MIN		2,5	
	G2	PRE-INT	20	2,5	0,204
		POSTINT.		2,5	
		5 MIN		2,6	
	G3	PRE-INT	22	2,3	0,377
		POSTINT.		2,4	
5 MIN		2,4			
G4	PRE-INT.	26	2,4	0,096	
	POS-INT.		2,3		
	5 MIN		2,3		

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 32. Cambios de la respuesta media de FEV antes y después de la intervención por grupos y horas de actividad deportiva a la semana mediante el test de Friedman.

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
0h	G1	FEV1PREINT	8	2,4	0,748
		FEV1POSTINT		2,4	
		FEV15MIN		2,3	
	G2	FEV1PREINT	10	2,2	0,926
		FEV1POSTINT		2,2	
		FEV15MIN		2,2	
	G3	FEV1PREINT	9	2,2	0,264
		FEV1POSTINT		2,3	
		FEV15MIN		2,2	
	G4	FEV1PREINT	12	2,5	0,050
		FEV1POSTINT		2,1	
		FEV15MIN		2,1	
1-5h	G1	FEV1PREINT	17	2,9	0,589
		FEV1POSTINT		2,9	
		FEV15MIN		3,0	
	G2	FEV1PREINT	16	2,9	0,368
		FEV1POSTINT		3,0	
		FEV15MIN		3,1	
	G3	FEV1PREINT	20	2,8	0,630
		FEV1POSTINT		2,8	
		FEV15MIN		2,8	
	G4	FEV1PREINT	20	2,8	0,767
		FEV1POSTINT		2,8	
		FEV15MIN		2,9	
>5h	G1	FEV1PREINT	13	3,3	0,278
		FEV1POSTINT		3,3	
		FEV15MIN		3,4	
	G2	FEV1PREINT	12	3,8	0,717
		FEV1POSTINT		3,7	
		FEV15MIN		3,8	
	G3	FEV1PREINT	9	3,6	0,572
		FEV1POSTINT		3,6	
		FEV15MIN		3,6	
	G4	FEV1PREINT	6	3,5	0,513
		FEV1POSTINT		3,6	
		FEV15MIN		3,5	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 33. Cambios de la respuesta media de FEV antes y después de la intervención por grupos e intensidad de la actividad deportiva a la semana mediante el test de Friedman.

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
Ninguna	G1	FEV1PREINT	8	2,5	0,285
		FEV1POSTINT		2,4	
		FEV15MIN		2,3	
	G2	FEV1PREINT	10	2,2	0,926
		FEV1POSTINT		2,2	
		FEV15MIN		2,2	
	G3	FEV1PREINT	9	2,2	0,264
		FEV1POSTINT		2,3	
		FEV15MIN		2,2	
	G4	FEV1PREINT	12	2,5	0,050
		FEV1POSTINT		2,1	
		FEV15MIN		2,1	
Leve-moderada	G1	FEV1PREINT	19	2,9	0,056
		FEV1POSTINT		3,0	
		FEV15MIN		3,0	
	G2	FEV1PREINT	19	3,1	0,661
		FEV1POSTINT		3,2	
		FEV15MIN		3,2	
	G3	FEV1PREINT	22	3,0	0,650
		FEV1POSTINT		2,9	
		FEV15MIN		2,9	
	G4	FEV1PREINT	20	2,7	0,156
		FEV1POSTINT		2,7	
		FEV15MIN		2,7	
Intensa	G1	FEV1PREINT	11	3,5	0,479
		FEV1POSTINT		3,3	
		FEV15MIN		3,6	
	G2	FEV1PREINT	9	3,8	0,264
		FEV1POSTINT		3,5	
		FEV15MIN		3,7	
	G3	FEV1PREINT	7	3,2	0,630
		FEV1POSTINT		3,3	
		FEV15MIN		3,4	
	G4	FEV1PREINT	6	3,9	0,311
		FEV1POSTINT		3,8	
		FEV15MIN		4,0	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Sin embargo, en la tabla 34 observamos que hay diferencias significativas en la respuesta PEF por género, así apreciamos que en el grupo en el que se aplicaban ambos tratamientos (G3), se producía un aumento del flujo espiratorio máximo (PEF) en las mujeres (Tabla 27), con un p-valor de 0,041.

Tabla 34. Cambios de la respuesta media de PEF antes y después de la intervención por grupos y género mediante el Test de Friedman.

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
Hombres	G1	PREINT	16	5,40	0,811
		POSTINT		5,47	
		5MIN		5,58	
	G2	PREINT	18	5,07	0,502
		POSTINT		5,24	
		5MIN		5,40	
	G3	PREINT	16	4,45	0,459
		POSTINT		4,96	
		5MIN		4,99	
	G4	PREINT	12	4,85	0,739
		POSTINT		4,81	
		5MIN		4,84	
Mujeres	G1	PREINT	22	2,93	0,475
		POSTINT		3,08	
		5MIN		3,37	
	G2	PREINT	20	2,83	0,092
		POSTINT		3,20	
		5MIN		3,39	
	G3	PREINT	22	2,54	0,041*
		POSTINT		3,02	
		5MIN		3,11	
	G4	PREINT	26	3,00	0,914
		POSTINT		2,99	
		5MIN		3,18	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

No hay diferencias significativas en la respuesta PEF, antes y después de la intervención por grupos, en relación a las horas de actividad deportiva dedicada a la semana (Tabla 35) e intensidad de esa actividad (Tabla 36).

Tabla 35. Cambios de la respuesta media de PEF antes y después de la intervención por grupos y horas de actividad deportiva a la semana mediante el test de Friedman

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
0h	G1	PEF1PREINT	8	2,9	0,140
		PEF1POSTINT		3,3	
		PEF15MIN		3,1	
	G2	PEF1PREINT	10	2,6	0,509
		PEF1POSTINT		2,9	
		PEF15MIN		2,7	
	G3	PEF1PREINT	9	2,1	0,052
		PEF1POSTINT		2,5	
		PEF15MIN		2,3	
	G4	PEF1PREINT	12	2,6	0,843
		PEF1POSTINT		2,4	
		PEF15MIN		2,5	
1-5h	G1	PEF1PREINT	17	3,8	0,654
		PEF1POSTINT		3,8	
		PEF15MIN		4,0	
	G2	PEF1PREINT	16	3,4	0,083
		PEF1POSTINT		3,9	
		PEF15MIN		4,1	
	G3	PEF1PREINT	20	3,1	0,436
		PEF1POSTINT		3,4	
		PEF15MIN		3,7	
	G4	PEF1PREINT	20	3,7	0,767
		PEF1POSTINT		3,8	
		PEF15MIN		4,0	
>5h	G1	PEF1PREINT	13	4,9	0,689
		PEF1POSTINT		5,0	
		PEF15MIN		5,4	
	G2	PEF1PREINT	12	5,7	0,517
		PEF1POSTINT		5,6	
		PEF15MIN		6,0	
	G3	PEF1PREINT	9	5,0	0,236
		PEF1POSTINT		6,1	
		PEF15MIN		6,0	
	G4	PEF1PREINT	6	5,1	0,957
		PEF1POSTINT		5,0	
		PEF15MIN		5,2	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

Tabla 36. Cambios de la respuesta media de PEF antes y después de la intervención por grupos e intensidad de la actividad deportiva a la semana mediante el test de Friedman

VARIABLE	GRUPO	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
Ninguna	G1	PEF1PREINT	8	2,8	0,140
		PEF1POSTINT		3,2	
		PEF15MIN		3,1	
	G2	PEF1PREINT	10	2,6	0,509
		PEF1POSTINT		2,9	
		PEF15MIN		2,7	
	G3	PEF1PREINT	9	2,1	0,032
		PEF1POSTINT		2,5	
		PEF15MIN		2,3	
	G4	PEF1PREINT	12	2,6	0,843
		PEF1POSTINT		2,4	
		PEF15MIN		2,5	
Leve-moderada	G1	PEF1PREINT	19	4,0	0,516
		PEF1POSTINT		4,1	
		PEF15MIN		4,3	
	G2	PEF1PREINT	19	3,9	0,137
		PEF1POSTINT		4,2	
		PEF15MIN		4,5	
	G3	PEF1PREINT	22	3,6	0,409
		PEF1POSTINT		4,1	
		PEF15MIN		4,1	
	G4	PEF1PREINT	20	3,6	0,892
		PEF1POSTINT		3,5	
		PEF15MIN		3,6	
Intensa	G1	PEF1PREINT	11	4,7	0,614
		PEF1POSTINT		4,6	
		PEF15MIN		5,2	
	G2	PEF1PREINT	9	5,4	0,169
		PEF1POSTINT		5,1	
		PEF15MIN		5,8	
	G3	PEF1PREINT	7	4,0	0,156
		PEF1POSTINT		4,6	
		PEF15MIN		5,3	
	G4	PEF1PREINT	6	5,6	0,738
		PEF1POSTINT		6,0	
		PEF15MIN		6,3	

*: Significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 37 observamos que los resultados obtenidos de la media del PEF, en el PREINT fue de 2,20 L, en el POSTINT fue de 2,50 L y a los 5MIN ha sido de 2,30L para el grupo en el que se aplicó ambos tratamientos (G3) y en el grupo de mujeres que no realizaban ninguna actividad deportiva. Apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($p=0,026$)

Tabla 37. Respuesta media de PEF antes y después de la intervención para el grupo que recibieron ambos tratamientos (G3), mujeres y ninguna actividad deportiva.

GRUPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPO	N	MEDIA	P-VALOR
G3	PREINT	9	2,20	0,026*
	POSTINT		2,50	
	5MIN		2,30	

*: Significativo al 95%.

G3: técnica combinada de ambas.

5.4 Análisis de la variables Delta 1 y Delta2

En nuestro estudio hemos creado la variable ganancia, Delta 1, que es la diferencia entre la medida post-intervención (POSTINT) inmediata y la medida pre-intervención (PREINT) y la variable ganancia, Delta 2, que es la diferencia entre la medida post-intervención a los 5MIN y la media pre-intervención (PREINT); ambas representan la ganancia de las variables respuesta principal (CVF) y secundarias (FEV, PEF).

En la tabla 38, aparecen las variables Delta1CVF, Delta1FEV, Delta1PEF y Delta2CVF, Delta2FEV, Delta2PEF en cada grupo de intervención, observando que no existen diferencias significativas entre los valores medios de las variables DELTA en cada grupo de intervención.

En la tabla 38 podemos observar que en G2, la media de la variable Delta2PEF es significativamente distinta de cero con un p -valor= 0,45 por lo que hay un aumento

significativo entre las medias de PEF, de la post-intervención a los 5 minutos (5MIN) respecto a la medida previa a tratamiento (PREINT).

Comprobamos que no existen diferencias significativas entre los valores medios de las variables Delta 1 y Delta 2, en cada grupo de intervención con respecto a la CVF y FEV

Tabla 38. Número, valor medio, desviación típica e IC al 95% para cada variable DELTA en cada grupo mediante el test de ANOVA (P-valor de contraste de medias en cada grupo).

VARIABLE	GRUPO	N	MEDIA	DESVIACION TÍPICA (DS)	IC 95%		P-VALOR
					LÍMITE INF.	LÍMITE SUP.	
Delta1CVF	G1	38	-0,00	0,13	-0,04	0,04	0,310
	G2	38	-0,04	0,16	-0,09	0,00	
	G3	38	0,00	0,12	-0,03	0,04	
	G4	38	-0,03	0,13	-0,07	0,01	
Delta2CVF	G1	38	-0,05	0,25	-0,13	0,02	0,636
	G2	38	-0,02	0,17	-0,08	0,03	
	G3	38	0,00	0,33	-0,10	0,11	
	G4	38	-0,06	0,15	-0,11	-0,01	
Delta1FEV	G1	38	-0,02	0,36	-0,14	0,09	0,898
	G2	38	-0,01	0,45	-0,16	0,13	
	G3	38	0,00	0,38	-0,12	0,13	
	G4	38	-0,06	0,50	-0,23	0,09	
Delta2FEV	G1	38	0,04	0,34	-0,07	0,15	0,744
	G2	38	0,01	0,43	-0,13	0,15	
	G3	38	0,03	0,44	-0,11	0,17	
	G4	38	-0,06	0,53	-0,23	0,11	
Delta1PEF	G1	38	0,11	10,14	-0,26	0,49	0,204
	G2	38	0,27	10,05	-0,07	0,62	
	G3	38	0,49	10,10	0,12	0,85	
	G4	38	-0,02	10,05	-0,36	0,32	
Delta2PEF	G1	38	0,32	10,25	-0,08	0,73	0,429
	G2	38	0,45	10,24	0,04	0,86	
	G3	38	0,55	10,02	0,22	0,89	
	G4	38	0,11	10,29	-0,30	0,54	

*: Test ANOVA: significativo al 95%

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

En la tabla 39, observamos que en G3, la media de la variable Delta1PEF es significativamente distinta de cero con un p-valor= 0,010 por lo que hay un aumento significativo entre las medias de PEF, de la post-intervención (POSTINT) respecto a la medida previa a tratamiento (PREINT). Lo mismo ocurre cuando analizamos la variable Delta2PEF, que hay un aumento significativo en la medida a los 5MIN de la intervención, respecto a la medida en la PREINT, con un p-valor= 0,002.

En G4 aparece una disminución significativa de la media de la variable Delta2CVF, con un p-valor=0,020 en la post-intervención a los 5 minutos respecto a la medida en la pre-intervención, pero como es grupo control y no hay aplicación de ningún tratamiento, esta diferencia puede deberse meramente al azar.

Tabla 39. Número, valores medios e IC 95% para cada variable DELTA en cada grupo (P-valor de contraste de valor cero de cada DELTA).

GRUPO	VARIABLE	N	MEDIA	IC 95%		P-VALOR
				LÍMITE INF.	LÍMITE SUP.	
G1	delta1CVF	38	-0,00211	-0,0461	0,0419	0,923
	delta2CVF	38	-0,05474	-0,1371	0,0277	0,186
	delta1FEV	38	-0,02447	-0,1454	0,0964	0,684
	delta2FEV	38	0,03947	-0,0739	0,1528	0,485
	delta1PEF	38	0,11553	-0,2603	0,4914	0,537
	delta2PEF	38	0,32447	-0,0881	0,7371	0,120
G2	delta1CVF	38	-0,04368	-0,0966	0,0092	0,103
	delta2CVF	38	-0,02500	-0,0820	0,0320	0,380
	delta1FEV	38	-0,01395	-0,1641	0,1362	0,852
	delta2FEV	38	0,01211	-0,1320	0,1562	0,866
	delta1PEF	38	0,27263	-0,0750	0,6203	0,121
	delta2PEF	38	0,45158	0,0416	0,8615	0,032*
G3	delta1CVF	38	0,00789	-0,0330	0,0488	0,698
	delta2CVF	38	0,00184	-0,1080	0,1117	0,973
	delta1FEV	38	0,00658	-0,1203	0,1335	0,917
	delta2FEV	38	0,03211	-0,1128	0,1770	0,656
	delta1PEF	38	0,49105	0,1265	0,8556	0,010*
	delta2PEF	38	0,55868	0,2232	0,8942	0,002*
G4	delta1CVF	38	-0,03368	-0,0773	0,0100	0,126
	delta2CVF	38	-0,06211	-0,1140	-0,0102	0,020*
	delta1FEV	38	-0,06711	-0,2315	0,0973	0,413
	delta2FEV	38	-0,06211	-0,2386	0,1144	0,480
	delta1PEF	38	-0,02237	-0,3679	0,3232	0,896
	delta2PEF	38	0,11868	-0,3078	0,5452	0,576

*: Test T de Student: significativo al 95%.

G1: técnica de estiramiento muscular del diafragma; G2: técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄; G3: técnica combinada de ambas; G4: grupo control.

6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una de las limitaciones de nuestro estudio podría ser el tamaño de la muestra. Quizás si hubiéramos incluido un mayor número de individuos en los diferentes grupos de intervención, hubiéramos obtenido más diferencias estadísticamente significativas. Futuras investigaciones deberían realizarse con un tamaño muestral mayor.

Otra limitación que debemos citar es que nuestro estudio ha estado enfocado hacia sujetos sanos, por lo tanto nos informa sobre la fisiología de las técnicas pero no de los efectos clínicos de éstas. Este aspecto es importante para conocer más en profundidad estas técnicas y poder extrapolar nuestros resultados a sujetos con patología respiratoria, tanto obstructivos como restrictivos. Futuros estudios deberían de plantearse en sujetos con patología respiratoria y en qué tipos de patología se podrían aplicar las técnicas realizadas en este estudio.

También creemos que llevar a cabo estudios mixtos, de sujetos asintomáticos y sintomáticos, serían muy interesantes para poder valorar efectos fisiológicos y comparaciones entre los mismos, antes de aplicarla a muestras de sujetos con patologías. De la misma manera, sería necesario investigar sobre la dosificación de las actuaciones, para aplicarlas a posteriori con la máxima garantía de seguridad y de resultados.

Otra posible limitación en nuestro estudio ha sido haber tomado dos mediciones post intervención (una inmediatamente después de la aplicación de la técnica, y otra transcurridos 5 minutos de la intervención). Creemos que sería interesante llevar a cabo estudios longitudinales de mayor duración en el tiempo y que pudieran ser aplicadas en más de una sesión. De esta manera se podría valorar más a fondo su influencia sobre las variables estudiadas.

Con referencia a la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄, no hemos hecho ninguna valoración previa a la aplicación de la técnica, para determinar de qué lado, derecho o izquierdo, se aplicaba. Podemos replantear la necesidad de futuras investigaciones de los posibles efectos y tendencia en sujetos con alteraciones osteopáticas de C₃.C₄, con unas pruebas validadas. Ya que, tal y como hemos visto,

parece que esta técnica tiene una implicación en el PEF en los sujetos sanos; podrían surgir posibles diseños, tanto para sujetos sanos como con patología que permitieran alcanzar conclusiones interesantes.

A pesar de las limitaciones expuestas, la realización de nuestro estudio nos ha permitido identificar la posible eficacia de la técnica de estiramiento muscular del diafragma en posición supina, de la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄ y de la aplicación de ambas técnicas (la técnica de estiramiento muscular del diafragma en posición supina y la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄).

VI. CONCLUSIONES

1. La técnica combinada de estiramiento muscular del diafragma y la de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄, realizada en sujetos sanos, produce un aumento significativo en el parámetro respiratorio, flujo espiratorio máximo (PEF). En cambio, la aplicación de estas técnicas por separado, en sujetos sanos, no muestra cambios significativos en el parámetro respiratorio, flujo espiratorio máximo (PEF).
2. La técnica combinada de estiramiento muscular del diafragma y la de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄, realizada en sujetos sanos, aumenta el valor medio del flujo espiratorio máximo (PEF), en las medidas de pre-intervención y la de post-intervención, y en las medidas entre la post-intervención y a los 5 minutos de la intervención. La técnica de estiramiento muscular del diafragma y la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄, realizada en sujetos sanos, presentan un aumento significativo sobre el parámetro flujo espiratorio máximo a lo largo del tiempo, pero sólo cuando se estudian todos los grupos conjuntamente. Los parámetros respiratorios, capacidad vital forzada y volumen espiratorio forzado, en sujetos sanos, no se ven influenciados por la aplicación de ninguna de las tres técnicas de estudio.
3. Al comparar los valores espirométricos obtenidos en la técnica de estiramiento muscular del diafragma, la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄ y la aplicación combinada de ambas técnicas, frente al grupo control, se ha comprobado que no hay un efecto significativamente diferente de los tres tratamientos aplicados respecto al grupo control, en los valores espirométricos, capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio forzado (FEV) y flujo espiratorio máximo (PEF).
4. Los efectos de la aplicación de la técnica de estiramiento muscular del diafragma, de la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄ y la aplicación combinada de ambas técnicas, en sujetos sanos, no están influenciados por las variables medidas (edad, género, peso, talla, índice de masa corporal, actividad deportiva e intensidad de esa actividad).

VII. RESUMEN

El diafragma es el músculo más importante de la respiración, siendo el motor del movimiento torácico. Es un músculo plano, ancho y delgado que forma un tabique entre el tórax y el abdomen. Tiene forma de cúpula con convexidad superior o torácica, y se adentra en el interior de la cavidad torácica para comunicar las cavidades pericárdica, pleural y peritoneal. Presenta tres porciones musculares, una anterolateral o costal (de la séptima a la duodécima costilla), otra posterior o crural y el tendón central o centro frénico. Todas sus fibras musculares son contráctiles, con capacidad de adaptarse a los movimientos corporales; convergen hacia el centro frénico o tendón central, que está formado por fibras tendinosas que se entrecruzan en diversos ángulos en forma de fascículos que se unen a la base del cráneo, a la columna cervical y a la columna dorsal alta mediante el ligamento mediastínico anterior.

El diafragma se encuentra inervado por el nervio frénico que nace por una raíz principal en C₄ y por dos accesorias en C₃ y C₅. Estas raíces son las precursoras de que sea un nervio formado por fibras motoras principalmente, también es un nervio sensitivo que inerva en particular la cúpula pleural y cuya función se extiende al pericardio y al peritoneo subdiafragmático de la región hepática.

El nervio frénico desde su origen desciende a través del cuello, estando situado en la porción interna del escaleno anterior que se proyecta en el intersticio que separa los haces esternales de los haces claviculares del músculo esternocleidomastoideo y desciende a través del tórax, donde sus terminaciones son diferentes, a la derecha es profundo y entra directamente al tendón central, y a la izquierda es más largo, hasta el diafragma, que es el lugar donde finaliza su trayectoria.

Existen dos nervios frénicos, el izquierdo y el derecho y cada uno inerva el hemidiafragma ipsilateral, por lo que cada cavidad pulmonar puede funcionar con independencia de la otra, aún si un hemidiafragma está paralizado. Es el nervio por excelencia del mecanismo de la inspiración, estando directamente relacionado con acciones de protección de las vías respiratorias, como toser, estornudar y expulsar el esputo.

El diafragma presenta varios orificios, entre los que destacan el hiato aórtico que está a nivel de la D₁₂, por donde pasan la aorta, las venas ácigos y hemiacigos además del conducto torácico o espinal. Es fibroso e inelástico para que no perturbe la sangre arterial, en especial, cuando la respiración es muy intensa en los esfuerzos físicos. Después está el hiato esofágico, que está situado en la D₁₀, por donde pasan el esófago y los troncos vagales. Es un anillo muscular que cuando se contrae el diafragma evita regurgitaciones. Y por último, está el orificio de la vena cava que se sitúa a nivel de la D₉, pasa la vena cava inferior acompañada, en ocasiones, por el nervio frénico derecho. Es fibroso y móvil y tiene como finalidad facilitar la subida de sangre venosa en inspiración, frenando el descenso en la espiración.

Los pulmones se pueden contraer y expandir de dos maneras: el primer mecanismo es gracias al movimiento ascendente y descendente del diafragma, para alargar o acortar la cavidad torácica y mediante la elevación y el descenso de las costillas para aumentar y reducir el diámetro anteroposterior de la cavidad torácica. Durante la inspiración la contracción del diafragma tira hacia abajo de las superficies inferiores de los pulmones. Después, durante la espiración el diafragma simplemente se relaja, y el retroceso elástico de los pulmones, de la pared torácica y de las estructuras abdominales comprime los pulmones y expulsa el aire. Sin embargo, durante la respiración forzada las fuerzas elásticas no son suficientemente potentes para producir la espiración rápida necesaria, de modo que se consigue una fuerza adicional principalmente mediante la contracción de los músculos abdominales, que empujan el contenido abdominal hacia arriba contra la parte inferior del diafragma, comprimiendo de esta manera los pulmones.

El segundo método para expandir los pulmones es elevar la caja torácica. Cuando la caja costal se eleva, las costillas se desplazan hacia delante casi en línea recta, de modo que el esternón también se mueve hacia delante, alejándose de la columna vertebral y haciendo que el diámetro anteroposterior del tórax sea aproximadamente un 20% mayor durante la inspiración máxima que durante la espiración.

Durante la inspiración, las fibras musculares del diafragma se contraen, baja el

centro frénico y aumenta el diámetro vertical del tórax. Esta bajada se elimina rápidamente por la puesta en tensión del mediastino, y en especial por la masa visceral. Es en este momento cuando el centro frénico es el punto fijo y las fibras musculares actúan a partir de la periferia del centro frénico y elevan las costillas inferiores.

Durante la espiración, el diafragma se relaja y es el retroceso elástico de los pulmones, de la pared torácica y las estructuras abdominales quienes comprimen los pulmones.

La prueba básica para el estudio de la función respiratoria se realiza mediante la espirometría simple, que mide la magnitud de los volúmenes pulmonares y la rapidez con que éstos pueden ser movilizados. En 1846, el británico Hutchinson, introdujo el primer espirómetro y estableció, que el valor de la capacidad vital depende de la edad, la talla, el género y el peso.

Desde un punto de vista funcional, los volúmenes pulmonares se dividen en dinámicos, porque se movilizan con la respiración, y estáticos, porque no se movilizan. Los estáticos son el volumen residual (VR) y todas las capacidades que lo incluyan como uno de sus componentes, capacidad residual funcional (CRF) y capacidad pulmonar total (CPT).

En reposo, un adulto sano efectúa una frecuencia de 12 respiraciones por minuto y se denomina volumen corriente (VC) que es el volumen de aire movilizado entre una espiración y una inspiración y varía de una persona a otra y en la misma persona, en diferentes situaciones. Con cada inspiración y espiración en un minuto se movilizan alrededor de 500 mL de aire hacia el interior y el exterior de los pulmones, y se denomina ventilación minuto (VM). De los 500 mL de VR, alrededor de unos 350 mL es la zona respiratoria del aparato respiratorio, que engloba los bronquiolos respiratorios, los conductos alveolares, los sacos alveolares y los alveolos. Los otros 150 mL permanecen en las vías aéreas de conducción de la nariz, la faringe, laringe, tráquea, los bronquios, los bronquiolos y los bronquiolos terminales.

Los Fisioterapeutas siempre hemos estado comprometidos con la salud de las personas, proporcionando la mejor atención, aunque sólo fuese por razones de ética

profesional. Es por ello que, no podemos replantear nuestra profesión sólo como adaptación a los cambios, sino que debemos de tener claro cuáles son los valores, las necesidades y las expectativas cambiantes de la sociedad, para poder proporcionar una asistencia de óptima calidad. Por este motivo, nuestros tratamientos de Fisioterapia deben producir resultados y ser beneficiosos; y para ello debemos de ser capaces de trasladar los resultados de las investigaciones científicas a la práctica profesional, tras haber intervenido activamente y de manera útil en las diferentes etapas del proceso de investigación científica.

La práctica de la Fisioterapia basada en la evidencia no intenta remplazar el rol de la experiencia clínica, ni la consideración de las preferencias de los pacientes, lo que pretende es que la información de las mejores evidencias disponibles esté presente en la relación Fisioterapeuta-paciente. Ambas, experiencia y preferencias, son necesarias e incluso pueden prevalecer ante determinadas decisiones.

En la actualidad, la Fisioterapia respiratoria está interesada en la búsqueda de tratamientos más eficaces para la obstrucción del flujo aéreo, con nuevos enfoques terapéuticos incluyendo programas de Fisioterapia y Terapia Manual Osteopática. Estos programas de Fisioterapia Respiratoria deben perseguir unos objetivos, llevarlos a la práctica e introducir técnicas manuales y/o osteopáticas que permitan validar los resultados.

En nuestro estudio nos interesa conocer la influencia sobre los datos espirométricos de dos técnicas:

1. La técnica de estiramiento muscular del diafragma: permite flexibilizar y aumentar las posibilidades de estiramiento del diafragma; por lo que en su relajación es capaz de elevar su posicionamiento muscular y así mejorar la capacidad vital (CVF). Por ser el principal músculo involucrado en la ventilación y su óptimo movimiento es imprescindible para el sistema respiratorio y para las variaciones de los volúmenes pulmonares en cada inspiración.

2. La técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄: libera el atrapamiento del nervio frénico, que nace del nivel vertebral cervical 3 (C₃) y del nivel vertebral cervical 4 (C₄), y es el causante de producir hipertonía del diafragma y de la disminución de la capacidad vital respiratoria (CVF).

Los objetivos de nuestro estudio han sido:

1. Evaluar los cambios en los valores de la espirometría simple tras la aplicación de las técnicas de estudio: técnica de estiramiento muscular del diafragma (G1), técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄ (G2) y técnica combinada de ambas (G3).
2. Determinar la influencia de las técnicas de estudio (G1, G2, G3), sobre parámetros respiratorios medibles mediante la espirometría simple.
3. Comparar los valores espirométricos obtenidos tras la aplicación de las técnicas de estudio (G1, G2, G3) y el grupo control (G4: simulación de una técnica anterior).
4. Analizar las diferentes variables medidas (edad, sexo, peso, talla, práctica deportiva e índice de masa corporal) en los efectos del tratamiento aplicado.

Para ello se ha realizado un estudio clínico experimental controlado aleatorio y doble ciego, de 152 (62 hombres y 90 mujeres) sujetos sanos universitarios pertenecientes a la Universidad CEU Cardenal Herrera de la sede de Elche. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Universidad CEU Cardenal Herrera.

Para obtener el tamaño muestral adecuado para nuestro estudio, hemos realizado previamente un estudio piloto con 40 individuos que cumplían los criterios de inclusión y que se asignaron a los cuatro grupos de intervención de forma aleatoria y con igual tamaño:

- 10 sujetos en el “grupo de intervención 1” (G1): a los que se les aplicó la técnica de estiramiento muscular del diafragma.

- 10 sujetos en el “grupo de intervención 2” (G2): a los que se les aplicó la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄.
- 10 sujetos en el “grupo de intervención 3” (G3): a los que se les aplicó ambas técnicas.
- 10 sujetos en el “grupo control” (G4): a los que se les aplicó una técnica simulada.

Se aplicaron los tratamientos a cada grupo, evaluando la variable respuesta principal (CVF) justo antes (PREINT), después (POSTINT) y a los 5 minutos (5MIN) de la intervención, obteniéndose una estimación de las medias, desviaciones estándar del factor y correlaciones entre medidas repetidas.

Según los datos obtenidos del estudio piloto, el tamaño muestral adecuado para un nivel de confianza α de 0,05 y una potencia del 80% en un diseño ANOVA de medidas repetidas de un factor con cuatro niveles, ha sido de 152 individuos sujetos (38 por grupo) distribuidos de forma aleatoria en los 4 grupos anteriormente citados (G1, G2, G3 y G4).

Todos los participantes fueron informados de la finalidad y características del estudio previamente a la participación del mismo. Se les hizo entrega de un documento escrito con la información general del estudio y tras su lectura se les aclararon todas las dudas que surgieron. Los sujetos que de manera voluntaria quisieron formar parte del estudio, leyeron y firmaron el documento del consentimiento informado y rellenaron la ficha de datos personales. A cada uno de ellos se le asignó un código de identificación, siguiendo una numeración ordenada del 1 al 152, para asegurar su anonimato (Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal). En todo momento se han respetado los principios de la Declaración de Helsinki (2004).

Las técnicas que se han realizado en este estudio han sido inocuas y realizadas por profesional cualificado, fisioterapeuta colegiada nº 3.877 en el Colegio Oficial de Fisioterapeutas de Alicante.

En cuanto a los resultados, se observó que tomando todos los grupos conjuntamente, había un aumento significativo en el valor medio del flujo espiratorio

máximo (PEF) a lo largo del tiempo (p -valor = 0,029). Las diferencias aparecían entre la PREINT y a los 5 MIN de la intervención, con unos valores medios de 3,69 L y 4,06 L.

Al separar por grupos de intervención, también hemos observado que hubo un aumento significativo en el valor medio del PEF a lo largo del tiempo cuando se aplicaban ambos tratamientos (G3) (p -valor = 0,041). Las diferencias aparecían entre el PREINT y POSTINT, con unos valores medios de 3,35 L y 3,84 L, y entre la PREINT y los 5MIN con medias de 3,35 L y 3,90 L, respectivamente. No habiendo diferencias significativas entre las medias POSTINT y a los 5MIN.

También hemos observado que al segmentar por género, actividad deportiva (horas/semana) e intensidad de la actividad deportiva, hubo un aumento significativo en el valor medio del PEF al aplicar ambas técnicas (G3), en el grupo de las mujeres (p -valor = 0,041) y las que no realizaban ninguna actividad deportiva (p -valor = 0,026) frente a los hombres.

La aplicación de ambas técnicas (G3), realizada en sujetos sanos, producía un aumento significativo del PEF, pero sólo cuando se estudiaban todos los grupos conjuntamente. Las diferencias aparecían entre el PREINT y POSTINT, y entre el POSTINT y a los 5MIN.

Los parámetros respiratorios, CVF y FEV, en sujetos sanos, no se han visto influenciados por la aplicación de ninguna de las tres técnicas de estudio. Se ha comprobado que la aplicación de las tres técnicas de intervención, frente al grupo control, no ha producido ningún efecto significativo estadísticamente, en los valores espirométricos.

Y por último, hemos observado que los efectos de la aplicación de la técnica de estiramiento muscular del diafragma, de la técnica de impulso en rotación del nivel cervical C₃-C₄ y la aplicación combinada de ambas técnicas, en sujetos sanos, no están influenciados por las variables medidas (edad, género, peso, talla, índice de masa corporal, actividad deportiva e intensidad de esa actividad).

VIII. SUMMARY

The diaphragm is the most important breathing muscle, being the driver of the thoracic movement. It is a flat, broad, thin muscle that forms a partition between the thorax and the abdomen. It is dome-shaped with top or thoracic convexity, and penetrates into the thoracic cavity to communicate the pericardial, pleural and peritoneal cavities. It is divided in three muscular parts; anterolateral or costal (from the seventh to the twelfth rib), posterior or femoral and the central tendon or phrenic center. All the muscular fibers are contractile, and have the capacity to adapt to the body movements; they all converge towards the phrenic center or central tendon, which is formed by chrodae tendineae intertwined at various angles in the form of separate units that are attached to the skull base, the cervical spine and the upper thoracic spine through the anterior mediastinal ligament.

The diaphragm is innervated by the phrenic nerve which main root is in C₄ but also has two additional roots in C₃ and C₅. These roots are the precursors of a nerve that is mainly composed of motor fibers, it is also a sensitive nerve that principally innervates the pleural dome and which function extends to the pericardium and subdiaphragmatic peritoneum of the hepatic region.

The phrenic nerve from its origin it descends through the neck, being positioned in the inner portion of the anterior scalene which is projected into the interstice separating the sternal beam of the clavicular beam of the esternocleidomastodeo muscle and descends through the thorax, where their ends are different, on the right side it is deep and goes directly to the central tendon, and on the left side it is longer, till the diaphragm, which is where its path ends.

There are two phrenic nerves; the left and the right, and each one supplies the ipsilateral hemidiaphragm, so that each pulmonary cavity can operate independently from the other, even if one hemidiaphragms becomes paralyzed. It is the quintessential nerve of the inspiration mechanism, being directly linked to the protection of actions taking place in the airways, such as coughing, sneezing and sputum production.

The diaphragm has several vents, amongst which we must emphasize on the aortic hiatus, which is at the level of the D₁₂, where the aorta, the azygos and hemiazygos as well as the thoracic or spinal canal pass through. The aortic hiatus is

fibrous and inelastic in order to avoid disturbance of the arterial blood, especially during periods of intense breathing caused by physical exertion. Then there is the esophageal hiatus, which is located on the D₁₀, through where the esophagus and vagal trunks pass. It is a muscular ring that when contracted prevents regurgitation. And finally, there is the vent in the vena cava, which is located at the level of D₉, where the inferior vena cava accompanied sometimes by the right phrenic nerve passes. It is fibrous and mobile and is intended to facilitate the rise of the venous blood during inspiration and a slow descent of expiration.

The lungs can contract and expand in two ways: the first mechanism is due to the upward and downward movement of the diaphragm in order to lengthen or shorten the thoracic cavity and by raising and lowering the ribs to increase or decrease the antero-posterior diameter of the thoracic cavity. During inspiration, diaphragmatic contraction pulls down the bottom surfaces of the lungs. Then, during exhalation the diaphragm simply relaxes and the elastic recoil of the lungs, chest wall and abdominal structures compresses the lungs forcing the air out. However, during forced breathing the elastic forces are not powerful enough to produce the required rapid exhalation, due to this an additional force is achieved mainly through the contraction of the abdominal muscles, which push up the abdominal contents against the bottom of the diaphragm, thereby compressing the lungs.

The second method to expand the lungs is to elevate the rib cage. When the rib cage is elevated, the ribs are moved forward almost straight, so that the sternum also moves forward, away from the spine and causing the antero-posterior diameter of the thorax to be approximately 20% higher during maximum inspiration than during expiration.

During inspiration, the diaphragm muscle fibers contract, the phrenic centre lowers and the vertical diameter of the thorax increases. This decrease is rapidly eliminated by the tension of the mediastinum, especially by the visceral mass. It is at this point when the phrenic center is the fixed point and the muscle fibers act from the periphery of the phrenic center and raise the lower ribs.

During exhalation, the diaphragm relaxes and the elastic recoil of the lungs, the thoracic wall and the abdominal structure compresses the lungs.

The standard test to study the respiratory function is performed by simple spirometry, which measures the magnitude of lungs volume and the speed with which they can be mobilized. In 1846, the British Hutchinson, introduced the first spirometer and established that the value of vital capacity depends on age, height, gender and weight.

From a functional point of view, the volume of the lungs is divided into dynamic, because they mobilize with breathing, and static, because they do not mobilized. The statics is the residual volume (RV) and all capacities that include it as one of its components, functional residual capacity (FRC) and total lung capacity (TLC).

At rest, a healthy adult breaths at a frequency of 12 breaths per minute and this is known as tidal volume (VT), which is the volume of air mobilized between an inspiration and an exhalation and it varies between individuals and within the same individual when exposed to different conditions. With each inspiration and expiration in a minute, about 500 mL of air are mobilized in and out of the lungs, and this is called minute ventilation (MV). Of the 500 mL of VR, about 350 mL is the respiratory zone of the respiratory tract, which includes the respiratory bronchioles, alveolar ducts, alveolar sacs and alveoli. The remaining 150 mL stay in the conducting airways of the nose, pharynx, larynx, trachea, bronchi, bronchioles and terminal bronchioles.

Physiotherapists have always been committed to people's health by providing the best care, if only for reasons of professional ethics. This is why we cannot rethink our profession only as adapting to changes, but we must be clear about the values, needs and changing expectations of society in order to provide high quality assistance. For this reason, our physiotherapy treatments should show results and be beneficial; and for this we must be able to translate the results of scientific research to professional practice, by having actively and usefully intervened in the different stages of scientific research.

The practice of evidence-based Physiotherapy is not intended to replace the role of clinical experience nor the consideration of patient preferences, it intends for the information of the best available evidence to be present in the physiotherapist-patient relationship. Both experience and preferences are necessary and may even prevail over certain decisions.

Nowadays, respiratory physiotherapy is interested in finding more effective treatments for airflow obstruction, with new therapeutic approaches including programs of Osteopathic Physiotherapy and Manual Therapy. These programs of Respiratory Physiotherapy should pursue goals, implement them and introduce manual and / or osteopathic techniques to validate the results.

In our study we are interested in comparing the influence of the sirometric data of two techniques:

1. Diaphragm muscle stretching technique: allows greater flexibility and an increase in the chances of stretching the diaphragm; so in its relaxation it is able to raise muscular positioning and improve the vital capacity (FVC). Being the main muscle involved in ventilation and optimal movement it is essential for the respiratory system and the changes in lung volumes at each inspiration.
2. Momentum in cervical rotation C₃-C₄ technique: releases phrenic nerve entrapment, born in cervical vertebral level 3 (C₃) and cervical vertebral level 4 (C₄), and is responsible for producing hypertension of the diaphragm and a decreases in respiratory vital capacity (FVC).

The objectives of this study have been:

1. Assess the changes in the values of simple spirometry after the application of study techniques: muscle stretching of the diaphragm technique (G1), impulse in cervical rotation C₃-C₄ level technique (G2) and both combined technique (G3).
2. To determine the influence of the techniques of study (G1, G2, G3) on respiratory parameters measurable by simple spirometry.

3. Compare the spirometric values obtained after the application of the techniques of study (G1, G2, G3) and the control group (G4: simulation of a prior technique).
4. Analyse the different measured variables (age, sex, weight, height, sport and body mass index) on the effects of the applied treatment.

In order to achieve these goals a random controlled experimental double-blind clinical study has been performed, on 152 (62 men and 90 women) healthy undergraduates belonging to the CEU Cardenal Herrera University of Elche headquarters. This study was approved by the Research and Ethics Committee of CEU Cardenal Herrera University.

To obtain an appropriate sample size for our study, a pilot study with 40 subjects who met the inclusion criteria was previously conducted. An equal number of subjects were randomly assigned to one of the four intervention groups:

- 10 subjects in the "intervention group 1" (G1) to which the technique of muscle stretching of the diaphragm was applied.
- 10 subjects in the "intervention group 2" (G2) to which the technique of cervical rotation momentum in C3-C4 level was applied.
- 10 subjects in the "intervention group 3" (G3) to which the combination of both techniques was applied.
- 10 subjects in the "control group" (G4): to which a pretended technique was applied.

Treatments were applied to each group, evaluating primary response variable (CVF) just before (PREINT), after (POSTINT) and 5 minutes (5MIN) into the intervention, yielding an estimate of the means, standard deviations and correlations factor between repeated measures.

According to the data from the pilot study, the appropriate sample size for a confidence level α of 0.05 and a power of 80% in a ANOVA design of repeated

measures of a factor with four level is of 152 individuals (38 per group) randomly distributed in the four groups mentioned above (G1, G2, G3 and G4).

All participants were informed of the purpose and characteristics of the study prior to their involvement. They were handed a written document with an overview of the study and after this were read all doubts that arose were clarified. Subjects who voluntarily wanted to be part of the study, read and signed the informed consent document and filled the record of personal data. Each of them was assigned an identification code, following an ordered numbered 1 to 152, to ensure their anonymity (Law 15/1999 of December 13, Protection of Personal Data). At all times the principles of the Declaration of Helsinki (2004) have been respected.

The techniques that have been conducted in this study were safe and carried out by qualified professional, graduated physiotherapist No. 3,877 in the College of Physiotherapists of Alicante.

As for the results, it was found that taking all groups together, there was a significant increase in the average of maximum expiratory flow (PEF) over time (p-value = 0.029). The differences appeared between PREINT and 5 MIN into the intervention, with average values of 3.69 L and 4.06 L.

When looking at the different intervention groups, we have also observed that there was a significant increase in the mean value of PEF over time when both treatments (G3) (p-value = 0.041) were applied. Differences appeared between PREINT and POSTINT, with mean values of 3.35 L and 3.84 L, respectively, and between PREINT and 5MIN with means of 3.35 L and 3.90 L. Having no significant difference between the means of POSTINT and 5MIN.

We have also observed that when segmenting by gender, sport activity (hours / week) and intensity of the sport activity, there was a significant increase in the mean value of PEF when applying both techniques (G3), in the group of women (p -value = 0.041) and those who were not engaged in sport (p-value = 0.026) compared to men.

The G3 technique, conducted in healthy subjects, produced a significant increase in PEF, but only when all groups were studied together. The differences appeared between PREINT and POSTINT and between POSTINT and when 5MIN had pass.

Respiratory parameters, FVC and FEV, in healthy subjects, have not been influenced by the implementation of any of the three study skills. It has been found that the application of the three intervention techniques, compared to the control group, did not produce any statistically significant effect on the spirometric values.

And finally, we have observed that the effects of the application of the muscle stretching of the diaphragm technique, the impulse rotation of cervical C₃-C₄ technique and the combined use of both techniques in healthy subjects are not influenced by measured variables (age, gender, weight, height, BMI, sport activity and intensity of the sport activity).

IX. ANEXOS

ANEXO 1

INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Dña. M^a Isabel Rocha Ortiz, fisioterapeuta e investigadora del estudio informa que:

El estudio en el que usted va a participar consiste en **realizar un tratamiento para evaluar la mejora de la capacidad respiratoria** y de esta forma, poder contribuir a favorecer el estado de salud de las personas. Este estudio nos permitirá enlazar la evidencia científica con la práctica clínica, contribuyendo a que los tratamientos que se apliquen para mejorar el estado de salud, estén sustentadas científicamente y permitan al profesional actuar correctamente en la toma de decisiones y su posterior intervención.

Las pruebas a realizar, son sencillas, y en ningún caso suponen dificultad, cansancio, peligro, lesión, dolor o reacción adversa. Serán realizadas en la sala de prácticas de Fisioterapia de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Elche, especialmente preparada para la ocasión y en óptimas condiciones de seguridad e higiene y utilizando siempre material homologado. Serán llevadas a cabo por Fisioterapeutas colegiados en el Ilustre Colegio de Fisioterapeutas de la Comunidad Valenciana.

Se recogerán datos generales del sujeto (nombre, edad, sexo, variables físicas e historial clínico), el sujeto deberá ir vestido con ropa cómoda el día que sea citado por el investigador, previo aviso. Los datos personales recogidos en este estudio serán tratados confidencialmente, aplicándose la legislación vigente sobre protección de datos de carácter personal (Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre) y cualquier otra que resultara aplicable.

ANEXO 2**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

D./Dña.con

D.N.I. nº.....libre y voluntariamente DECLARO:

Que he leído la información contenida en el presente documento sobre la información general del estudio.

Que se me ha informado que todas las pruebas son sencillas de realizar, en un máximo de tiempo del día que me indiquen y no producen efectos perjudiciales en la salud, que se realizarán en instalaciones apropiadas y que serán llevadas a cabo por personal cualificado y especializado.

Se me ha informado también que, los datos personales recogidos en este estudio serán tratados confidencialmente, aplicándose la legislación vigente sobre protección de datos de carácter personal (Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre) y cualquier otra que resultara aplicable.

Que por tanto, doy mi consentimiento y autorizo a Dña. M^a Isabel Rocha Ortiz, para que realice el estudio detallado en el presente documento con la ayuda del personal que sea necesario con la debida cualificación y especialización.

En Elche, adede 2014

Firma

D./Dña.....

ANEXO 3

FICHA DE DATOS PERSONALES

Nombre:

Edad (años):

Género: Hombre Mujer

Grado universitario: Curso: Grupo:

Dirección habitual:

Calle

Escalera..... Planta..... Puerta

Código postal:

Población:

Provincia:

Teléfono 1:

Teléfono 2:

Horario preferente para la prueba: Mañana Tarde**Por favor, conteste el siguiente cuestionario:**

PREGUNTAS	SI	NO
¿Presenta alguna enfermedad respiratoria importante?		
¿Ha tenido alguna infección respiratoria en los últimos 3 meses? <input type="checkbox"/> Catarro <input type="checkbox"/> Sinusitis <input type="checkbox"/> Gripe <input type="checkbox"/> Alergias		
¿Ha sufrido fracturas en las costillas?		
¿Padece alguna deformidad en su cuerpo?		
¿Presenta alteraciones en el sistema digestivo (problemas digestivos, náuseas...)? <input type="checkbox"/> En estos momentos <input type="checkbox"/> En los últimos 3 meses		
¿Padece o ha padecido de problemas hepáticos (hígado graso, hepatitis.)		
¿Ha sufrido o sufre problemas de corazón?		
¿Tiene la tensión arterial alta?		

¿Padece o ha padecido problemas abdominales?		
¿Presenta alguna cicatriz quirúrgica? <input type="checkbox"/> En el tórax <input type="checkbox"/> En el cuello <input type="checkbox"/> En el abdomen		
¿Ha padecido o padece un cáncer?		
Actualmente ¿Presenta algún tipo de dolor?		
¿Está tomando algún tipo de anestésico local?		
¿Está usted embarazada?		
¿Presenta algún desequilibrio psicológico diagnosticado?		
Consumo de tabaco: <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Fumador actual <input type="checkbox"/> Ex fumador		
¿Ha fumado (cualquier tipo de cigarro), en las últimas dos horas? <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> De 1-3		
¿Conoce las técnicas de fisioterapia respiratoria?		
¿Realiza ejercicio físico? <input type="checkbox"/> Nada; <input type="checkbox"/> 1-5 horas semanales; <input type="checkbox"/> más de 5 horas semanales En caso afirmativo, indica el tipo más frecuente: <input type="checkbox"/> Caminar <input type="checkbox"/> Correr <input type="checkbox"/> Bicicleta <input type="checkbox"/> Tenis <input type="checkbox"/> Baloncesto <input type="checkbox"/> Voleibol <input type="checkbox"/> Balonmano <input type="checkbox"/> Fútbol <input type="checkbox"/> Artes marciales <input type="checkbox"/> Otros ¿A qué intensidad? <input type="checkbox"/> Leve <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Intensa		

ANEXO 4**FICHA A RELLENAR POR EL EVALUADOR**

El evaluador rellenará correctamente la siguiente ficha en la sala de evaluación del estudio.

DATOS DEL SUJETO

- NOMBRE Y APELLIDOS:
- EDAD:
- GÉNERO:

PESO	Kilogramos (kg)
TALLA	Metros (m)
IMC	Kilogramos/metros cuadrados ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)
CONTORNO DE TÓRAX	Centímetros (cm)

ANEXO 4**AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

La COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ÉTICA de la Universidad CEU Cardenal Herrera, con domicilio en el Edificio Seminario, s/n, 46.113 – Moncada (Valencia)

INFORMA

La viabilidad del Proyecto de Investigación cuyo título es “Análisis, evaluación y comparación de los valores espirométricos tras la aplicación de la técnica de estiramiento muscular del diafragma y la técnica de impulso en rotación del nivel cervical de C₃-C₄.”, siendo la Investigadora Principal **D^a. M^a Teresa Pérez Gracia**, del Departamento de Farmacia.

Y para que conste donde convenga y proceda, y a petición de la interesada, expido la presente, en Moncada a 21 de noviembre de dos mil trece.



Fdo.: D. Iñaki Bilbao Estrada.
Presidente de la Comisión de Investigación y Ética CEU-UCH.

X. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Demet GV. Estudio de la relación entre pruebas funcionales respiratorias y movilidad toraco-abdominal.[Tesis Doctoral].Granada: Editorial de la Universidad de Granada; 2009.
- (2) Kendall FP, Mac Creary EK, Provance PG. Músculos: pruebas funcionales, postura y dolor. 5ª ed. Madrid: Marbán; 2007.
- (3) Souchard PE. RPG. Principios de la reeducación postural global. 1ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.
- (4) American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:518-624.
- (5) Platzer W. Atlas de Anatomía. Tomo 1. Aparato Locomotor. 7ª ed. Barcelona: Omega; 2003: 102-5.
- (6) Sobotta . Atlas de anatomía humana. Tomo 2: Tronco, abdomen y miembro inferior. 21ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2004.
- (7) Latarjet M, Liard AR. Aparato Respiratorio. En: Latarjet M, Liard AR, editores. Anatomía humana. Tomo 2. 1ª ed. Médica Panamericana; 2004.p.1219-1361.
- (8) Roulrier G. La práctica de la osteopatía. Principios, técnicas e indicaciones terapéuticas. Madrid: EDAF; 1995.
- (9) Schumpelick V, Steinau G, Schlüper I, Prescher A. Surgical embryology and anatomy of the diaphragm with surgical applications. *Surg Clin North Am.* 2000;80(1):213-239.
- (10) Shields TW. Embryology and anatomy of the diaphragm. *General Thoracic Surgery.* 4ª ed. Malvern, PA: Williams and Wilkins 1994:41-56.
- (11) Shannon R. Reflexes from respiratory muscles and costovertebral joints. *Am Physiology Society;* 1986.
- (12) Yamaguchi M, Deguchi M, Wakasugi J, Ono S, Takai N, Higashi T, et al. Hand-held monitor of sympathetic nervous system using salivary amylase activity and its validation by driver fatigue assessment. *Biosensors and Bioelectronics* 2006; 21(7):1007-1014.
- (13) Marini JJ, Capps J, Culver B. The inspiratory work of breathing during assisted mechanical ventilation. *Eur J Respir Dis.* 1985; 87(5):612-618.
- (14) Marini JJ, Smith TC, Lamb VJ. External work output and force generation during synchronized intermittent mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis.* 1988; 138(5):1169-1179.
- (15) Thews G, Vaupel P, Biederman-Thorson MA. Autonomic functions in human physiology. Springer-Verlag. New York; 1985.

- (16) Latarjet M, Ruiz Liard A. El diafragma. En: Latarjet M, Ruiz Liard A, et al, editores. Anatomía humana. 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 1999. p. 988-999.
- (17) Scherrer U, Pryor S, Bertocci L, Victor R. Arterial baroreflex buffering of sympathetic activation during exercise-induced elevations in arterial pressure. *J Clin Invest.* 1990;86(6):1855.
- (18) Pérez Casas A, Bengoechea ME. Anatomía funcional del Aparato Locomotor. Oviedo: Gráficas Summa; Gaceta Sanitaria 1987:50-85.
- (19) Guyton AC, Hall JE. Mecánica de la ventilación pulmonar. En: Guyton AC, Hall JE, et al, editores. Tratado de Fisiología Médica. 10ª ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana; 2001. p.465.
- (20) Guyton AC, Hall JE. Regulation of respiration. Textbook of medical physiology. Philadelphia, PA: WB Saunders; 1996:525-535.
- (21) Iturri JG. Función de los músculos respiratorios en la EPOC. *Arch Bronconeumol.* 2000; 36(5):275-285.
- (22) Gea J, Orozco-Levi M, Barreiro E. Particularidades fisiopatológicas de las alteraciones musculares en el paciente con EPOC. *Nutrición Hospitalaria.* 2006;21(2):62-68.
- (23) Maritza G, Edna Z, Carolina S, Bertty F. Espirometría como estudio complementario en medicina familiar. *Médico de familia.* 2011;19(1):18-22.
- (24) Hutchinson J. On the capacity of the lungs, and on the respiratory functions, with a view of establishing a precise and easy method of detecting disease by the spirometer. *Medico-chirurgical transactions.* 1846; 29(1):137.
- (25) Speizer FE. John Hutchinson, 1811–1861: the first respiratory disease epidemiologist. *Epidemiology.* 2011; 22(3):1-9.
- (26) Tiffeneau R; Drutel P. Volumetric quotient in the study of pulmonary ventilation. *Revue de la tuberculose.* 1949;14(7-8):707-715.
- (27) Joseph LA Jr. Utilidad clínica de las pruebas de función pulmonar. *Clin Med Norteam.* 1979;2:355-76.
- (28) Crapo RO. Spirometry: quality control and reproducibility criteria. *Am Rev Respir Dis.* 1991; 143(6):1212-1213.
- (29) Roca J, Sanchis J, Agusti-Vidal A, Segarra F, Navajas D, Rodriguez-Roisin R, et al. Spirometric reference values from a Mediterranean population. *Bull Eur Physiopathol Respir.* 1986 May-Jun; 22(3):217-224.

- (30) Godoy Dd, Bringhenti RL, Severa A, Gasperi R, Poli LV. Ioga versus atividade aeróbia: efeitos sobre provas espirométricas e pressão inspiratória máxima. *J Bras neumol.* 2006;32(2):130-135.
- (31) Van der Schans C, Prasad A, Main E. Chest physiotherapy compared to no chest physiotherapy for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2000;2.
- (32) Deutschman CS, Neligan PJ. *Evidence-Based Practice of Critical Care: Expert Consult.* Elsevier Health Sciences. 2010.
- (33) Meneses Terry M, Mercedes R. Programa de rehabilitación respiratoria en pacientes asmáticos: repercusión sobre las pruebas funcionales respiratorias. *Rev Cub Med.* 1999;38(3):178-182.
- (34) Meneses Terry M, Mercedes R. Tolerancia al ejercicio en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica después de un programa de rehabilitación respiratoria. *Rev Cubana Med.* 1999;38(4):269-275.
- (35) Girodo M, Ekstrand KA, Metivier GJ. Deep diaphragmatic breathing: rehabilitation exercises for the asthmatic patient. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73(8):717-720.
- (36) Miralles Alonso L, Otin Llop R, Rojo Rodes J. Factores psicológicos que afectan al estado físico. *Medicina-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado.* 2003;8(105):5654-5664.
- (37) Piqueras JA, Ramos V, Martínez AE, Oblitas LA. Emociones negativas y su impacto en la salud mental y física. *Rev Suma Psicolgy.* 2009;16(2):85-112.
- (38) Brotons Cuixart C. Medicina basada en la evidencia: un reto para el siglo XXI. *Med Clín (Barc).* 1998;111:552-557.
- (39) Rosenberg W, Donald A. Evidence based medicine: an approach to clinical problem-solving. *Br Med J.* 1995;1122-1126.
- (40) Evidence-Based Medicine Working Group. Evidence-based medicine. A new approach to teaching the practice of medicine. [*JAMA*]. 1992;268(17):2420-2425.
- (41) Levine RJ. The need to revise the Declaration of Helsinki. *N Engl J Med.* 1999 Aug; 12(7):531-534.
- (42) Fernández Garrote LM, Llanes Fernández L, Llanes Llanes E. Reflexiones sobre la ética en la investigación clínica y epidemiológica. *Rev Cuba Salud Pública* 2004;30(3):1-4.
- (43) González Pérez U. Ubicación de la ética, la bioética y la ética médica en el campo del conocimiento. *Rev Cuba de Salud Pública.* 2002;28(3):0-0.
- (44) Barthe J. Conférence de Consensus en Kinésithérapie respiratoire: Place respective des différentes techniques non instrumentales de désencombrement bronchique (à l'exclusion des voies aériennes supérieures): Justifications cliniques, paracliniques et

expérimentales du bien-fondé de l'accélération du flux expiratoire: Résultats. Cahiers de kinésithérapie. 1998;192(4):23-34.

(45) González BV, González OP, Martínez MA. Neumonías de repetición y fisioterapia respiratoria: a propósito de un caso clínico. Rev Fisioterapia. 2009;31(1):32-35.

(46) Walsh BK, Hood K, Merritt G. Pediatric airway maintenance and clearance in the acute care setting: How to stay out of trouble. Respir Care. 2011 Sep;56(9):1424-40; discussion 1440-4.

(47) Martínez RC, Roldán JR, Gallut AM, Catalán MR. Estudio histórico sobre la conformación de la Fisioterapia española en la segunda mitad del siglo XX a través de los acontecimientos más relevantes. Cuestiones de fisioterapia: revista universitaria de información e investigación en Fisioterapia. Madrid. 2009;38(2):101-117.

(48) Cruz MR. Bronquitis crónica. Aparato Respiratorio, fisiología y Clínica. 4ª ed. Santiago: Publicaciones Técnicas Mediterráneo; 1999. p. 234-236.

(49) Darbee JC, Ohtake PJ, Grant BJ, Cerny FJ. Physiologic evidence for the efficacy of positive expiratory pressure as an airway clearance technique in patients with cystic fibrosis. Phys Ther. 2004 Jun;84(6):524-537.

(50) Veronezi J, Vercelino R, Madruga C, Borba K, Kaminski P, Marostica PJC. Cystic fibrosis: comparison between Conventional Chest Physical Therapy and Positive Expiratory Pressure in hospitalized patients. Rev Ciencias Med. 2012;14(6).

(51) Webber B, Hofmeyr J, Morgan M, Hodson M. Effects of postural drainage, incorporating the forced expiration technique, on pulmonary function in cystic fibrosis. Br J Dis Chest. 1986;80(4):353-359.

(52) Guerra JF, Jiménez JG, Sánchez FM. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Tratamiento de la fase estable. Manual de diagnóstico y terapéutica en Neumología. Ergon. Madrid. 2006:279-290.

(53) Antonello M, Delplanque D, Consuegra FP. Fisioterapia respiratoria: del diagnóstico al proyecto terapéutico. Elsevier. España; 2002.

(54) Sarmiento GV, Tirado RM, Villegas PR, Márquez CS, Briones PE. Rehabilitación respiratoria: aproximación a la situación en España. Rehabilitación. 2005;39(3):128-133.

(55) Ríos A, Manuel RJ, José GP, Antonio CP, Balsalobre M, Parrilla P. Valoración espirométrica de la afectación respiratoria en el bocio multinodular asintomático con componente intratorácico. Arch Bronconeumol. 2008;44(9):504-506.

(56) Ríos G, Moreno LC, Ruiz BR, Bailón MR. Análisis temático de la disciplina de Fisioterapia en la Web of Science. Fisioterapia. Madrid. 2010;32(4):159-164.

(57) Martín TF, Rodríguez NA, Martín JM. Bronquiolitis aguda: evaluación del tratamiento basada en la evidencia. An Pediatr. 2001; 55(4): 345-354.

- (58) Hurst JR, Wedzicha JA. Chronic obstructive pulmonary disease: the clinical management of an acute exacerbation. *Postgrad Med J*. 2004 Sep;80(947):497-505.
- (59) Saunders WB. Evidence-based medicine. In *Seminars in perinatology* . Elsevier. 1997; 21(1): 3-5.
- (60) Choi B, Granero R, Pak A. Catálogo de sesgos o errores en cuestionarios sobre salud. *Rev Costar de Salud Pública*. 2010;19(2):106-118.
- (61) Salas T, Rubies C, Gallego C, Muñoz P, Burgos F, Escarrabill J. Requerimientos técnicos de los espirómetros en la estrategia para garantizar el acceso a una espirometría de calidad. *Arch de Bronconeumol*. 2011;47(9):466-469.
- (62) González de Dios J, Ochoa SC. Conferencia de Consenso sobre bronquiolitis aguda (I): metodología y recomendaciones. En: *An Pediatr*. Elsevier Doyma; 2010. p. 221-233.
- (63) Van der Schans C. Conventional chest physical therapy for obstructive lung disease. *Respir Care*. 2007 Sep; 52(9):1198-206.
- (64) Demet GV, González L, Juste M. Técnicas de fisioterapia respiratoria. *Manual de Fisioterapia respiratoria y cardiaca*. Madrid; 2005. p. 75-129.
- (65) Van der Schans C, Prasad A, Main E. Fisioterapia torácica comparada con ausencia de fisioterapia torácica para la fibrosis quística (Revisión Cochrane traducida). En: *La Cochrane Library plus en español*, número 4, 2004. Oxford, Update Software Ltd.
- (66) Hall J, Harris J, Tarala R, Tapper J, Chnstiansen K. Incentive spirometry versus routine chest physiotherapy for prevention of pulmonary complications after abdominal surgery. *The lancet*. 1991;337(8747):953-956.
- (67) El-Hachem N. L'augmentation du flux expiratoire par des pressions manuelles thoraciques et son action sur la clairance muco-ciliaire chez le nourrisson: Revue de la littérature. *Cahiers de kinésithérapie*. 1999;197(3):1-12.
- (68) Prior JA. Técnica de espiración forzada. En: Pryor JA. *Cuidados respiratorios*. Barcelona: Masson; 1993. p.75-95.***vol
- (69) Bernabeu LM. Eficacia de la fisioterapia respiratoria combinada con la ventilacion percusiva intrapulmonar en la bronquiectasia estable del adulto. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología)*. 2009; 1(2).
- (70) Main E, Prasad A, Van der Schans C. Fisioterapia torácica convencional comparada con otras técnicas de eliminación de las secreciones de las vías respiratorias para la fibrosis quística. *Biblioteca Cochrane Plus*. 2006(2).
- (71) Díaz Novás J, Gallego Machado B, León González A. El diagnóstico médico: bases y procedimientos. *Rev Cub de Medicin General Integral* 2006;22(1):5-10.

- (72) Braunwald E, Fauci A, Kasper D. Harrison Principios de Medicina Interna Volumen 1 y 2. 15ta ed. México DF. 2002.
- (73) Brosseau R, Université de Montréal. Section de physiothérapie. PHT-3315, kinésithérapie 3. Tome 2. Évaluation et traitement physiothérapique des affections respiratoires: pratique.[Montréal]: Université de Montréal, 2000-2001.
- (74) Giménez M, Piera ES, Vergara P. Prevención y rehabilitación en patología respiratoria crónica: fisioterapia, entrenamiento y cuidados respiratorios. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2001.
- (75) Chamorro G. La tos. In: Chamorro G, Reyes H., editors. Síntomas y signos cardiorespiratorios. 2ª ed. Santiago, Chile: Mediterráneo; 1999. p. 115-116.
- (76) Cano R, Useros AI, Muñoz HE. Eficacia de los programas de educación terapéutica y de rehabilitación respiratoria en el paciente con asma. Arch de Bronconeumol. 2010;46(11):600-606.
- (77) Postiaux G. Principales técnicas de fisioterapia de limpieza broncopulmonar en pediatría. Fisioterapia respiratoria en el niño. 1ª ed. España: McGraw Hill-Interamericana; 2001. p. 139-241.
- (78) Davidson AGF, Wong LTK, Pirie GE, McIlwaine PM. Long-term comparative trial of conventional percussion and drainage physiotherapy versus autogenic drainage in cystic fibrosis [abstract]. Pediatric Pulmonology.1992:235.
- (79) McIlwaine PM, Wong LT, Peacock D, Davidson AGF. Long-term comparative trial of conventional postural drainage and percussion versus positive expiratory pressure physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. J Pediatr 1997;131(4):570-574.
- (80) Donoso A, Cruces P. Daño pulmonar inducido por ventilación mecánica y estrategia ventilatoria convencional protectora. Rev chilena pediatr. 2007; 78(3):241-252.
- (81) Perrotta C, Ortiz Z. Fisioterapia respiratoria para la bronquiolitis aguda en pacientes pediátricos de hasta 24 meses de vida. Revisión Cochrane. 2006;3:1-12.
- (82) Vilaró J, Gimeno E, Balana A, Hernando C. Noves propostes terapèutiques en fisioteràpia de les malalties respiratòries infantils. Pediatr Catalan. 2007;67:278-284.
- (83) Wong WP, Paratz JD, Wilson K, Burns YR. Hemodynamic and ventilatory effects of manual respiratory physiotherapy techniques of chest clapping, vibration, and shaking in an animal model. J Appl Physiol (1985).2003 Sep;95(3):991-998.
- (84) Valenza D, Gónzales L, Juste M. Técnicas de fisioterapia respiratoria. In: Valenza D, Gónzales L, Juste M., editors. Manual de fisioterapia respiratoria y cardiaca. 2ª ed. Madrid: Síntesis; 2006. p. 81-82.

- (85) Hasani A, Pavia D, Agnew JE, Clarke SW. Regional mucus transport following unproductive cough and forced expiration technique in patients with airways obstruction. *CHEST Journal*. 1994;105(5):1420-1425.
- (86) Hasani A, Pavia D, Agnew JE, Clarke SW. Regional lung clearance during cough and forced expiration technique (FET): effects of flow and viscoelasticity. *Thorax* 1994 Jun;49(6):557-561.
- (87) Sutton P, Parker RA, Webber BA. Assessment of the forced expiration technique, postural drainage and directed coughing in chest physiotherapy. *Eur J Respir Dis*. 1983;64 (26):62-8.
- (88) Sutton P, Cooper M, Pim J, Wallace L. Anxiety in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: The role of illness specific catastrophic thoughts. *Cognitive Therapy and Research*, 1999; 23(1): 573-585.
- (89) Comparison of positive expiratory pressure and autogenic drainage with conventional percussion and drainage therapy in the treatment of cystic fibrosis. *Proceedings of the 17th European cystic fibrosis conference*; 1988.
- (90) Fink JB. Forced expiratory technique, directed cough, and autogenic drainage. *Respir Care*. 2007 Sep;52(9):1210-21; discussion 1221-3.
- (91) Singer M, Vermaat J, Hall G, Latter G, Patel M. Hemodynamic effects of manual hyperinflation in critically ill mechanically ventilated patients. *CHEST Journal*. 1994;106(4):1182-1187.
- (92) Aitkenhead A, Taylor S, Hunt P, Achola K, Smith G. Effects of respiratory therapy on plasma catecholamines. *Rev Anesthesiology*. 1984;61(3):44.
- (93) Weissman C, Kemper M, Damask M, Askanazi J, Hyman A, Kinney J. Effect of routine intensive care interactions on metabolic rate. *CHEST Journal*. 1984;86(6):815-818.
- (94) Weissman C, Kemper M, Harding J. Response of critically ill patients to increased oxygen demand: hemodynamic subsets. *Crit Care Med*. 1994;22(11):1809-1816.
- (95) Klein P, Kemper M, Weissman C, Rosenbaum SH, Askanazi J, Hyman AI. Attenuation of the hemodynamic responses to chest physical therapy. *CHEST Journal*. 1988;93(1):38-42.
- (96) Harding J, Kemper M, Weissman C. Midazolam attenuates the metabolic and cardiopulmonary responses to an acute increase in oxygen demand. *CHEST Journal*. 1994;106(1):194-200.
- (97) Paratz J. Haemodynamic stability of the ventilated intensive care patient: a review. *Australian J of Physiotherapy*. 1992;38(3):167-172.
- (98) Jones AY, Hutchinson RC, Oh TE. Effects of bagging and percussion on total static compliance of the respiratory system. *Physiotherapy*. 1992;78(9):661-666.

- (99) Hammon WE, Connors AF, McCaffree D. Cardiac arrhythmias during postural drainage and chest percussion of critically ill patients. *CHEST Journal*. 1992;102(6):1836-1841.
- (100) Prasad SA, Main E. Finding evidence to support airway clearance techniques in cystic fibrosis. *Dis Rehab*. 1998;20(6-7):235-246.
- (101) Latarjet M, Ruiz Liard A. Caja torácica. *Anatomía Humana*. 1ª Tomo. 2 ed. Buenos Aires: Medica Panamericana; 1986. p. 1007-1008.
- (102) Anraku M, Shargall Y. Surgical conditions of the diaphragm: anatomy and physiology. *Thoracic surgery clinics*. 2009;19(4):419-429.
- (103) Bouchet A, Cuilleret J. Anatomía del abdomen. *Médica Panamericana* .1997:214-257.
- (104) Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiología médica*. 11ª ed. Madrid: Elsevier Saunders; 2006.
- (105) Latarjet M, Ruiz Liard A. Inserciones musculoesqueléticas del diafragma. *Anatomía Humana*. Tomo 2. 1ª ed. Buenos Aires: Medica Panamericana; 1986. p. 1008-1009.
- (106) Tapias-Vargas LF. Hernias diafragmáticas: desafío clínico y quirúrgico. *Rev Colomb Cir*. 2009;24(4):95-105.
- (107) Whitelaw W, McBride B, Amar J, Corbet K. Respiratory neuromuscular output during breath holding. *J Appl Physiol*. 1981;50(2):435-443.
- (108) Langman, J. *Medical embryology: human development, normal and abnormal*. Baltimore: Williams & Wilkins. 1975. p. 305-308.
- (109) Henríquez Pino J, Matamala Vargas F, Prates JC. Relación entre arteria torácica interna y nervios frénico y frénicos accesorios. *Rev chil anat*. 1994; 12(1):33-7.
- (110) Ricard F. El diafragma costal. *Tratado de Osteopatía Visceral y Medicina Interna*. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2008. p. 121-123.
- (111) Facy O, Cheynel N, Ortega Deballon P, Rat P. Tratamiento quirúrgico de las hernias diafragmáticas raras. *EMC-Técnicas Quirúrgicas-Aparato Digestivo*. 2012;28(2):1-5.
- (112) Baudoin Y, Hoch M, Protin X, Otton B, Ginon B, Voiglio E. The superior epigastric artery does not pass through Larrey's space (trigonum sternocostale). *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2003;25(3-4):259-262.
- (113) Aminoff M, Sears T. Spinal integration of segmental, cortical and breathing inputs to thoracic respiratory motoneurons. *J Physiol Lond*.1971;215(2):557-575.

- (114) Costa D, Vitti M, de Oliveira Tosello D, Costa RP. Participation of the sternocleidomastoid muscle on deep inspiration in man. An electromyographic study. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1994 Jul-Aug;34(5):315-320.
- (115) Tomich G, França D, Diório A, Britto R, Sampaio R, Parreira V. Breathing pattern, thoracoabdominal motion and muscular activity during three breathing exercises. *Braz J of Med and Biol Research* .2007;40(10):1409-1417.
- (116) Barton PM, Hayes KC. Neck flexor muscle strength, efficiency, and relaxation times in normal subjects and subjects with unilateral neck pain and headache. *Arch Phys Med Rehabil*.1996;77(7):680-687.
- (117) Maskill D, Murphy K, Mier A, Owen M, Guz A. Motor cortical representation of the diaphragm in man. *J Physiol*.1991 Nov;443:105-121.
- (118) Graham R, Jammes Y, Delpierre S, Grimaud C, Roussos C. The effects of ischemia, lactic acid and hypertonic sodium chloride on phrenic afferent discharge during spontaneous diaphragmatic contraction. *Neurosci Lett*.1986;67(3):257-262.
- (119) Corda M, Voneuler C, Lennerstrand G. Proprioceptive Innervation of the Diaphragm. *J Physiol*. 1965 May;178:161-177.
- (120) Latarjet M, Ruiz Liard A. Caja torácica. In: Latarjet M, Ruiz Liard A., editor. *Anatomía humana*. 1ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1986. p. 1014-1016.
- (121) Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus: Texto y atlas de anatomía. Tomo 2: Cuello y órganos internos 2ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2007.
- (122) Crausman RS, Summerhill EM, McCool FD. Idiopathic Diaphragmatic Paralysis: Bell's Palsy of the Diaphragm. 2009;187(3):153-157.
- (123) González JQ, Carbajo M, Rodríguez J, de Saracho JO, Dávila GG, Sanz RC. Parálisis diafragmática unilateral tratada con éxito mediante plicatura diafragmática. *Arch Bronconeumol*. 2001;37:401-403.
- (124) Kawashima S, Kohno T, Fujimori S, Yokomakura N, Ikeda T, Harano T, et al. Phrenic nerve reconstruction in complete video-assisted thoracic surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2014 Sep: 17.
- (125) Koezuka S, Hata Y, Sato F, Otsuka H, Makino T, Tochigi N, et al. Malignant peripheral nerve sheath tumor in the anterior mediastinum: A case report. *Molecular and clinical oncology*. 2014;2(6):987-990.
- (126) Boon AJ, Sekiguchi H, Harper CJ, Strommen JA, Ghahfarokhi LS, Watson JC, et al. Sensitivity and specificity of diagnostic ultrasound in the diagnosis of phrenic neuropathy. *Neurology*. 2014 Sep 30;83(14):1264-1270.
- (127) Patel AS, O'Donnell C, Parker MJ, Roberts DH. Diaphragm paralysis definitively diagnosed by ultrasonography and postural dependence of dynamic lung volumes after seven decades of dysfunction. *Arch Bronconeumol*. 2007;185(1):15-20.

- (128) Heaton N, Garrett J, Howard E. The enteric nervous system: structure and pathology. Autonomic failure: a textbook of clinical disorders of the autonomic nervous system. 2^a ed. Oxford: Oxford University Press. 1988;238:63.
- (129) Mawe GM, Gershon MD. Structure, afferent innervation, and transmitter content of ganglia of the guinea pig gallbladder: relationship to the enteric nervous system. *J Comp Neurol.* 1989;283(3):374-390.
- (130) Bonica JJ. Autonomic innervation of the viscera in relation to nerve block. *Anesthesiology.* 1968;29(4):793-813.
- (131) Goldstein DS, Robertson D, Esler M, Straus SE, Eisenhofer G. Dysautonomias: clinical disorders of the autonomic nervous system. *Ann Intern Med.* 2002;137(9):753-763.
- (132) Schneider RC, Calhoun HD, Crosby EC. Vertigo and rotational movement in cortical and subcortical lesions. *J Neurol Scien.* 1968;6(3):493-516.
- (133) Gaskell WH. On the Structure, Distribution and Function of the Nerves which innervate the Visceral and Vascular Systems. *J Physiol.* 1886 Jan;7(1):1-80.9.
- (134) Langley J. The autonomic nervous system. *Brain* 1903;26(1):1-26.
- (135) Vaupel P, Kallinowski F. Physiological effects of hyperthermia. *Hyperthermia and the Therapy of Malignant Tumors: Springer;* 1987. p. 71-109.
- (136) Guyton AC. Sistema nervioso autónomo-médula suprarrenal. In: Guyton AC, editor. *Tratado de fisiología médica.* 8^a ed. Madrid: Interamericana- Mc Graw-Hill; 1993. p. 699-711.
- (137) Tortora GH, Derrickson RL. Sistema Nervio Autónomo. In: Tortora H, Derrickson RL, editores. *Principios de Anatomía y Fisiología.* 6^a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2006. p. 581-603.
- (138) Latarjet M, Ruiz Liard A. Arterias de la gran circulación. En: Latarjet M, Ruiz Liard A, editores. *Anatomía humana.* 1^a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1986. p. 1095-1158.
- (139) Gosling J, Humpherson JR, Whitmore I, Willan PLT, Harris PF. *Anatomía humana. Texto y atlas a color.* 2^o ed. Madrid: Mosby/Doyma; 1994.
- (140) Rouvière H. *Anatomía humana. Descriptiva, topográfica y funcional.* Tomo 1. 9^a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2005.
- (141) Paoletti S. *Fascias: el papel de los tejidos en la mecánica humana.* 1^a ed. Barcelona: Paidotribo; 2004.
- (142) Tortora G, Reynolds S. Aparato respiratorio. In: Tortora G, editor. *Principios de anatomía y fisiología.* 13^a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2013. p. 929-936.

- (143) Rouvière H. Anatomía del tronco. Tomo 3. Anatomía humana. 9ª ed. Barcelona: Masson; 1978. p. 110-115.
- (144) Lippert H editor. Anatomía: Estructura y morfología del cuerpo humano. 4ª ed. Madrid: Marbán; 2003.
- (145) Tortora GH, Derrickson RL. Aparato cardiovascular: el corazón. In: Tortora GH, Derrickson RL, editores. Principios de anatomía y fisiología. 13ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2013. p. 758-766.
- (146) Ricci K, Daniel V, Sai-Sudhakar C, Higgins R. Bovine Pericardium Diaphragm Repair of Diaphragmatic Hernia After LVAD Explantation and Heart Transplantation. *Am J of Transpl.* 2014;14(8):1941-1943.
- (147) Rochester DF. The diaphragm: contractile properties and fatigue. *J Clin Invest.* 1985 May;75(5):1397-1402.
- (148) Similowski T, Yan S, Gauthier AP, Macklem PT, Bellemare F. Contractile properties of the human diaphragm during chronic hyperinflation. *N Engl J Med.* 1991;325(13):917-923.
- (149) Latarjet M, Ruiz Liard A. Aparato digestivo. In: Latarjet M, Ruiz Liard A., editor. Anatomía humana. 1ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1986. p. 1452-1460.
- (150) Schunke M, Schulte E, Schumacher U. Tórax: Esófago. En: Schunke M, Schulte E, Schumacher U, et al, editores. Prometheus. Texto y atlas de anatomía. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2007. p. 70-74.
- (151) Latarjet M, Ruiz Liard A. Aparato digestivo abdominopelviano. En: Latarjet M, Ruiz Liard A, editor. Anatomía humana. 1ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1983. p. 1497-1500.
- (152) Schunke M, Schulte E, Schumacher U. Abdomen y pelvis. Estómago. In: Schunke M, Schulte E, Schumacher U., editors. Prometheus. Texto y atlas de anatomía. Cuello y órganos internos. Tomo 2. 1º ed. Madrid: Médica Panamericana; 2006. p. 182-186.
- (153) Weston AP. Hiatal hernia with cameron ulcers and erosions. *Gastrointestinal endoscopy clinics of North America.* 1996; 6(4): 671-679.
- (154) Angelchik JP, Cohen R. A new surgical procedure for the treatment of gastroesophageal reflux and hiatal hernia. *SurG Gynecol Obstetrics.* 1979; 148(2): 246-248.
- (155) Bucarey S, Álvarez L. Metodología de construcción de objetos de aprendizaje para la enseñanza del hígado humano. *Taller Internacional de Software Educativos* 2004:42-48.
- (156) Casanova D, Figueras J, Pardo F. Guía clínica de la Asociación Española de Cirujanos: Cirugía hepática. Fundamentos de las resecciones hepáticas [Internet]. 2013[citado 2013-ago-28].

- (157) Bustíos C, Dávalos M, Román R, Zumaeta E. Características epidemiológicas y clínicas de la cirrosis hepática en la Unidad de Hígado del HNERM Es-Salud. *Rev Gastroenterol del Perú*. 2007;27(3):238-245.
- (158) Dean MN, Motta PJ. Anatomy and functional morphology of the feeding apparatus of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Batoidea). *J Morphol*. 2004;262(1):462-483.
- (159) Marks I. Classification of pancreatitis. *Disorders of the pancreas*. Burns and Bank Eds. New York. Interamericana McGraw-Hill 1992:19-26.
- (160) Moore KL, Dalley AF, Agur AM. Anatomía con orientación clínica. : Ed. Medica Panamericana; 2007.
- (161) Dalens B, Vanneuville G, Tanguy A. Comparison of the fascia iliaca compartment block with the 3-in-1 block in children. *Anesthesia & Analgesia* 1989;69(6):705-713.
- (162) Lippert H. Vísceras torácicas: Mediastino. In: Lippert H, editor. Anatomía. Estructura y morfología del cuerpo humano. 4ª ed. Madrid: Marban; 2003. p. 183-186.
- (163) Souchard P. El diafragma y la respiración. *Reeducación postural global; monográfico* (1):73-82.
- (164) Moore KL. Introducción a la anatomía clínica. In: Moore KL, editor. Compendio de anatomía con orientación clínica. 1ª ed. Barcelona: Masson; 2001. p. 20-24.
- (165) García Herrera CL. Comportamiento mecánico de la aorta ascendente: caracterización experimental y simulación numérica. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; Julio 2008.
- (166) Tortora GJ. El aparato circulatorio: vasos sanguíneos y hemodinamia. In: Tortora GJ, editor. Principios de anatomía y fisiología. 13ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2013. p. 828-863.
- (167) Greenberg R, Resch T, Nyman U, Lindh M, Brunkwall J, Brunkwall P, et al. Endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms: an early experience with intermediate-term follow-up. *J Vasculy Surgery*. 2000;31(1):147-156.
- (168) Chiesa R, Melissano G, Bertoglio L, Campos Moraes Amato A, Tshomba Y, Civilini E, et al. The risk of spinal cord ischemia during thoracic aorta endografting. *Acta Chir Belg* 2008;108(5):492-502.
- (169) Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Vasos sanguíneos. En: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, et al, editores. Prometheus. Texto y atlas de anatomía. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2006. p. 262-292.
- (170) Guyton A. Tratado de fisiología médica. 10ª ed. Madrid: McGraw-Hill; 2001.
- (171) Wilmore JH, Costill DL. Fisiología del esfuerzo y del deporte. : Editorial Paidotribo; 2004.

- (172) Casadevall C, Coronell C, Minguella J, Blanco L, Orozco-Levi M, Barreiro E, et al. Análisis estructural y expresión de los factores de necrosis tumoral y crecimiento insulina-like en los músculos respiratorios de pacientes con EPOC. ¿ Son válidas las muestras obtenidas en el curso de una toracotomía por neoplasia pulmonar localizada? Arch Bronconeumol. 2004;40(5):209-217.
- (173) Lobato DS, Alises MS. Análisis de las publicaciones sobre la EPOC en Archivos de Bronconeumología 2 años después de la designación del Año EPOC. Arch Bronconeumol. 2004;40(12):575-579.
- (174) Güell MR, Díaz LS, Rodríguez TG, Morante VF, et al. Rehabilitación respiratoria. Arch Bronconeumol. 2014;20(3):1-5.
- (175) Gutiérrez FJA, Cohen VSB, Maldonado FC, Bueno MVC, Costa LME, Guerra JF, et al. Documento de consenso sobre espirometría en Andalucía. Rev Neumosur. 2009;21(2):116-132.
- (176) Travis WD, Brambilla E, Noguchi M, Nicholson AG, Geisinger K, Yatabe Y, et al. International Association for the Study of Lung Cancer/American Thoracic Society/European Respiratory Society: international multidisciplinary classification of lung adenocarcinoma: executive summary. Am Thoracic Society. 2011;8(5):381-385.
- (177) Aliverti A, Ghidoli G, Dellaca RL, Pedotti A, Macklem PT. Chest wall kinematic determinants of diaphragm length by optoelectronic plethysmography and ultrasonography. J Appl Physiol (1985). 2003 Feb;94(2):621-630.
- (178) Wang H, Lu T, Liing R, Shih TT, Chen S, Lin K. Relationship between chest wall motion and diaphragmatic excursion in healthy adults in supine position. J Formosan Med Assoc. 2009;108(7):577-586.
- (179) Hodges PW, Butler JE, McKenzie DK, Gandevia SC. Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. J Physiol .1997;505 (2):539-548.
- (180) Mueller G, Morlock MM, Vollmer M, Honl M, Hille E, Schneider E. Intramuscular Pressure in the Erector Spinae and Intra-abdominal Pressure Related to Posture and Load. Spine 1998;23(23):2580-2590.
- (181) Ferragut R. Ventilación mecánica controlada y asistida-controlada. En Anales de Pediatría. Elsevier Doyma. 2003. p. 82-85.
- (182) Baptista FA, Moral GJ, Del Pozo, Francisco JF. Manejo de la insuficiencia respiratoria aguda con ventilación mecánica no invasiva en urgencias y emergencias. Emergencias. 2009;21:189-202.
- (183) Guimarães GV, Belli JFC, Bacal F, Bocchi EA. Behavior of central and peripheral chemoreflexes in heart failure. Arch Bras Cardiolgy. 2011;96(2):161-167.
- (184) Aliverti A, Cala SJ, Duranti R, Ferrigno G, Kenyon CM, Pedotti A, et al. Human respiratory muscle actions and control during exercise. J Appl Physiol. 1997 Oct; 3(4):1256-1269.

- (185) Aliverti A, Iandelli I, Duranti R, Cala SJ, Kayser B, Kelly S, et al. Respiratory muscle dynamics and control during exercise with externally imposed expiratory flow limitation. *J Appl Physiol* (1985) 2002 May;92(5):1953-1963.
- (186) Trastornos del sistema nervioso autónomo. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2003; 8(102):5475-5483.
- (187) Arreola-Ramírez JL, Morales-Hernández PE, Falcón-Rodríguez CI, Segura-Medina P. Aspectos generales de la innervación pulmonar. *Gaceta Médica de México*. 2013;149:502-508.
- (188) Blackshaw LA, Haupt J, Omari T, Dent J. Vagal and sympathetic influences on the ferret lower oesophageal sphincter. *J Auton Nerv Syst*. 1997;66(3):179-188.
- (189) Spina D, Matera GM, Riccio MM, Page CP. A comparison of sensory nerve function in human, guinea-pig, rabbit and marmoset airways. *Life Science*. 1998;63(18):1629-1642.
- (190) Udem BJ, Kajekar R, Hunter DD, Myers AC. Neural integration and allergic disease. *J Allergy Clin Immunol*. 2000;106(5):S213-S220.
- (191) Lee YL, Lin YC, Sigue TR, Hwang BF, Guo YL. Indoor and outdoor environmental exposures, parental atopy and physician-diagnosed asthma in taiwanese schoolchildren. *Pediatrics* 2003; 112(47): 389-393.
- (192) Correa Alfonso, R, Canals Rabaza PP, Mederos Curbelo, ON., Roselló Fina, J. R., Esperón R, Mustafá García LR. Reparación de hernias incisionales grandes con malla supraaponeurótica. *Rev Cuba de Cirugía*. 2002; 41(3):156-163.
- (193) West J. *Fisiología Respiratoria*. 5ª ed. Barcelona. Editorial Panamericana; 1996.
- (194) Roussos CS, Macklem P. Diaphragmatic fatigue in man. *J Appl Physiol*. 1977;43(2):189-197.
- (195) Kenyon CM, Cala SJ, Yan S, Aliverti A, Scano G, Duranti R, et al. Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. *J Appl Physiol* (1985) 1997 Oct;83(4):1242-1255.
- (196) Tortora GH, Derrickson RL. Sistema muscular: músculos del tórax que colaboran en la respiración. En: Tortora GH, Derrickson RL, et al, editores. *Principios de anatomía y fisiología*. 13ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2013. p. 393-395.
- (197) Pilat A. *Terapias miofasciales: Inducción miofascial*. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2003.
- (198) Denys-Struyf G. *El manual del mezierista*. 3ª ed: Editorial Paidotribo; 2005.
- (199) Ibanez J, Raurich J, Abizanda R, Claramonte R, Ibanez P, Bergada J. The effect of lateral positions on gas exchange in patients with unilateral lung disease during mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 1981;7(5):231-234.

- (200) Prokocimer P, Garbino J, Wolff M, Regnier B. Influence of posture on gas exchange in artificially ventilated patients with focal lung disease. *Intensive Care Med* 1983;9(2):69-72.
- (201) Badr M, Grossman J. Positional changes in gas exchange after unilateral pulmonary embolism. *CHEST J.* 1990;98(6):1514-1516.
- (202) Rivara D, Artucio H, Arcos J, Hiriart C. Positional hypoxemia during artificial ventilation. *Crit Care Med.* 1984;12(5):436-438.
- (203) Gillespie D, Rehder K. Body position and ventilation-perfusion relationships in unilateral pulmonary disease. *CHEST J.* 1987;91(1):75-79.
- (204) Busquet L. Las cadenas musculares. Tomo 2: Lordosis, cifosis, escoliosis y deformaciones torácicas. 7ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.
- (205) González Martínez MA. Modificaciones en la pulsometría, espirometría, confortabilidad respiratoria e inclinometría después de una manipulación osteopática de alta velocidad y corta amplitud del nivel cervical C₃-C₄. Tesis para la obtención del D.O: Escuela de Osteopatía de Madrid: 2005.
- (206) Pagán PE, Miralles BJ, Miguel GR, Sánchez HS, Marhuenda TJ, Richart BM. Influencia en los valores espirométricos del estiramiento de la cadena maestra anterior con la técnica reeducación postural global en futbolistas. *Información para los suscriptores.* 2009:191.
- (207) McConnell C. The diaphragm. *J Am Osteopath Assoc.* 1928;31:87-91.
- (208) Bellemare F, Woods J, Johansson R, Bigland-Ritchie B. Motor-unit discharge rates in maximal voluntary contractions of three human muscles. *J Neurophysiol.* 1983;50(6):1380-1392.
- (209) Mittal RK, Rochester DF, McCallum RW. Electrical and mechanical activity in the human lower esophageal sphincter during diaphragmatic contraction. *J Clin Invest.* 1988;81(4):1182.
- (210) Dent J, Dodds WJ, Friedman RH, Sekiguchi T, Hogan WJ, Arndorfer RC, et al. Mechanism of gastroesophageal reflux in recumbent asymptomatic human subjects. *J Clin Invest.* 1980 Feb;65(2):256-267.
- (211) Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. American thoracic society/European respiratory society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir.* 2006;173(12):1390-1413.
- (212) Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26(2):319-338.
- (213) Wanger J, Clausen J, Coates A, Pedersen O, Brusasco V, Burgos F, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J.* 2005;26(3):511.

- (214) Macarulla JM, Goñi FM. Bioquímica humana: curso básico: Reverté; 1994.
- (215) Tortora GH, Derrickson RL. Volúmenes y capacidades pulmonares. En: Tortora GH, Derrickson RL, et al, editores. Principios de anatomía y fisiología. 13ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2013. p. 941-950.
- (216) Bancalari M. Ventilación de alta frecuencia en el recién nacido: Un soporte respiratorio necesario. *Revi chil Pediatr.* 2003;74(5):475-486.
- (217) Vélez F, Cózar Bernal N, Sánchez P, Carmona SG, Zúñiga MC. *Rev Esp Patol Torac* 2013;25(4):263-268.
- (218) Sanchis J, Casan P, Castillo J, González N, Palenciano L, Roca J. Normativa para la práctica de la espirometría forzada. *Arch Bronconeumol.* 1989;25(132):42.
- (219) Roca J, Sanchis J, Agusti-Vidal A, Segarra F, Navajas D, Rodríguez-Roisin R, et al. Spirometric reference values from a Mediterranean population. *Bull Eur Physiopathol Respir.* 1986 May-Jun;22(3):217-224.
- (220) Kapandji AI. Fisiología articular. Tomo 3: Columna vertebral. 6º ed. Madrid: Médica Panamericana; 2007.
- (221) Botella JM. Evaluación y análisis de la influencia de la técnica de inhibición suboccipital y la gran maniobra abdominal en la estática postural: Estudio baropodométrico y estabilométrico. [Tesis Doctoral]. Universidad de Cádiz; 2011.
- (222) Greenman PE. Principios y práctica de la medicina manual. 3ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2006.
- (223) Solow B, Tallgren A. Dentoalveolar morphology in relation to craniocervical posture. *The Angle Orthodontics.* 1997; Jul 47(3): 157-64.
- (224) Solow B, Siersbaek-Nielsen S. Growth changes in head posture related to craniofacial development. *Am J of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1986 Feb; 89(2): 132-40.
- (225) Busquet L. Las cadena musculares. Tomo I: Tronco, columna cervical y miembros superiores. 8ª ed. Badalona: Paidotribo; 2006.
- (226) Orts F, editor. Anatomía Humana. 6ª ed. Barcelona: Científico-Técnica; 1986.
- (227) Amigues JP. Compendio de osteopatía. Teoría y práctica. 1ª ed: Mc Graw Hill Interamericana.
- (228) Rodríguez AJ, Mezones HE, Tolentino M, Puebla S, Orellana JJ, Cárcamo D, Mayta-Tristán P. Importancia de la enseñanza de la medicina basada en evidencias. *Gac Méd Caracas.* 2010; 118(3), 246-248.
- (229) Powers SK, Criswell D, Lawler J, Ji L, Martin D, Herb RA, et al. Influence of exercise and fiber type on antioxidant enzyme activity in rat skeletal muscle. *Am J Physiol.* 1994; 92 (3):266-370.

- (230) Fournier M, Sieck GC. Somatotopy in the segmental innervation of the cat diaphragm. *J Appl Physiol*. 1988;64(1):291-298.
- (231) Barrios DR, Borges MR, Cardoso PL. Beneficios percibidos por adultos mayores incorporados al ejercicio. *Rev Cub de Medicina General Integral*. 2000;19(2): 3-6.
- (232) Norton NS. Anatomía de cabeza y cuello para odontólogos. 1ª ed. Barcelona: Masson; 2007.
- (233) Rosenberg W, Donald A. Evidence based medicine: an approach to clinical problem-solving. *BMJ: British Med J*. 1995;310(6987):1122.
- (234) Peiro S, Meneu R. Variaciones en la práctica médica: implicaciones para la práctica clínica y la política sanitaria. *Gaceta Sanitaria* 1998;12(2):55-58.
- (235) Ramírez VR, Hurtado CE, López MF. Análisis de la capacidad científica e investigativa de los profesionales en Fisioterapia de Colombia. Dificultades y oportunidades de desarrollo. *Rev Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*. 2010; 13(1): 37-45.
- (236) Muñoz GO, Mancha JD, Carreño AB, Crespo MM, Cordero AM. Influencia de la técnica de estiramiento del diafragma en los valores espirométricos de sujetos fumadores en función del sexo. *Cuestiones de Fisioterapia* 2010;35(1):9-18.
- (237) Braun N, Arora NS, Rochester DF. Respiratory muscle and pulmonary function in polymyositis and other proximal myopathies. *Thorax*. 1983;38(8):616-623.
- (238) Okiemy G, Foucault C, Avisse C, Hidden G, Riquet M. Lymphatic drainage of the diaphragmatic pleura to the peritracheobronchial lymph nodes. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2003;25(1):32-35.
- (239) Van Buskirk RL. Nociceptive reflexes and the somatic dysfunction: a model. *JAm Osteopath Assoc*. 1990 Sep; 90(9):792-4, 7-809.
- (240) Castillo MVB. Biomecánica, exploración y diagnóstico osteopático de la columna cervical. *Revista de fisioterapia* 2009;8(1):41-50.
- (241) Ricard F. Tratado de Osteopatía visceral y medicina interna. Tomo 1: Sistema Digestivo. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008.p. 119-139.
- (242) Upledger JE. Terapia craneosacral II. Más allá de la duramadre. 1ª ed. Badalona: Paidotribo; 2004.
- (243) American Osteopathic Association. Fundamentos de medicina osteopática. 2ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006.
- (244) Ricard F. Manipulación cervical. En: Ricard F, editor. Tratamiento osteopático de las algias de origen cervical. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008.p.50-90.

- (245) Sanchís J, Casan P, Castillo J, González N, Palenciano L, Roca J.(1989) Normativa para la práctica de la espirometría forzada. Arch Bronconeumol; 25:132-42. <http://www.separ.es/publicaciones/recomendaciones/rec01.pdf> (12 de diciembre de 2008).
- (246) Roca J. Aplicaciones clínicas de las pruebas de función pulmonar. En Ancic Cortez P, Clark TJH, editores. Enfermedades respiratorias. Utilidad del laboratorio. Santiago de Chile: Ediciones Científicas. 171-190.
- (247) Masetti de Alasino MC. Fundamentos en Fisioterapia para optimizar la mecánica respiratoria. Rev Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología. 1998; 2:75-78
- (248) Sibeld S.A, inventor. Anonymous Manual de uso del espirometro Datospir-110/120. España patent 92/42/CEE. 2006 .
- (249) Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. Eur Respir J 2005;26(2):319-338.
- (250) Araya B M, Pertuzé R J, Valdivia C G, Batista AM, Pérez P R, Fuentes Y H, et al. Calidad de las espirometrías en un estudio epidemiológico de terreno: Factores determinantes de la necesidad de repetir el examen en el estudio Platino-Chile. Rev Chil Respi. 2005;21(3):155-163.
- (251) Pérez C. Métodos estadísticos avanzados con SPSS. Thompson. Madrid 2005.
- (252) Castillo I, Balaguer I, Duda JL, García-Merita M. Factores psicosociales asociados con la participación deportiva en la adolescencia. Rev Latinoamericana de Psicología 2004; 36(3):505-515.
- (253) Mendoza R, Sagrera M, Batista J. (1994). Conducta de los escolares españoles relacionados con la salud (1986-1990). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- (254) Rodrigo MJ, Máiquez ML, García M, Mendoza R, Rubio A, Martínez A, et al. Relaciones padres-hijos y estilos de vida en la adolescencia. Psicothema. 2004;16(2):203-210.
- (255) Anderssen N, Wold B. Parental and peer influences on leisure-time physical activity in young adolescents. Res Q Exerc Sport. 1992;63(4):341-348.
- (256) Sallis JF, Condon SA, Goggin KJ, Roby JJ, Kolody B, Alcaraz JE. The development of self-administered physical activity surveys for 4th grade students. Res Q Exerc Sport. 1993;64(1):25-31.
- (257) Sallis JF, Prochaska JJ, Taylor WC. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. Medicine and science in sports and exercise. 2002; 32(5), 963-975.
- (258) Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, Brown W. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. Medicine & Science in Sports &

Exercise. 2002; 32(5), 863-875.

(259) Arent S, Landers DM, Etnier JL. The Effects of Exercise on Mood in Older Adults: A Meta-Analytic. *Journal of Ageing and Physical Activity*. 2000; 8(4) 407-430.

(260) Casimiro AJ. Comparación, evolución y relación de hábitos saludables y nivel de condición física-salud en escolares, entre final de Educación Primaria (12 años) y final de Educación Secundaria Obligatoria (16 años). Unpublished PhD Thesis, Universidad de Granada, Spain. 1999

(261) Castillo, I. Un estudio de las relaciones entre las perspectivas de meta y otras variables motivacionales con el estilo de vida saludable en la adolescencia temprana. Valencia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia. 2000

(262) Piéron M, Ledent M, Almond L, Airstone M, Newberry I. Comparative analysis of youth lifestyle in selected European countries. Study prepared to be submitted to the International Council of Sport Science and Physical Education. Liège. 1996.

(263) Rodríguez D, Martínez MJ, Mateos C. Identidad y estereotipos de la mujer en el deporte: una aproximación a la evolución histórica. *Rev Inves Educ*. 2009; 2(1):109-126.

(264) Moreno JA, Pavón AI, Gutiérrez M, Sicilia A. Motivaciones de los universitarios hacia la práctica físico-deportiva. *RIMCAFD*. 2005;5(19), 154-65.

(265) DeMarco T, Sidney K. Enhancing children's participation in physical activity. *J School Health*. 1989; 59 (8):337-340.

(266) Gutiérrez M. Valores sociales y deporte. *La Actividad Física y el Deporte como transmisores de valores sociales y personales*. Madrid: Gymnos. 1995.

(267) White SA. The perceived purposes of sport among male and female intercollegiate and recreational sport participants. *Inter J Sport Psicol*. 1995; 26(5)490-502.

(268) Ponseti F, Gili M, Palou P, Borrás P. Intereses, motivos y actitudes hacia el deporte en adolescentes: diferencias en función del nivel de práctica. *Rev Psicol Deport*. 1998;7(2):259-274.

(269) Mowatt M, DePauw KP. Attitudes toward physical activity among college students. *Physical Educ*. 1988; 45(2):103-108.

(270) Edo JA. Adolescencia y deporte en el Principado de Andorra. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Zaragoza. 2001.

(271) Rodriguez-Allen A. Adolescencia y deporte. Oviedo: Ediciones Nobel. 2000.

(272) Centers for Disease Control and Prevention. Physical activity trends—United States (1990-1998). *MMWR* 2001;50:166-169.

- (273) Booth ML, Okely AD, Chey T, Bauman A. The reliability and validity of the physical activity questions in the WHO health behavior in schoolchildren (HSBC) survey: a population study. *Br J Sports Med.* 2001;35(2):263-7.
- (274) Kohl HW, Fulton J, Caspersen C. Assessment of physical activity among children and adolescents: A review and synthesis. *Prev Med* 2000;31:54-76.
- (275) Jaime M, Sau V. *Psicología diferencias del sexo y el género: fundamentos.* Barcelona: Icaria. 2004.
- (276) Oliveira, M. La educación sentimental. Una carencia en el sistema educativo. M. Santos Guerra, *El harén pedagógico.* 2000. p. 71-88.
- (277) Villaverde M, Fernandez M, López C. Actividad física y percepciones sobre deporte y género. *Rev Invest Edu.* 2009; 6: 113-122.
- (278) Vazquez-Gómez B. La cultura física y las diferencias de género en el umbral del siglo XXI (Eds.). *La educación física, el deporte y la salud del siglo XXI.* Marfil: Alicante. 2001. p. 213-227
- (279) Macías V, Moya M. Género y deporte. La influencia de las variables psicosociales sobre práctica deportiva de jóvenes de ambos sexos. *Rev Psicol Soc.* 2002;17(2):129-148.
- (280) Blández ÁJ, Fernández E, Sierra MÁ. Estereotipos de género, actividad física y escuela: La perspectiva del alumnado. *Revista de curriculum y formación del profesorado.* 2007; 2, 1-21.
- (281) Vázquez B. *Actitudes y prácticas deportivas de las mujeres españolas.* Madrid. Ministerio de Asuntos Sociales.1993.
- (282) Harris J, Penney D. Gender issues in health related exercise. *Eur educ review.*2001; 6(3): 249-273.
- (283) Bane S, McAuley E. Body image and exercise. En Duda JL (ed). *Advances in sport and exercise Psychology Measurement.* Vol2. 3ªed Morgantown: Fitness Information Technology; 1998.p. 311-322.
- (284) Loland NW. Body image and physical activity. A survey among Norwegian men and woman. *Int J sport Psicol.*1998;29 (1) 339-365.
- (285) Bruya LD. Effects of selected movement skills on positive self-concept. *Perceptual and Motor Skills.*1997;45(2): 252-254.
- (286) Leith LM. *Foundations of exercise and Mental Health Fitness Information Technology.* 1994; 3ª ed. p. 311-322.
- (287) Hita ME, Bastidas BE, Ruiz BA, Godínez SA, Panduro A. Funciones endocrinas de la célula adiposa. *Rev Endocrinol Nutri.* 2002; 10(1):140-146.

- (288) Olivos JF. Relación entre el índice D2: D4, y las medidas antropométricas (índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal) en estudiantes de medicina. [Doctoral dissertation]. Universidad Nacional de Trujillo.2013
- (289) McCall SA, Cole TJ, Dixon AK (1986). Fat distribution and its metabolic complications: Interpretations. In Norgan (Ed.). Human body composition and fat distribution Wageningen, Netherlands: Stichting Nederlands Instituut voor de Voeding; 1986.p.227-242.
- (290) Habicht JP, Yarbrough C, Martorell R. Anthropometric field methods. En: Jelliffe DB, JelliffeEEP, et al, editores. Nutrition and growth New York: Plenum Press. 1997. p. 365-387.
- (291) Baño A. Variaciones espirométricas en pacientes fumadores tras la aplicación de la técnica de manipulación de la base del pulmón. Tesis para la obtención del D.O.EOM; 2005.
- (292) Dubbert PM, Rappaport NB, Martin JE. Exercise in cardiovascular disease. Behavior modification, 1987; 11(3):329-347.
- (293) Folkins C, Sime W. Physical fitness training and mental health. Am Psychol. 1981; 36(4):373-389.
- (294) Lawrence RM. Aspectos psicológicos del ejercicio. En: Bove AA, Lowenthal DT et al, editores. Medicina del ejercicio. Ed.Buenos Aires: El Ateneo; 1987.
- (295) Martin JE, Dubbert PM, Cushman WC. Controlled trial of aerobic exercise in hypertension. Circulation.1990; 81(5):1560-1567.
- (296) Nagle FJ, Montoye HJ. Exercise and health and disease.Springfield: CC. Thomas.1981
- (297) Ramos C, Cataneo A. Efeito do treinamento dos musculos respiratorios sobre a funcao pulmonar no preparo de tabagistas. Acta Cirurgia brasileira. 2007; 22:7
- (298) Oscoz G. La influencia de la técnica de Stretching de la parte anterior del diafragma en los valores espirométricos en fumadores: Tesis para la obtención del D.O.EOM; 2005.
- (299) Quanjer P, Lebowitz MD, Gregg I, Miller MR, Pedersen OF. Peak expiratory flow: conclusions and recommendations of a working party of the European Respiratory Society. Eur Respir J. 1997; 10 (suppl.24):2-8.
- (300) Mead J, Turner JM, mackkelem PT, Little JB. Significance of the relationship between lung recoil and maximum expiratory flow. J Appl Physiol. 1967; 22:95-107.
- (301) Krowka M, Enright PL, Rodarte JR, et al. Effect of effort on measurement of forced expiratory volume in on second. Am Rev Respir Dis. 1987;136:829-33.