

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ÁNGULO DE FASE FUERZA MUSCULAR Y PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR”

Autor: Tzanda Lizeth López Camarena

Tesis presentada para obtener el título de:
Licenciada en Medicina

Nombre del asesor:
Luis Alfredo Trujano Ramos / Mónica Velázquez Uncal / Jesús Hugo Capiz Herrera

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





**UNIVERSIDAD VASCO DE QUIRÓGA
ESCUELA DE MEDICINA**



**SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN
HOSPITAL DE LA MUJER**

TESIS

**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ÁNGULO DE FASE, FUERZA
MUSCULAR Y PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR.**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
LICENCIADA EN MEDICINA GENERAL**

**PRESENTA:
MPSS. TZANDA LIZETH LÓPEZ CAMARENA**

**ASESORES DE TESIS:
DR. LUIS ALFREDO TRUJANO RAMOS
DRA. MÓNICA VELÁZQUEZ UNCAL
DCE. JESÚS HUGO CAPIZ HERRERA**

**CLAVE: 16PSU0181N
ACUERDO: LIC170213**

MORELIA, MICHOACÁN

2024 – 2025

El siguiente comité revisor de examen designado por la Dirección de la Escuela de Medicina y la Coordinación Técnica de Investigación, aprobó la tesis para ser presentada para su defensa por la C. Tzanda Lizeth López Camarena, con matrícula: 19140434, bajo la dirección de: Dr. Luis Alfredo Trujano Ramos, Dra. Mónica Velázquez Uncal, DCE. Jesús Hugo Capiz Herrera. Titulada: "Estudio comparativo entre ángulo de fase, fuerza muscular y pruebas de función pulmonar".

DR. GUILLERMO PRISCILIANO MONTES GARCÍA
PRESIDENTE

DR. JUAN ÁNGEL REYES
SECRETARIO

DR. JESÚS ENRIQUE IBARRA MARTÍNEZ
VOCAL

SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN

DR. ELÍAS IBARRA TORRES

SECRETARIO DE SALUD DE MICHOACÁN

DR. JUAN MANUEL MORENO MAGAÑA

SUBDIRECTOR DE CALIDAD Y ENSEÑANZA

DRA. EVA JENNIFER VILLAFÁN VIDALES

**DEPARTAMENTO DE CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN DE RECURSOS
HUMANOS**

DRA. OLIVIA ALEIDA CARDOSO NAVARRETE

DIRECTORA DEL HOSPITAL DE LA MUJER

DRA. VERÓNICA GUADALUPE ÁLFARO TELLEZ

JEFA DE ENSEÑANZA, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN

DR. LUIS ALFREDO TRUJANO RAMOS

**JEFE DEL SERVICIO DE NUTRIOLOGÍA CLÍNICA
ASESOR CLÍNICO**

DRA. MÓNICA VELÁZQUEZ UNCAL

ASESORA CLÍNICA

DCE. JESÚS HUGO CAPIZ HERRERA

ASESOR METODOLÓGICO

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Hospital de la Mujer de la Secretaría de Salud de Michoacán en la Ciudad de Morelia, Michoacán, México. Periodo 2024-2025.



2021 - 2027

SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN
HOSPITAL DE LA MUJER
SUBDIRECCIÓN MÉDICA

MEMORÁNDUM NO. 008303

Asunto: Autorización de protocolo de Investigación

"2024, Celebración de los 200 Años del Estado Federal de Michoacán"

Morelia, Mich., a

01 NOV 2024

C. Tzanda Lizeth López Camarena
Investigadora Principal
Presente

Por este conducto se le informa que una vez que su protocolo de investigación con No. de registro HMCEICI/2441 titulado; **"Estudio comparativo entre ángulo de fase, fuerza muscular y pruebas de función pulmonar"**; fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Hospital de la Mujer se emite la siguiente:

Autorización de ejecución de protocolo de Investigación

Le reiteramos el compromiso que adquiere de cumplir con las obligaciones respectivas, establecidas por dichos Comités, durante el desarrollo y conclusión de su proyecto de investigación

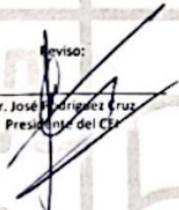
ATENTAMENTE
EL SUBDIRECTOR MÉDICO DEL HOSPITAL DE LA MUJER


DR. MARCO ANTONIO GÓMEZ PÉREZ



CCP Minutario
Secretaría de Salud
GOBIERNO DE MICHOACÁN


Elaboró: Elizabeth Ayala Guzmán
Apoyo Administrativo

Reviso:

Dr. José Rodríguez Cruz
Presidente del CEI

OACN/JRC/eag

F_CEVCI_13

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Olivia y Alejandro, quienes me han formado en la mujer que soy hoy. Gracias por creer en mí, por levantarme e impulsarme incluso cuando yo pensaba que no era posible y enseñarme que los límites me los pongo yo. Los amo profundamente, soy muy afortunada; que dicha ser su hija.

A mi hermano, Alejandro, quien siempre me ha impulsado a buscar un mejor futuro y me ha enseñado que en la adversidad es donde realmente se crece. Eres el mejor hermano que pude haber pedido.

A mis amigos, por acompañarme y compartir mis logros como si fueran suyos. Por estar en las risas, las lágrimas, la certeza y la incertidumbre y por demostrarme que la familia también se elige. Gracias Zahara, Valeria, Javier, Lua, Tamara, Nadia, Mariana y María.

A mis maestros, Julieta, Hugo y a quienes también me han marcado durante mi recorrido. Gracias por siempre creer en mí, impulsarme a dar más y brindarme las herramientas necesarias para enfrentar el mundo sin miedo.

Un gracias especial a David, quien vio mi potencial desde el primer día y me mostró todas las oportunidades que me esperan allá afuera. Eres muy especial, que dicha conocerte, aprender de ti y poder llamarte mi amigo.

A mis asesores, el Dr. Trujano y la Dra. Mónica, gracias por recibirme con los brazos abiertos, por enseñarme con dedicación y paciencia, por recordarme lo que es amar tu profesión y a tus pacientes, y por otorgarme todas las herramientas y oportunidades para crecer durante esta etapa, haciéndola inolvidable.

Al Hospital de la Mujer, por abrirme sus puertas y brindarme los recursos, el espacio y el acompañamiento necesarios para desarrollarme profesional, académica y personalmente durante esta etapa, permitiéndome lograr mis objetivos.

Finalmente, a mi universidad, que superó mis expectativas y me permitió desarrollarme tanto personal como profesionalmente de una manera muy positiva.

Gracias por formar parte de este camino y de este momento que llevaré conmigo siempre.

ÍNDICE

Índice de tablas	9
Índice de ilustraciones.....	10
Glosario de abreviaturas	11
Glosario de definiciones	12
1. Resumen.....	13
2. Introducción.....	14
3. Marco teórico.....	15
3.1 Función respiratoria	15
3.1.1 Anatomía pulmonar	15
3.1.2 Fisiología Pulmonar	19
3.1.3 Espirometría.....	24
3.2 Fuerza muscular	28
3.2.1 Masa muscular	28
3.2.2 Fuerza Muscular	28
3.2.3 Dinamometría.....	30
3.3 Sarcopenia.....	30
3.3.1 Sarcopenia respiratoria.....	34
3.3.2 Obesidad sarcopénica	35
3.4 Ángulo de fase.....	36
4. Antecedentes	39
5. Planteamiento del problema.....	43
6. Justificación.....	44
7. Hipótesis.....	46
8. Objetivos	46

8.1 Objetivo general.....	46
8.2 Objetivos específicos.....	46
9. Materiales y métodos	46
9.2 Tamaño de la muestra.....	47
9.4 Definición del grupo control	47
9.5 Criterios de inclusión	47
9.6 Criterios de exclusión	48
9.7 Criterios de eliminación	48
9.8 Definición de variables y unidades de medida	49
9.9 Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información	51
9.9.1 Peso.....	51
9.9.2 Talla	52
9.9.3 Índice de Masa Corporal (IMC).....	52
9.9.4 Dinamometría	52
9.9.5 Ángulo de Fase.....	53
9.9.6 Espirometría	53
10. Organización de la investigación.....	55
10.1 Programa de trabajo.....	55
10.2 Recursos humanos.....	55
10.3 Recursos materiales	55
10.4 Presupuesto.....	56
10.5 Plan de difusión y publicación de resultados.....	56
10.6 Consideraciones éticas.....	57
10.7 Responsabilidad social	57

11. Resultados	58
12. Discusión	67
13. Conclusión.....	72
14. Referencias	73
15. Anexos	82
15.1 Consideraciones éticas.....	82
15.2 Dictamen de evaluación del protocolo de investigación	85
15.3 Autorización de protocolo de investigación por parte de la institución sanitaria	86
15.4 Consentimiento informado.....	87
15.5 Dictamen del comité de investigación de la Universidad Vasco de Quiroga	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores percentilares para dinamometría	30
Tabla 2. Clasificación del Índice de Masa Corporal	52
Tabla 3. Pruebas de normalidad aplicadas a las variables cuantitativas del estudio. Se utilizó Shapiro-Wilk debido al tamaño muestral ($n < 50$).	59
Tabla 4. Distribución de grupo etario con base a los datos recabados de la muestra estudiada ($n=32$). Clasificados por décadas de vida. Elaboración propia.	60
Tabla 5. Distribución de la Estratificación Nutricional con base a los datos recabados del estudio.	61
Tabla 6. Distribución del ángulo de fase medido mediante bioimpedancia eléctrica.	62
Tabla 7. Distribución de PiMax según predicho. Se utilizó 60% como punto de corte para disfunción respiratoria.	63
Tabla 8. Distribución de PiMax en la muestra estudiada. Datos obtenidos del estudio.	63
Tabla 9. Distribución de fuerza muscular con base a los puntos de corte de la EWGSOP2.	64
Tabla 10. Correlaciones entre las variables cuantitativas del estudio, utilizando el coeficiente de Spearman. Se consideró significativo $p < 0.05$	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de flujo del proceso de inclusión, exclusión y muestra final del protocolo (n=32) . Elaboración propia con base a los criterios del protocolo... 58	58
Ilustración 2. Distribución de grupo etario por década de la vida. Se observo predominio de la séptima década de la vida con 31.3%. Elaboración propia. 60	60
Ilustración 3. Estratificación Nutricional de la muestra según su Índice de Masa Corporal (IMC) con base en los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud. Elaboración propia. 61	61
Ilustración 4. Distribución de ángulo de fase medido mediante bioimpedancia eléctrica, refleja la composición y estado celular. Mediciones realizadas en un ambiente controlado. Elaboración propia. 62	62
Ilustración 5. PiMAX según el valor predicho. Se realizaron las mediciones tomando la mejor de 4 intentos. Elaboración propia. 63	63
Ilustración 6. Distribución de fuerza muscular de la mano dominante medido en kilogramos de fuerza mediante dinamometria de mano. 43.8% de la muestra cursa con disminución de la fuerza muscular. Elaboración propia. 64	64
Ilustración 7. Diagrama de dispersión que muestra la relación positiva entre ángulo de fase y fuerza muscular (dinamometría de mano dominante). Elaboración propia. 66	66
Ilustración 8. Correlación entre ángulo de fase y PiMax. No se encontró asociación significativa. Elaboración propia. 66	66

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

1. **AF:** Ángulo de fase
2. **BIA:** Bioimpedancia eléctrica
3. **CI:** Capacidad inspiratoria
4. **COEPRIS:** Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
5. **CPT:** Capacidad pulmonar total
6. **CV:** Capacidad vital
7. **DXA:** Absorciometría de rayos X de energía dual
8. **EPOC:** Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
9. **ERC:** Enfermedades respiratorias crónicas
10. **EWGSOP2:** European Working Group on Sarcopenia in Older People, segunda version
11. **FEV1:** Volumen espiratorio forzado en el primer segundo
12. **FEV1/FVC:** Índice de Tiffeneau
13. **FVC:** Capacidad vital forzada
14. **IEHL:** Índice de exposición al humo de leña
15. **IL-6:** Interleucina 6
16. **INEGI:** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
17. **INSP:** Instituto Nacional de Salud Pública
18. **IRM:** Imagen por resonancia magnética
19. **JARN:** Japanese Association of Rehabilitation Nutrition
20. **Kg:** Kilogramo
21. **kPa:** Kilopascal
22. **PiMax:** Presión inspiratoria máxima

GLOSARIO DE DEFINICIONES

1. **Ángulo de fase:** Parámetro obtenido mediante bioimpedancia eléctrica que refleja la integridad de las membranas celulares y el estado nutricional del organismo. Valores bajos se asocian con inflamación, pérdida de masa celular o enfermedades crónicas.
2. **Bioimpedancia eléctrica (BIA):** Técnica no invasiva que estima la composición corporal mediante la medición de la resistencia y reactancia del cuerpo al paso de una corriente eléctrica de baja intensidad.
3. **Capacidad vital forzada (FVC):** Volumen máximo de aire que puede ser exhalado con fuerza después de una inspiración completa.
4. **Dinamometría de mano:** Prueba funcional utilizada para cuantificar la fuerza de prensión manual mediante un dinamómetro. Se relaciona con la fuerza muscular general y es útil en la evaluación del estado funcional y diagnóstico de sarcopenia.
5. **Espirometría:** Prueba de función pulmonar que mide el volumen y el flujo de aire movilizado durante la inspiración y espiración forzada. Es indispensable en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades respiratorias como asma y EPOC.
6. **Fuerza muscular:** Capacidad del músculo para generar tensión ante una resistencia. Su evaluación permite detectar debilidad, deterioro funcional, y puede realizarse con dinamometría o pruebas clínicas estandarizadas.
7. **Índice de Tiffeneau (FEV1/FVC):** Relación entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y la capacidad vital forzada (FVC), expresada en porcentaje. Un valor reducido sugiere obstrucción del flujo aéreo.
8. **Presión inspiratoria máxima (PiMax):** Medida de la fuerza de los músculos inspiratorios, principalmente el diafragma, registrada durante una inspiración máxima contra una vía aérea ocluida.
9. **Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1):** Volumen de aire exhalado fuertemente durante el primer segundo de una espiración forzada tras una inspiración máxima.

1. RESUMEN

El presente protocolo, titulado “Estudio comparativo entre ángulo de fase, fuerza muscular y pruebas de función pulmonar”, se planteó estudiar la relación que existía entre el ángulo de fase, la fuerza muscular y las pruebas de función pulmonar en una población de mujeres seleccionadas.

El ángulo de fase reporta el estado nutricional del paciente así como la integridad y salud celular. Por otro lado, la fuerza muscular se mide mediante distintas pruebas como la dinamometría de mano, lo que apoya a comprender el contexto del paciente y prevenir la progresión a la necesidad asistencial para realizar sus tareas diarias. Así mismo, las pruebas de función pulmonar como la capacidad vital forzada, el volumen espiración forzada en 1 segundo y la presión inspiratoria máxima, permiten comprender el contexto de la función pulmonar y diafragmática, así como la salud pulmonar.

Este estudio tuvo como objetivo indagar sobre los valores de ángulo de fase, fuerza muscular y pruebas de función pulmonar, y observar si existe o no una relación entre estos factores; los cuales pueden orientar a la clínica y el pronóstico de los sujetos. Estos parámetros son relevantes para conocer la salud pulmonar, el estado nutricional y funcional del paciente así como, en un futuro emplearlos orientados hacia una atención más integral del individuo.

2. INTRODUCCIÓN

El ser humano, al crecer y envejecer, atraviesa cambios anatómicos, fisiológicos y funcionales. Existen entidades que se presentarán secundarias al mismo envejecimiento celular; no obstante, hay maneras de evitar una progresión acelerada que lleve a cambios irreversibles en la persona.

La sarcopenia es una entidad que se caracteriza por una disminución progresiva de la masa muscular y por debilidad muscular, con o sin disminución del rendimiento. Puede afectar distintos sistemas del organismo.

La sarcopenia respiratoria, se define como la existencia de debilidad muscular respiratoria y disfunción respiratoria, ya sea obstructiva o restrictiva. La presencia de esta patología se ha asociado a un aumento de la mortalidad en los individuos.

Para evaluar estas entidades, se ha estudiado el ángulo de fase, una medición obtenida mediante bioimpedancia que funciona como un indicador pronóstico del paciente, mostrando la salud celular y la composición corporal del mismo. Aunado a esto, la medición de la fuerza muscular mediante dinamometría resulta sumamente relevante, ya que una fuerza muscular baja se ha correlacionado con la necesidad asistencial del sujeto, limitando su función para tareas diarias y por consiguiente su autonomía. Por otro lado, la evaluación de la función pulmonar mediante pruebas de función pulmonar, como lo son capacidad vital forzada (FVC), el volumen forzado espirado en un segundo (FEV1) y la presión inspiratoria máxima (PIMax), permiten evaluar la salud pulmonar y diafragmática, relevante para el tratamiento individualizado del paciente.

El presente estudio tuvo como objetivo comparar los valores de ángulo de fase y fuerza muscular con pruebas de función pulmonar en un grupo de mujeres con factores de riesgo respiratorios. Al indagar sobre estos elementos, se buscó contribuir un poco la brecha de conocimiento actual, secundaria a la poca documentación que existe respecto al tema.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Función respiratoria

3.1.1 Anatomía pulmonar

La caja torácica se configura mediante doce costillas con su respectivo cartílago costal por la parte anterior y se extiende hacia lateral; el esternón, protegerá a los órganos centrales y por la parte posterior, las doce vértebras torácicas y los discos intervertebrales. La caja protege los órganos y el contenido de la cavidad torácica, así como el apoyo para la amplexión y amplexación y, por tanto, la respiración (1).

El tórax se encuentra cubierto por musculatura que funciona para poder cumplir con la mecánica respiratoria. En la parte inferior se encuentra el diafragma, el cual se encuentra íntimamente unido con los elementos de la caja torácica, y a la inspiración se retrae hacia abajo, es el principal músculo de la respiración. Los músculos inspiratorios se encuentran conformados por los músculos intercostales externos, los cuales se disponen de manera oblicua hacia abajo y por delante de cada costilla. A la inspiración elevan las costillas inferiores, empujando el esternón hacia afuera y dando paso a la amplexación y en menor medida a la amplexión. Incluido en este grupo, se encuentran músculos accesorios como el escaleno y el esternocleidomastoideo que apoyarán elevando el tórax a la inspiración profunda (1).

Los músculos espiratorios se conforman por los músculos intercostales internos que se adhieren a cada costilla y pasan oblicuo y por debajo de estas y se contraerán, bajando la caja torácica a la expiración. Así como el recto abdominal, oblicuo externo e interno, y el transversal del abdomen, los cuales son músculos de la pared anterior del abdomen que apoyan a contraer la caja abdominal (1).

Las pleuras pulmonares permiten que los pulmones se muevan dentro de la cavidad torácica. Existen dos tipos de pleuras, una pleura parietal que recubre la cavidad torácica y a su vez alberga los pulmones; y una pleura visceral que cubre

el órgano. Dentro de esta cavidad pleural (formada por las capas de la pleura parietal y visceral), se encuentra el líquido pleural en una proporción aproximada de 15-20 mililitros, el cual previene la fricción durante la respiración (2).

Los pulmones son los órganos encargados de la respiración, una función vital para el adecuado funcionamiento del ser humano. Son los encargados de realizar la oxigenación sanguínea mediante la interacción entre el aire inspirado y la sangre venosa de los capilares pulmonares, entre otras funciones. La composición de estos órganos en un individuo vivo es elástica, ligera, blanda y se alojan completamente en las cavidades pulmonares excepto cuando se abre la cavidad torácica, en ese caso se retraen hasta un tercio de su tamaño. Dichos órganos se encuentran separados por el mediastino, el cual es un compartimiento central en el cual se albergan elementos como corazón, vasos sanguíneos como la aorta (ascendente, descendente y arco aórtico), vena cava superior e inferior, arterias y tronco pulmonar, venas pulmonares, venas braquiocefálicas derecha e izquierda, porción torácica de la tráquea, esófago, timo, nódulos linfáticos, entre otras estructuras. Los límites mediastinales son; de manera vertical, desde la apertura torácica superior hasta el diafragma, y anteroposterior, desde el esternón hasta los cuerpos vertebrales de las vértebras torácicas (1).

El pulmón es una estructura tridimensional que presenta 3 caras, una cara costal, que se encuentra con relación a la pleura costal, sirve como separación de las costillas, los cartílagos costales y los músculos intercostales íntimos, y posteriormente en relación con los cuerpos vertebrales torácicos; la cara mediastínica, de forma cóncava por su relación con la porción media del mediastino, aquí se encuentra albergado el hilio pulmonar que recibe la raíz del pulmón, medial al hilio se forma el manguito pleural, el cual se conforma por la raíz pulmonar y el área de continuidad entre las hojas parietal y visceral de la pleura; por último, una cara diafragmática, que representa la base del pulmón, se encuentra posicionada sobre la cúpula diafragmática, igualmente cóncava la cual se vuelve más profunda en el pulmón derecho, ya que la cúpula ipsilateral es más elevada, se encuentra

limitada por el borde inferior que se encuentra en relación con el receso costodiafragmático de la pleura (1).

Igualmente, cuenta con 3 bordes; un anterior, que se relaciona con la cara costal y mediastínica cubriendo el corazón; un borde posterior, en donde se observa nuevamente la relación en forma posterior de las caras costales y mediastínicas, con las vértebras torácicas de la columna vertebral; e inferior, la cual confina la cara diafragmática del pulmón y la separa de la cara costal y la diafragmática (1).

Posee un vértice en el polo superior de este cubierto por pleura cervical, el cual se encuentra por arriba de la primera costilla y se dirige internamente hacia la base del cuello. También presenta una base, en el polo inferior de este órgano, que es cóncava y se aloja sobre la cúpula diafragmática ipsilateral. Según el pulmón del que se hable (izquierdo o derecho) contará con dos o tres lóbulos y se encontrarán separados por una o dos fisuras (1).

El pulmón derecho tiene una fisura que discurre oblicuamente hacia la derecha y horizontal y dividiéndose en 3 lóbulos, superior, medio e inferior. En relación con su contraparte, este pulmón cuenta con una mayor proporción, pero es más corto y ancho, ya que se encuentra sobre la cúpula diafragmática homolateral que es más alta. Por otra parte, el pulmón izquierdo presenta una fisura oblicua izquierda que lo separa en lóbulo superior e inferior. En este pulmón, en su porción anterior, se encuentra la incisura cardíaca, la cual es una porción hendida derivada de la posición del vértice cardíaco hacia la izquierda. La incisura cardíaca puede crear la llingula, que discurre por debajo de la incisura y se extiende hacia adentro y hacia exterior del receso costomediastínico durante la espiración e inspiración (1).

Los pulmones se sujetan/adhieren al mediastino mediante los bronquios, las arterias y venas pulmonares (superior e inferior), el plexo nervioso simpático, parasimpático y fibras aferentes viscerales, y el sistema linfático (1).

La vía respiratoria, cuenta con anillos de cartílago hialino que discurren desde la laringe. Por debajo de la laringe, se continúa la tráquea y el árbol bronquial. Mencionado previamente, la tráquea se aloja en la porción superior del mediastino

y se bifurca en el ángulo esternal, dando paso a dos bronquios principales, uno para cada pulmón, los cuales entran por los hilios. Según la constitución de cada pulmón, el bronquio principal derecho, entra de manera vertical al hilio, es ancho y corto en relación con el izquierdo. Por otro lado, el bronquio principal izquierdo, corre de manera inferolateral, por debajo del arco aórtico y por delante del esófago y la aorta torácica para entrar por el hilio (2).

Una vez dentro de los pulmones, se ramifican los bronquios principales y crean el árbol bronquial, formado por la arteria pulmonar, las venas pulmonares y los bronquios. Los bronquios primarios se dividen y forman bronquios secundarios o lobulares, los cuales irrigan cada uno a un lóbulo, siendo dos izquierdos y tres derechos. Posteriormente, se dividirán nuevamente formando bronquios terciarios o segmentarios, los cuales irrigan los segmentos broncopulmonares (2). Estos segmentos se subdividen en 18-20, 10 en el pulmón derecho y de 8-10 en el pulmón izquierdo. Dentro de las lobulaciones en el pulmón derecho, el lóbulo superior se dividirá en apical, posterior y anterior; el lóbulo medio, en lateral y medial; el lóbulo inferior será dividido en superior, basal anterior, basal medial, basal lateral, y basal posterior. En el pulmón izquierdo, dependiendo de cómo se dividan los segmentos, se dividirá en lóbulo superior, en el que se encontrarán segmentos apical, posterior, anterior, lingular superior y lingular inferior; el lóbulo inferior, en superior, basal anterior, basal medial, basal lateral, basal posterior (1).

La ramificación continúa formando bronquiolos de conducción que se encargan del transporte de aire, no cuentan con glándulas o alveolos. Se concluye con los bronquiolos terminales que formarán bronquiolos respiratorios, estos bronquiolos presentan los alvéolos, que son evaginaciones en forma de saco con una fina pared a lo largo de su luz (2).

Los alvéolos pulmonares son la unidad estructural básica de la hematosis en el pulmón y debido a estos los bronquiolos respiratorios se encargarán de dos funciones, transporte de aire e intercambio gaseoso. Los bronquiolos respiratorios crean conductos alveolares, que están revestidos por alvéolos, los cuales darán pasos a los sacos alveolares, sitio en donde abren los racimos alveolares (1).

3.1.2 Fisiología Pulmonar

Ganong menciona que “los pulmones y la pared torácica son estructuras elásticas” (2). Estos elementos se encuentran íntimamente relacionados y son separados por el espacio intrapleural, en el que se encuentra el líquido pleural que evita la fricción entre los mismos. Existe también una presión intrapleural y es aquella que se encuentra entre los pulmones y la caja torácica. Hay dos procesos dentro de la mecánica de la respiración, la inspiración y la espiración (2).

La inspiración es un proceso activo, dependiente de la contracción de la musculatura inspiratoria y del diafragma, los cuales generarán un aumento de volumen intratorácico y un cambio de presión dentro de la misma, tornándose negativa. En la base pulmonar, cuando comienza la inspiración, se cuenta con una presión intrapleural de -2.5 mmHg aproximadamente, la cual disminuye hasta -6 mmHg, se expanden los pulmones, se negativiza el flujo de las vías respiratorias y permite un flujo de aire hacia los pulmones. Al final de la inspiración, se equilibran las presiones nuevamente gracias a la elasticidad torácica y pulmonar, se vuelve positiva ligeramente la presión en las vías respiratorias y sale el aire de los pulmones, dando paso a la espiración (2).

La espiración, por el contrario, es un proceso pasivo cuando se encuentra en una respiración no forzada, que resulta de la elasticidad del tejido pulmonar y del tórax. Dicho proceso será pasivo, ya que los músculos que se encargan de disminuir el volumen intratorácico no se contraerán, sino que los músculos inspiratorios tendrán un breve efecto al inicio de la espiración, lo que generará un retraso espiratorio. Cuando se tiene un gran esfuerzo respiratorio, los músculos espiratorios contribuyen generando una disminución del volumen intratorácico, sacando el aire de una manera más rápida y eficaz (2).

Existen distintos volúmenes y capacidades pulmonares, lo cuales sirven para valorar la función respiratoria midiendo el desplazamiento de volumen de aire durante la inspiración y la espiración (3-5).

Dentro de los parámetros más comunes, se mencionan:

- Volumen corriente o volumen tidal (VT): Se refiere a la cantidad de aire que se inhalará o exhalará durante una respiración no forzada. Típicamente, se manejan valores de 500-750 mL de aire (3-5).
- Volumen de reserva inspiratorio (VRI): Nos habla de la cantidad de aire extra que se puede inhalar de manera forzada (aproximadamente 2 L) después de una inspiración normal (3-5).
- Volumen de reserva espiratoria (VRE): Es la cantidad de aire que puede exhalar de manera forzada (aproximadamente 1 L) tras una exhalación pasiva. La cantidad de aire exhalado será mayor a la que se inhaló previamente (3-5).
- Volumen residual (VR): Es la cantidad de aire que permanece dentro de los pulmones tras una exhalación forzada. Este volumen no se puede exhalar de manera voluntaria (aproximadamente 1.3 L) (3-5).
- Capacidad pulmonar total (CPT): Es la cantidad total de aire que los pulmones pueden contener (aproximadamente 5 L de aire) y se forma con los cuatro componentes previos, VT, VRI, VRE y VR (3-5).
- Capacidad vital (CV): Es la cantidad máxima de aire exhalado tras una inspiración máxima (aproximadamente 3.5 L), se representa mediante la suma del VT + VRI + VRE (3-5).
- Capacidad inspiratoria (CI): Es la cantidad máxima de aire que se puede inhalar tras una exhalación normal distendiendo sus pulmones a la máxima capacidad (aproximadamente 2.5 L), se calcula mediante el VT + VRI (3-5).
- Capacidad residual funcional (FRC): Representa el volumen de aire que permanece en los pulmones después de una exhalación normal. Será calculado mediante VR + VRE (3-5).
- Capacidad vital forzada (FVC): Será la máxima cantidad de aire que se puede exhalar tras una inspiración máxima forzada. Es un indicador de función pulmonar en la clínica, así como de la fuerza de la musculatura respiratoria (3-5).

Existen también volúmenes pulmonares dinámicos que involucran medición de tiempo para poder recabar resultados, y así medir parámetros funcionales como:

- Volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1): Será la fracción de aire que se exhala de manera súbita (forzada) en el primer segundo después de una inhalación máxima (3-5).
- Índice de Tiffeneau (FEV1/FVC): Es la relación entre el volumen espiratorio forzado en un segundo y la capacidad vital forzada. Este índice es relevante para la detección de obstrucción, pero carece de significancia para dar seguimiento a la enfermedad, ya que FEV1 disminuye cuando hay un deterioro de la FVC (3-5).
- Volumen espiratorio forzado en seis segundos (FEV6): Se usa ocasionalmente en sustitución de FVC, ya que es más repetible en pacientes con obstrucción y permite al paciente no fatigarse demasiado, así como evitar complicaciones del ejercicio (3-5).
- Volumen extrapolado: cantidad que se libera accidentalmente previo a la espiración abrupta (3-5).
- Volumen minuto respiratorio (RMV): Es la cantidad total de aire que se inspira y expira en un minuto, aproximadamente 6 L, que se traducirá en VT (500 mL) por el número de respiraciones (12 respiraciones por minuto) (3-5).
- Ventilación voluntaria máxima (MVV): Esta es la mayor cantidad de volumen que voluntariamente puede inspirar y expirar de los pulmones voluntariamente en 1 minuto (3-5).

El pulmón se adapta según el momento de la respiración en el que se encuentre mediante una propiedad llamada elasticidad o rebote elástico. Cuando se inspira, los pulmones, con apoyo del diafragma y de los músculos inspiratorios, se expanden. Al terminar el esfuerzo inspiratorio, los pulmones, gracias a su capacidad elástica, regresan a su estado basal (2).

Otro componente importante es la distensibilidad pulmonar, que se refiere a la capacidad del pulmón para expandirse tras ser sometido a un cambio de presión transmural. Esta propiedad del tejido pulmonar es inversamente proporcional a la elasticidad, ya que el grado de rigidez puede afectar la capacidad expansiva del tejido (2).

El trabajo respiratorio se genera mediante el apoyo de los músculos respiratorios al expandir aquellos tejidos elásticos de tórax y pulmones, movilizándolo las partes que no son elásticas, así como movilizándolo el aire por todo el tracto respiratorio. Al momento de la respiración, como se mencionó previamente, existen diferencias de presiones durante los distintos momentos de la misma. La base pulmonar, a diferencia del ápice, cuenta con un mayor volumen al momento de la ventilación, ya que la presión en este sitio es más positiva al inicio de la inspiración y se encuentra menos expandido e igualmente, el flujo sanguíneo es mayor en la base que en el ápice. Se genera una relación ventilación-perfusión mayor en el ápice que en la base (2).

Dado que el sistema respiratorio se encarga de realizar la hematosis en las partes terminales de las vías respiratorias, es relevante mencionar que existen espacios en los cuales no se aprovecha el gas para realizar el intercambio gaseoso con la sangre capilar pulmonar, los cuales son conocidos como espacios muertos, ya sean anatómicos o fisiológicos. Un espacio muerto anatómico es aquel en que se maneja un volumen respiratorio que excluye los alvéolos como la nariz o la faringe, en este sitio no se realizará recambio gaseoso ni eliminación de CO_2 . Por otro lado, se cuenta con un espacio fisiológico muerto en el cual se realiza una ventilación en donde parte del volumen corriente no se aprovechará en su totalidad y ese remanente no participará en el intercambio gaseoso (2).

Para que el intercambio gaseoso pueda realizarse se necesita de una diferencia de presiones, ya que el gas se expande para ocupar el volumen que se encuentra disponible para este. La presión parcial será aquella que aplique un gas dentro de una mezcla gaseosa y se entenderá que ésta es igual a la presión total multiplicada por la porción de la cantidad total del gas que representa. Las presiones parciales son sumamente relevantes para poder llevar a cabo la hematosis, ya que apoyarán a movilizar los gases de un área con mayor presión a una de menor presión parcial (2).

El aire alveolar es una composición de gases. El oxígeno (O_2) viaja desde los alvéolos hacia el torrente sanguíneo y por su parte, el dióxido de carbono (CO_2) se

mueve desde la sangre hacia los alvéolos. Cuando se está en reposo, a la inhalación, el aire recién inspirado se mezcla con el gas en los alvéolos, lo que genera que entre nuevo oxígeno y el dióxido de carbono que se encuentra en los alvéolos se diluye. Una fracción de este conjunto gaseoso se expirará y esto hará que se eleve el nivel de CO₂ y disminuya el nivel de O₂ en el gas alveolar, continuando el ciclo en la siguiente inspiración. El gas alveolar se mantiene a 2 L aproximadamente al final de la espiración (2).

La membrana alveolo capilar facilita la hematosis mediante distintas maneras de difusión, esta capacidad depende del área de la membrana alveolocapilar y el espesor de la misma. La difusión limitada por flujo se refiere al intercambio gaseoso que dependerá del flujo sanguíneo dentro de los capilares pulmonares; la limitada por difusión nos habla de aquel intercambio de gas que atravesará la membrana alveolocapilar según se propague el mismo entre estas estructuras; por último, el límite por perfusión se refiere a la transferencia gaseosa que se abre paso secundario a un aumento de flujo sanguíneo (2).

Secundaria a las derivaciones fisiológicas que presenta la circulación pulmonar, la sangre sistémica maneja una presión relativamente más baja que la que participa en la hematosis. Los pulmones, con el fin de mantener su homeostasis y un adecuado mecanismo de ventilación/perfusión, realizan una vasoconstricción pulmonar hipóxica, que moviliza la sangre venosa mixta de sitios poco oxigenados en los pulmones hacia sitios más oxigenados, para asegurar una mejor ventilación. De la misma manera, se cuenta con factores activos y pasivos que participan para regular el flujo sanguíneo como los son el sistema nervioso a través de la estimulación de los ganglios simpáticos cervicales y la inervación autónoma de los vasos pulmonares o de manera pasiva, los cambios gravitacionales y el gasto cardíaco (2).

Los pulmones realizan más funciones además de la hematosis. En ellos se produce el factor surfactante en los neumocitos tipo II que mantiene una adecuada tensión alveolar y evita el colapso de los mismos, así como el edema pulmonar. Participan en la creación de prostaglandinas y liberación de las mismas hacia el

torrente sanguíneo y contribuyen con la activación de angiotensina. La angiotensina I se transforma por acción de la enzima convertidora de angiotensina en angiotensina II en la circulación pulmonar (2).

La disposición de oxígeno sistémico depende de factores como el gasto cardíaco y la concentración de oxígeno arterial, así como de cuanto oxígeno entra a los pulmones, un óptimo intercambio gaseoso a nivel pulmonar, perfusión tisular y de la capacidad sanguínea para transportar el oxígeno a los lugares necesarios (2).

La hipoxia y la hipoxemia son dos entidades relevantes al hablar del transporte gaseoso. La hipoxia es la deficiencia de O₂ en los tejidos y se subdivide en hipoxemia, que es una disminución de pO₂ en la sangre arterial; la hipoxia anémica, en la cual hay una pO₂ adecuada a nivel arterial, pero no existe suficiente hemoglobina para transportar el oxígeno; hipoxia isquémica, en esta no hay una adecuada perfusión tisular lo que genera que el O₂ no se distribuya adecuadamente hacia los tejidos; por último, la hipoxia histotóxica, es en la que existe una adecuada distribución de O₂, pero no puede disponerse de este por la acción de un agente tóxico (2).

3.1.3 Espirometría

La espirometría es la prueba de función pulmonar más comúnmente usada por su accesibilidad y reproducibilidad. Su objetivo es evaluar la mecánica respiratoria y es el estándar de oro para el diagnóstico de enfermedades obstructivas (4).

La espirometría es una prueba fisiológica que arroja datos objetivos mediante la medición del volumen máximo de aire que una persona puede inspirar y espirar durante una inspiración máxima. Los parámetros más relevantes dentro de la espirometría son la capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV₁) así como la relación FEV₁/FVC (3).

Adicionalmente, el flujo inspiratorio y espiratorio máximo son de utilidad para el control de calidad de la misma e incluso, se ha descrito que el flujo espiratorio

máximo se correlaciona con el flujo pico medido por flujómetro. Este parámetro se ha explorado como un recurso diagnóstico adicional para medir trastornos de la musculatura respiratoria, la cual, entre otras causas, puede ser afectada por sarcopenia (3-5).

Este estudio cuenta con diversas aplicaciones. Ya sea de manera diagnóstica para evaluar signos, síntomas o resultados anormales de laboratorio, medir los efectos causados por la patología respiratoria sobre la función del paciente, realizar un tamizaje oportuno en aquellos sujetos expuestos a factores de riesgo para desarrollar una enfermedad pulmonar o la obtención de un pronóstico o riesgo preoperatorio así como la medición de la respuesta al tratamiento. Adicionalmente, es útil en casos laborales para confirmar discapacidad respiratoria (6).

La espirometría es un procedimiento seguro, sin embargo, cuenta con contraindicaciones relativas, ya que este requiere un gran esfuerzo que resultará en un aumento de la presión arterial, demanda miocárdica, presión intratorácica, presión intracraneal, presión intraocular y presión intraabdominal que pueden tener como resultado la presencia de tos, mareo, síncope, dolor torácico o desaturación. El procedimiento no deberá continuar si el evaluado comienza a manifestar dolor al realizar la maniobra. Igualmente, una persona que no sea capaz de acatar órdenes de manera consciente o por presentar alguna discapacidad no podrá obtener un resultado espirométrico fiel, consiguiendo mediciones subóptimas (6).

Es importante mencionar que la higiene es primordial al momento de emplear la espirometría, para garantizar la seguridad del aplicador y el evaluado y evitar infección por contacto con superficies infectadas o por contacto con gotas de Flugge. Para ello se utilizan filtros en la porción distal de la boquilla empleada para el estudio, así como cubrebocas de alta eficiencia utilizada por el técnico respiratorio (6).

La espirometría es un estudio dependiente de 3 factores: un instrumento bien calibrado, un sujeto a evaluar con capacidad de seguir instrucciones y reproducir el

ejercicio y un aplicador con capacidad de apoyar al evaluado a realizar correctamente la prueba.

Para ejecutar el procedimiento, al paciente se le pedirán datos de relevancia para generar estimaciones y acercar a un diagnóstico y tratamiento. Se necesita del paciente la edad medida en años, la altura en centímetros, peso en kilogramos, índice de masa corporal calculado en kilogramos sobre metro al cuadrado, sexo al nacimiento, etnia y estatus de fumador. Se le debe preparar previo al estudio comentando el evitar fumar (cigarro convencional, vape) una hora previa al estudio con el fin de evitar broncoconstricción aguda por inhalación de humo; consumo de agentes tóxicos 8 horas previas que influyan en la capacidad cognitiva del paciente y su habilidad física; realizar ejercicio de manera intensa una hora previa al estudio para evitar la broncoconstricción secundaria a realizar ejercicio; uso de ropa que restrinja la expansión toracoabdominal evitando restricciones en la función pulmonar al momento del estudio. El paciente debe estar lo más relajado posible antes y después del estudio, sentado de manera recta, con los hombros ligeramente hacia atrás y la barbilla elevada. Se reporta que la postura en sujetos sanos o pacientes con enfermedad pulmonar, cardíaca, obesidad o neuromuscular presentaron una FEV1 y FVC más elevadas al encontrarse sentados de manera recta. Si el estudio se realizará para diagnosticar alguna condición pulmonar es útil suspender los broncodilatadores, en caso contrario, que sea para determinar la respuesta de un tratamiento establecido, los broncodilatadores generalmente siguen usándose (7).

Al momento de medir FVC se medirá la inspiración máxima, espiración máxima forzada e inspiración máxima final para poder evaluar el asa inspiratoria. Se realizará en 4 tiempos que consisten en el paciente realizando una inspiración máxima, seguida de una espiración a manera de estallido, continuada por una espiración del aire por máximo 15 segundos y por último, una inspiración máxima tras la espiración forzada. Para asegurar que FEV1 sea de un esfuerzo máximo se debe tener un volumen extrapolado <5%, si se excede este volumen, el ejercicio no es aceptable; por otro lado, se menciona que para conseguir una medición

aceptable de FVC se necesita contar con uno de los siguientes 3 indicadores de fin de una espiración forzada:

- La curva volumen/tiempo muestra una meseta por al menos 1 segundo (0.025 L), es el indicador más confiable de una espiración completa (7).
- Una vez se cumplan los criterios de aceptabilidad de las maniobras, se confirmará repetibilidad de las mismas, menos de 150 ml entre las 2 mayores (7).

Se definirá obstrucción si el porcentaje de FEV1/FVC se encuentra por debajo de los límites normales, siendo 10 o más por debajo del valor predictivo, mostrando una curva de volumen/flujo cóncava. FEV6/FVC también son parámetros valorables para reportar obstrucción en el adulto. Las entidades que se asocian con obstrucción son Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y asma (7).

Se habla de restricción si se tiene una espirometría con un FVC por debajo del límite inferior, un porcentaje de FEV1/FVC normal o elevado y se mostrará un volumen pequeño en la curva de flujo/volumen. La restricción es secundaria a pulmones pequeños en tamaño que pueden ser resultados de enfermedades como la fibrosis pulmonar, obesidad o deformidad del tórax, entre otras, al identificarse este patrón es necesario practicar más exámenes para identificar un diagnóstico clínico específico (7).

Aunado a estas variables respiratorias, la presión inspiratoria máxima (PiMax) es una técnica relevante para medir la función diafragmática, ya que el diafragma se ve afectado con el envejecimiento y la presencia de sarcopenia, ocasionando una disminución en la fuerza de la mecánica respiratoria (8).

Es un estudio realizado con un equipo portátil, boquilla y filtro, en donde se mide la presión al inspirar aplicando una resistencia estándar, lo cual al ser un circuito de unidireccional hará que el paciente pueda exhalar pero no inhalar para potencializar la fuerza diafragmática. El principal músculo inspiratorio es el diafragma, no obstante, existen músculos accesorios que pueden participar en una inspiración máxima, por lo que no es una medición específica diafragmática. Dado que la

sarcopenia puede afectar a los músculos respiratorios y el diafragma es el principal de ellos, demostrar valores bajos puede indicar disfunción de músculos respiratorios (8-9).

3.2 Fuerza muscular

3.2.1 Masa muscular

El músculo esquelético forma parte del 40% del peso del ser humano y contiene el 50-75% de las proteínas del cuerpo. Está compuesto principalmente en un 75% por agua, 20% de proteína y otros elementos como sales, minerales, grasa y carbohidratos. Es dependiente del balance entre la síntesis y degradación de proteínas, los cuales son procesos afectados por el estado nutricional, balance hormonal, actividad física, lesiones, entre otros factores (10).

Cumple con distintas funciones, la más conocida es el movimiento, el músculo convierte energía para generar movimiento, fuerza, mantener la postura, producir movimiento para generar una actividad y mantener o potencializar la salud del humano. Igualmente, cumple con un rol metabólico, en el cual contribuye al metabolismo energético basal actuando como reservorio de sustratos como aminoácidos, carbohidratos, producción de calor, consumo de oxígeno durante actividad física (10).

La presencia de una reducción de la masa muscular y pérdida de tejido magro se traduce en una pobre respuesta del cuerpo para responder ante el estrés, enfermedades agudas y crónicas. Se relaciona con una clínica negativa que incluye más susceptibilidad ante infecciones, debilidad muscular, e incluso aumento en la mortalidad (11). La masa muscular funge como indicador tanto de sarcopenia como de caquexia y desnutrición.

3.2.2 Fuerza Muscular

La fuerza muscular es la capacidad de un músculo de generar tensión contra una resistencia (12).

Hay distintos factores que intervienen con la producción de la fuerza muscular como lo son el tipo de fibras musculares y la hipertrofia de las mismas, el tipo de contracción muscular o el comportamiento elástico del músculo. Esta capacidad contráctil se condiciona por factores como la edad, el sexo, la constitución física o el tipo de entrenamiento que realizan (12-13).

La fuerza muscular influencia la capacidad del individuo para realizar tareas de la vida diaria, manteniendo así su independencia y autonomía. Los que presentan disminución en las mediciones musculares, que engloba masa muscular, fuerza muscular, y capacidad física, representan un alto riesgo para desarrollar dependencia para realizar actividades de la vida diaria (14).

La dinamometría es un método de medición de la fuerza muscular que evalúa mediante la contracción muscular isométrica. Esto se refiere al trabajo estático del grupo muscular, generando tensión sin movimiento aparente. Sin embargo, esta medición no debe ser utilizada como una aproximación para la fuerza muscular en el adulto mayor por las variaciones que manifiestan entre cada persona. La fuerza muscular puede ser un factor predictor para la dependencia en las actividades diarias (13).

La fuerza muscular medida por dinamometría disminuye, según comenta Wang “en 0.06 kg al año hasta los 50 años y con un decremento mayor de 0.37 kg al año a partir de los 50 años” (14).

La medición de la fuerza muscular se puede realizar mediante un dinamómetro de mano, Kiss menciona los valores de corte para un valor de dinamometría bajo en pacientes mayores de 75 años en <50 kPa para hombres y <34 kPa para mujeres; en población de 75 años o menor el valor para definir una dinamometría baja será de <64 kPa para hombres y <42 kPa para mujeres (15).

Dado que la masa muscular disminuye más lento que la fuerza muscular, una manera de preservar la fuerza es manteniendo la masa muscular para de cierta manera preservar la capacidad funcional al envejecer (16).

3.2.3 Dinamometría

La dinamometría es una herramienta no invasiva de bajo costo que sirve principalmente para evaluar la fuerza muscular, como indicador del estado nutricional, sarcopenia y en pacientes hospitalizados puede predecir la mortalidad y la estancia hospitalaria (16). En la Tabla 1 se muestran los valores por percentiles de dinamometría (17).

Tabla 1. Valores percentilares para dinamometría

EDAD	MANO DERECHA					MANO IZQUIERDA				
	P10	P30	P50	P70	P90	P10	P30	P50	P70	P90
HOMBRES										
20-29	33.9	41.3	45.1	50.6	56.3	34.0	39.4	43.6	47.8	53.7
30-39	36.6	42.2	45.8	50.0	56.9	34.7	40.4	44.1	48.3	53.5
40-49	34.3	37.5	42.5	46.7	53.6	32.4	37.1	40.9	45.3	50.9
50-59	30.2	36.2	41.4	44.3	50.1	29.6	35.0	38.9	42.8	48.3
60-69	26.5	32.9	37.0	40.8	45.5	26.4	30.8	34.4	37.5	41.9
≥70	22.8	27.7	32.1	35.7	40.6	21.0	26.6	28.9	31.3	36.0
MUJERES										
20-29	19.5	23.8	27.4	30.0	34.0	18.6	22.3	25.8	28.4	31.8
30-39	20.7	25.0	27.6	30.7	35.0	20.1	23.5	26.4	29.3	32.9
40-49	19.8	24.4	26.9	29.4	33.6	18.4	22.9	25.7	28.1	31.7
50-59	16.6	21.1	24.3	26.4	30.9	15.4	19.9	23.0	25.3	29.8
60-69	16.6	19.6	21.7	24.6	27.5	15.0	18.2	20.5	22.8	27.1
≥70	9.9	13.7	16.8	20.0	23.8	9.0	13.0	16.0	19.2	22.6

Información tomada de: Osuna-Padilla (17)

Existen factores que influyen en la fuerza muscular como lo es el envejecimiento, la edad, el género, el estado nutricional y algunas enfermedades. Se ha descrito también que la ingesta de proteínas está relacionada con el nivel de la fuerza muscular. El magnesio tiene un papel importante en la masa muscular, de manera que su deficiencia ocasiona un desequilibrio metabólico, lo que lleva a la disminución de la fuerza (18).

3.3 Sarcopenia

Sarcopenia es una palabra derivada del griego que significa “*penia*” escasez y “*sarx*” carne. Frontera menciona que “el término sarcopenia fue usado por primera vez por Rosenberg para referirse a la pérdida de masa magra del cuerpo con la progresión de la edad” (10). Recientemente, se habla de esta entidad agregando la

presencia de la disminución de la masa muscular y la debilidad muscular con o sin la presencia de disminución del rendimiento.

Abordando el tema de una manera microscópica, la sarcopenia se asocia a una reducción de células satélites, en específico las fibras musculares que expresan miosina tipo II de cadena pesada, las cuales son el tipo de fibras que se pierden al progresar la edad así como las unidades motoras. Así mismo, el envejecimiento se asocia con una pérdida de contenido y función mitocondrial, la cual puede revertirse parcialmente al realizar actividad física. Se menciona también que el envejecimiento afecta las fibras musculares mediante la reducción de la elasticidad, ya sea en una sola fibra o el músculo completo (10).

El desarrollo de sarcopenia depende de factores intrínsecos y extrínsecos, aunque se considera parte inevitable del envejecimiento, el grado de esta es variable. Rojas menciona los factores de riesgo para desarrollar sarcopenia siendo:

- Deficiencia nutricional.
 - Existe una disminución en la ingesta calórica y proteica en la vejez que contribuyen a la atrofia muscular. Y a la severidad de la sarcopenia secundaria a la reducción de ingesta alimentaria con la edad por pérdida de la dentición, gusto, olfato, demencia, depresión, ambiente social, entre otros (19).
- Sedentarismo.
 - La inactividad física y el desuso muscular generan pérdida de masa muscular y aumento del riesgo para desarrollar sarcopenia así como el grado de la misma. Es el principal factor de riesgo. Existe una disminución de las fibras musculares a partir de los 50 años (19).
- Desequilibrio hormonal y de citoquinas.
 - La pérdida muscular extrema desencadena el aumento de las señales catabólicas mediadas por citoquinas pro inflamatorias (TNF- α e IL-6), que generan la disminución de hormonas relevantes para el desarrollo muscular como son la hormona

de crecimiento que se encarga de aumentar y mantener la masa muscular, esta disminuye en un 50% entre los 20 y 70 años; por otro lado, la testosterona libre disminuye la sensibilidad del músculo y se verá disminuida a partir de los 73 a 94 años en una proporción de 3% al año (19).

- **Metabolismo de proteínas.**
 - Previamente, se comentó que el balance entre la síntesis y degradación de proteínas es vital para el mantenimiento y aumento de la masa muscular. Al envejecer, se reduce la producción de proteínas mixtas en un 30% y se comienzan a depositar proteínas disfuncionales que no tienen propiedades contráctiles en el músculo esquelético. Esto influye en la disminución severa de la fuerza muscular en la sarcopenia (19).
- **Remodelación de la unidad motora.**
 - Así mismo, dentro de los cambios fisiológicos se manifiesta la disminución de células nerviosas motoras. Se deteriora la comunicación entre el cerebro y el músculo (19).
- **Base evolutiva.**
 - La cual se refiere a la aplicación de las teorías evolutivas asociadas al fracaso para mantener la masa muscular y función al envejecer (19).
- **Influencias tempranas del desarrollo.**
 - Se habla del bajo peso al nacer de los productos como un marcador asociado a la reducción de la masa y fuerza muscular (19).

Se reporta que la prevalencia de sarcopenia en personas de la tercera edad se encuentra entre 4-27% según el estudio y el país de origen (10). La pérdida de la masa muscular y la fuerza es predominantemente en hombres que en mujeres. Estos fenómenos no son generalizados, y esta preservación selectiva se puede relacionar con el nivel de actividad física de la persona.

Las guías EWG-SOP2 mencionan distintas opciones como análisis mediante bioimpedancia eléctrica (BIA), imagen por resonancia magnética (IRM) y tomografía computada (TC) para realizar una medición de la masa muscular para la posterior integración del diagnóstico de sarcopenia. El uso del análisis de bioimpedancia eléctrica es un análisis práctico, no costoso y es capaz de cuantificar la masa muscular, sin embargo, sobreestima la cantidad de masa muscular y depende de la hidratación del paciente. La IRM y la TC son más precisas al momento de cuantificar masa; sin embargo, carecen de la practicidad y reproducibilidad de la BIA.

La sarcopenia se asocia a la pérdida de capacidad muscular secundaria, a limitaciones de la movilidad en personas mayores repercutiendo en su funcionalidad, así como aumento del riesgo de caídas y fragilidad (15). Las complicaciones de la sarcopenia a menudo se relacionan con entidades subyacentes como la caquexia, que es un síndrome metabólico caracterizado por una pérdida muscular severa con o sin pérdida de tejido graso; el síndrome de fragilidad, es un decremento fisiológico con el paso de los años asociado a un mayor riesgo de caídas hospitalización etc.; la obesidad sarcopénica, se manifiesta una pérdida muscular con un aumento de tejido adiposo (19).

Los músculos respiratorios no se eximen de las consecuencias asociadas de esta entidad, la sarcopenia afecta de manera celular a las fibras musculares, generando una disminución en tamaño y número, afectando principalmente a las fibras tipo II. El diafragma está formado por fibras musculares tipo I, que son de contracción lenta, y fibras musculares tipo II, de contracción rápida. Sato menciona que el diafragma se ve afectado ante la presencia de sarcopenia y el envejecimiento, sufriendo una disminución en la presión transdiafragmática del 20-41%, y en general, una disminución de la fuerza de la musculatura respiratoria en 30%, que puede resultar en hipoventilación asociada y posiblemente alteraciones en la mecánica de la tos (20).

3.3.1 Sarcopenia respiratoria

Kera discute que “la sarcopenia respiratoria debería incluir la masa de la musculatura respiratoria, la fuerza y/o la función” (21). Sin embargo, la medición de la musculatura respiratoria es dependiente de la accesibilidad al equipo, que es limitada.

La Japanese Association of Rehabilitation Nutrition (JARN) generó criterios basados en la disminución de la presión máxima de boca y la masa de los músculos respiratorios, así como la presencia de sarcopenia generalizada, los cuales fueron obtenidos mediante la obtención de masa muscular, fuerza y actividad física (21).

Usando los criterios descritos por JARN, se hablará de sarcopenia respiratoria en el contexto de un paciente con presencia de sarcopenia y FVC baja. La sarcopenia respiratoria será ante FVC con un valor más bajo que el límite inferior de este parámetro según sexo, edad y altura. Kera menciona que “la fuerza la musculatura respiratoria se relaciona fuertemente con la mortalidad a diferencia de la fuerza de los miembros”, sin embargo, también comenta que “la masa de la musculatura respiratoria puede no indicar significativamente presencia de sarcopenia respiratoria” (21).

Puede existir debilidad de la musculatura respiratoria en ausencia de sarcopenia generalizada, y el diagnóstico de esta entidad secundaria a disfunción respiratoria se conjunta ante la existencia de debilidad muscular respiratoria y disfunción respiratoria, ya sea obstructiva o restrictiva (21).

Como se mencionó previamente, las consecuencias de la sarcopenia son relevantes clínicamente por la disfunción orgánica y fisiológica que puede generar. Sin embargo, la sarcopenia respiratoria puede disminuir la función respiratoria, rendimiento físico, rendimiento en actividades diarias y pronóstico en distintas patologías. Se relaciona con un riesgo alto de mortalidad en los adultos mayores y es un factor de riesgo para desarrollar neumonía. Igualmente, se asocia con la tasa de reintubación orotraqueal (21).

El tratamiento hacia este grupo no se ha estudiado tan extensamente como en la sarcopenia generalizada, pero estudios muestran que los pacientes con presencia de sarcopenia respiratoria se benefician de una terapia dual basada en actividad física e intervención nutricional (21).

Sato comenta que el realizar entrenamientos para la musculatura respiratoria es la intervención más favorable en cuestión de tratamiento, ya que ha demostrado mejorar la fuerza del músculo respiratorio, función respiratoria, función física y calidad de vida. Igualmente, comentan que en pacientes adultos mayores con sarcopenia generalizada se vio una mejoría al realizar entrenamiento de fuerza, observando una mejoría en el flujo espiratorio máximo, masa muscular esquelética y dinamometría. En referencia a la intervención nutricional, se comenta que tiene beneficios en masa muscular, esquelética y fuerza de los músculos respiratorios (20).

3.3.2 Obesidad sarcopénica

La obesidad sarcopénica se define como el exceso de tejido adiposo en presencia de baja masa muscular/ función muscular (22). Se consideran pacientes con riesgo de sufrir esta entidad o desarrollarla a aquellos con presencia de alto índice de masa corporal o de circunferencia abdominal, así como la presencia de factores que sugieren una disminución de la masa del músculo esquelético y función (22).

Puede ser obesidad sarcopénica primaria que relaciona el envejecimiento con factores de riesgo para la progresiva pérdida de masa muscular con incremento de tejido adiposo, una vida sedentaria o dieta inadecuada. La obesidad sarcopénica secundaria se refiere a la presencia de obesidad como factor acelerante y una enfermedad aguda o crónica que puede propiciar el catabolismo muscular (22).

El diagnóstico dependerá de la evaluación de la función muscular, evaluación de la composición corporal (masa magra, masa muscular). Se evalúa la función del músculo esquelético mediante dinamometría para valorar la fuerza muscular o el test de Chair-Stand. También se valora la composición corporal mediante la

absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), que es el estudio de primera elección o la BIA, como estudio alternativo. El uso de la tomografía computada y la resonancia magnética deberían usarse cuando se encuentren disponibles (22).

Los cambios alimentarios, como una adecuada ingesta de proteína, en la actividad física y en el estilo de vida, son pilares en el tratamiento de esta entidad. No obstante, se debe dar un tratamiento individualizado, ya que las estrategias para tratar sarcopenia y obesidad pueden no ser benéficas al momento de tratar con la obesidad sarcopénica (22).

3.4 Ángulo de fase

La impedancia bioeléctrica (BIA), es el método más sistematizado para la evaluación de la composición corporal (23). Es una técnica no invasiva que se realiza mediante la conducción eléctrica propiciada por los fluidos corporales y se encuentra ampliamente ligada con la salud celular, lo que nos indica el estado nutricional, de hidratación e incluso de inflamación.

Se realiza con equipo de monofrecuencia o multifrecuencia, e introduce una corriente eléctrica mediante electrodos que se encuentran estratégicamente colocados en la zona dorsal de la mano y pie, así como en la articulación radiocarpiana y tibioperonea del hemicuerpo, por lo general derecho (23).

El BIA estudia la composición corporal a nivel molecular midiendo la capacidad de conducción eléctrica del cuerpo que posteriormente dará estimaciones referentes a la composición hídrica total, intracelular y extracelular. Así mismo, evalúa la proporción de masa libre, masa magra y compartimientos grasos en el cuerpo (23).

La impedancia bioeléctrica medirá dos variables obtenibles por el paso de corriente: la resistencia y la reactancia. La reactancia es dada por la celularidad del tejido y el tamaño de la célula, y la resistencia, es dada por la hidratación del tejido (23). El ángulo de fase (AF) es una relación vectorial obtenida por la resistencia, la reactancia y Z que es proporcional a la resistencia, el ángulo que se forma es el AF. Se calcula como el arcotangente de la relación entre la reactancia y la resistencia.

El ángulo de fase aumenta progresivamente durante la infancia, alcanza el máximo en la juventud, se mantiene durante la edad adulta y declina progresivamente en la vejez, alcanzó el valor mínimo a los 80 años, similar entre hombres y mujeres. Las variables más relevantes para la obtención de un ángulo de fase son la edad, el sexo y el índice de masa corporal ($<30 \text{ kg/m}^2$) (23).

El ángulo de fase es un indicador de supervivencia, así como otros desenlaces clínicos en adultos mayores, así como en otras condiciones clínicas como lo son el cáncer, la cirrosis y la cirugía (24).

Al valorar la malnutrición, se relacionan los valores bajos con la severidad de la enfermedad y por consiguiente, peor pronóstico. Carreira comenta que la cohorte para ángulo de fase será “ 5° en varones y $4\text{-}6^\circ$ en mujeres” (23) lo que indica peor pronóstico y estancia hospitalaria prolongada.

Kawakami menciona que distintos factores afectan el ángulo de fase como “factores biológicos, estado de hidratación, estado nutricional” (25). La pérdida de masa muscular y el cambio de las fibras musculares hacia no contráctiles, la disfunción muscular y la función física disminuida también han demostrado ser factores que reducen el ángulo de fase (25).

Se ha demostrado como el ángulo de fase bajo es un factor de riesgo para el desarrollo de fragilidad en adultos. También se menciona que un ángulo de fase tiene una fuerte asociación con fragilidad en las mujeres participantes del estudio (26).

Distintos estudios han establecido la relación entre el ángulo de fase y la dinamometría en adultos mayores y pacientes con comorbilidades. Kawakami también menciona dentro de sus hallazgos encontrar una asociación entre una dinamometría baja y un ángulo de fase bajo en pacientes con falla cardíaca (25).

De Blasio propone que la medición del ángulo de fase en conjunto con la capacidad inspiratoria dentro de la valoración del EPOC debería considerarse en conjunto, ya que tiene un alto valor pronóstico sobre el riesgo de mortalidad en el corto a mediano plazo. Así mismo, debería incluirse dentro de la evaluación de

paciente con EPOC especialmente en aquellos con Clasificación de GOLD grado III y IV, pero identificar a aquellos pacientes en riesgo de muerte. Dentro de sus hallazgos también reportan que aquellos sujetos que presentaban un ángulo de fase por debajo de $<4.2^{\circ}$ eran susceptibles a indicar un alto riesgo de estado nutricional deficiente, así como de mortalidad. De Blasio también reporta que la tasa de mortalidad entre los sujetos después del periodo de seguimiento no fue significativamente diferente entre hombres y mujeres, con un “13.1% contra 14.9% respectivamente” (24). Igualmente, comentan que fue ligeramente superior en aquellos pacientes con presencia de EPOC severo o muy severo. De la misma manera, el ángulo de fase funge como predictor de baja fuerza muscular periférica y respiratoria en paciente con EPOC. Concluyen que la razón de impedancia y el ángulo de fase como variables independientes de bioimpedancia eléctrica son, por sí mismos, fuertes predictores de mortalidad a dos años en pacientes con EPOC (24).

Continuando en el tenor de ángulo de fase en enfermedades respiratorias, Cornejo-Pareja comenta dentro de su revisión sistemática que el ángulo de fase se ha identificado como un factor de mal pronóstico en pacientes con COVID-19, en el cual se reporta un ángulo de 3.95° como punto de corte para predecir la mortalidad a 90 días con una sensibilidad de 93.8% y una especificidad de 66.7%” (27). Por otro lado, se menciona que el ángulo de fase funge como un buen predictor de complicaciones como lo son los eventos tromboembólicos, falla renal, delirium y fibrosis pulmonar. En el mismo estudio, reportan que un ángulo de fase mayor se correlaciona con menor estancia hospitalaria, así como menor tasa de admisión a la unidad de cuidados intensivos (27).

Estos antecedentes cimentan la posibilidad de aplicación para determinación de ángulo de fase y fuerza muscular hacia otras patologías.

4. ANTECEDENTES

Las enfermedades respiratorias han generado una gran carga en el sistema de salud a nivel mundial. El pulmón es el único órgano interno que se encuentra en contacto con el medio externo y, por lo tanto, resulta más susceptible ante alérgenos y patógenos.

Las enfermedades respiratorias no transmisibles son aquellas que afectan las vías respiratorias, ejemplos de estas son: la EPOC, el asma, alergias respiratorias, enfermedades ocupacionales e hipertensión pulmonar. Dentro de los factores de riesgo para desarrollar estas entidades se encuentra el tabaquismo (activo y pasivo), la contaminación del aire en espacios cerrados, contaminación exterior, alérgenos, y exposición a riesgos ocupacionales como el polvo y productos químicos (28).

Se ha reportado que en México, el asma afecta al 8% de la población cuyos factores de riesgo para desarrollarlo son la mala calidad de aire, el tabaquismo, exposición a humo de leña y genética (29). Así mismo, la EPOC es una enfermedad que afecta al 10% de la población mexicana, la cual es causada principalmente por el tabaquismo (30). Según datos de la Secretaría de Salud, “en México hay 17.3 millones de fumadores, 12.1 millones son hombres y 5.2 son mujeres”(31).

En el país, 28 millones de mexicanos utilizan biomasa, en específico leña, para realizar las actividades del hogar, los cuales usualmente se emplean en fogones abiertos. La COEPRIS señaló que esta población se encuentra mayormente distribuida en zonas rurales, en donde la gran mayoría utiliza la leña para sus actividades diarias, sin embargo, continúa siendo usada en zonas urbanas en una pequeña proporción. Las mujeres se encuentran expuestas al humo de leña secundario a cocinar con una proporción de 3-7 horas diarias durante muchos años, llevando a desarrollar patologías respiratorias como el EPOC (32-33).

El envejecimiento es un factor importante para el aumento y complicación de las enfermedades respiratorias, así como la presencia de comorbilidades. Actualmente, en México experimenta un cambio en la pirámide demográfica con un incremento

en la población de adultos mayores. De acuerdo al INSP, se ha documentado un aumento del “3.8% anual en el grupo etario de 65 años y más frente al -1.3% de los menores de cinco años” (34), y se prevé que para el 2025 la población adulta sobrepasará a la población infantil. Igualmente, se ha descrito un cambio en el patrón de mortalidad, en el cual previamente se veían más afectados los infantes y ahora predominan las muertes en la población adulta (34).

El INEGI, en las Estadísticas de Defunciones Registradas presentadas el 24 de enero del 2024, reportó dentro de las principales causas y número de muertes, según sexo, en el periodo enero-junio de 2023, que dentro del rango de mujer a la influenza y neumonía con 7258 casos en el quinto lugar. Igualmente, las enfermedades obstructivas crónicas ocupan el séptimo lugar con 4353 casos (35).

Así mismo, dentro de la tabla con las 10 principales causas y números de muertes en mujeres, según grupo de edad en el periodo de enero-junio de 2023, las neumopatías en el grupo etario de 45-54 años aparece la influenza y neumonía con 409 casos en el sexto lugar; de 55-64 años de edad la influenza y neumonía continuó en el sexto lugar de la tabla con 841 casos y las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas con 269 casos en la décima posición; en la población de 65 años y mayores, se encuentra a la influenza y neumonía en el quinto lugar con 5362 casos y a las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas con 4441 casos (35).

Igualmente, el INEGI generó nuevos gráficos en las Estadísticas de Defunciones Registradas Enero a Marzo 2024, en los cuales se reporta dentro de la tabla de las 10 principales causas de muerte, según sexo periodo enero-marzo 2024 en el rango de mujeres a la influenza y neumonía como la cuarta causa con 5040 casos y a las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas con 2809 casos como la séptima (36).

Por otro lado, dentro de las 10 principales causas de muerte en mujeres, según grupos de edad en periodo de enero-marzo 2024 la influenza y neumonía son la quinta causa de defunción con 283 casos en el grupo de mujeres de 45-54 años; en el grupo etario de 55-64 años la influenza y neumonía se mantienen en la quinta

posición con 601 casos y se reporta la enfermedad pulmonar obstructiva crónica con 152 casos en la décima posición; en las mujeres de 65 años o mayores la influenza y neumonía ocupa la cuarta posición con 3659 casos y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica se encuentra en la sexta posición con 2598 casos (36).

Por último, en Michoacán, dentro de la tabla se reporta entre las 5 principales causas de muerte, según entidad federativa de residencia habitual y sexo de la persona fallecida, en el rango de mujer, la influenza y neumonía, en el quinto lugar con 133 casos (36).

Estos datos permiten visualizar la mortalidad secundaria a neumopatías entre la población de mujeres mexicanas en los últimos años.

Igualmente, existen distintas formas de valorar la salud y el estado nutricional de los individuos tanto de manera general como sistemáticamente, en este caso específico en relación con el sistema respiratorio.

El ángulo de fase se ha descrito como un indicador global de salud y un índice muscular, el cual es capaz de predecir distintos escenarios clínicos en el individuo, como son función muscular y física, masa muscular, inflamación y estrés oxidativo. Duarte describió su utilidad para evaluar los cambios fisiológicos del ser humano así como para distinguir el grado de inflamación, la oxidación celular y el riesgo de mortalidad, entre otros aspectos de relevancia (37-38).

Igualmente, se ha mencionado en diversas investigaciones la relación inversa que existe entre el ángulo de fase medido mediante bioimpedancia eléctrica y la masa y fuerza muscular en adultos mayores. También Duarte et al. comentaron dentro de sus hallazgos que valores altos de ángulo de fase se correlacionan con una mejor capacidad funcional, por lo tanto, este indicador se puede utilizar como un factor predictor de la misma (37). Asimismo, se ha demostrado su relación con la fuerza muscular y sus resultados asociados con el ángulo de fase, medidos mediante dinamometría de mano y flexión de rodilla, los cuales sugieren que los valores altos de ángulo de fase son reflejo de un buen sistema neuromuscular (37).

En otro estudio, Gigante et al., mencionaron que el ángulo de fase se encuentra frecuentemente por debajo del valor normal en presencia de enfermedades inflamatorias y crónicas (40). También, se habla sobre como Krause et al. dilucidaron la correlación positiva que existe entre ángulo de fase y la capacidad vital forzada (FVC) (41) y mismo que fue corroborado en el estudio de Gigante et al., en el cual encontraron un promedio de ángulo de fase de “4.5° más menos 0.8°” y una capacidad vital forzada de “94 más menos 19%” entre su población de estudio y al realizar múltiples análisis de regresión logística se reafirmó esta correlación positiva entre ángulo de fase y FVC, concluyendo que este marcador nutricional es sumamente útil para demostrar función pulmonar deficiente, severidad de la enfermedad y actividad (40).

La función pulmonar se ve modificada por distintos factores como la edad, el sexo, la fuerza muscular y los antecedentes de exposición a agentes tóxicos como el tabaco, el humo de leña o exposición a asbestos (33).

Martínez-Luna reportó una correlación positiva entre volumen espiratorio forzado en 1 segundo (FEV1) y ángulo de fase, igualmente reportó la asociación positiva entre la capacidad vital forzada (FVC) y el ángulo de fase. Dentro de su estudio, el ángulo de fase demostró ser un predictor para FEV1 y FVC ajustado a edad, sexo y talla. Por cada grado que aumentaba el ángulo de fase, existía un incremento de 5.74% para FEV1 y 3.87% para FVC. Se observó una asociación entre el ángulo de fase disminuido con un FEV1 y fuerza muscular disminuida en pacientes con presencia de EPOC (42). Cabe destacar que la fuerza muscular es un predictor importante de mortalidad (39). También se reportó en un estudio con pacientes de 50 años y mayores, que aquellos con obesidad abdominal tenían una función pulmonar disminuida. La función pulmonar se encontraba aún más disminuida en personas con obesidad generalizada (42).

Liu et al. reportaron una correlación positiva significativa entre la fuerza muscular de los miembros superiores, la fuerza de la musculatura inspiratoria y espiratoria y la relación FEV1/FVC. La fuerza muscular de los miembros superiores medida mediante pruebas isométricas se correlacionó significativamente con la

función pulmonar y la fuerza de la musculatura respiratoria en pacientes con EPOC estable. Igualmente, se mencionó que la resistencia del flexor del codo juega una función importante en la función pulmonar y la fuerza de la musculatura inspiratoria, mientras que la fuerza muscular de los extensores del codo es relevante para la fuerza de la musculatura espiratoria (43).

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al avanzar la edad, existirá un decremento en las funciones fisiológicas del ser humano. Los cambios aparecerán a distintos niveles y se pueden manifestar como pérdida de la masa muscular, de la fuerza muscular, las cuales pueden conllevar a que el cuerpo no sea capaz de actuar eficazmente ante distintos escenarios. Así mismo, el sistema respiratorio sufre cambios a mayor edad, presentando disfunción morfológica, fisiológica y/o funcional, resultando en complicaciones respiratorias.

El ángulo de fase medido mediante bioimpedancia eléctrica, es un indicador que en los últimos años se ha explorado cada vez más, por su capacidad de reportar la salud celular, así como el contexto nutricional del individuo, elementos necesarios para evaluar el pronóstico del sujeto. Por otro lado, la fuerza muscular obtenida mediante dinamometría, es una medición de la fuerza y por consiguiente de la capacidad funcional del individuo para realizar sus tareas diarias y desenvolverse en sociedad. Por último, las pruebas de función pulmonar reflejan la salud pulmonar y la capacidad respiratoria, destacando entre las más relevantes FEV1, FVC, FEV1/FVC y PIMax.

Estos elementos por separado han sido ampliamente estudiados, sin embargo, existe muy poca información documental respecto a la comparación entre fuerza muscular, ángulo de fase y pruebas de función pulmonar, los cuales podrían contribuir al tratamiento conjunto del paciente mediante la evaluación integral del mismo creando una capacidad pronóstica para enfermedades agudas o crónicas, en este caso específico hacia enfermedades respiratorias.

Por lo anterior, fue relevante comenzar a generar conocimiento respecto a estos indicadores y su relación con las entidades patológicas para dar una atención amplia y documentada sobre la salud del individuo.

Secundario a esta brecha de información, surgieron preguntas como: ¿Existió una correlación entre el ángulo de fase, la fuerza muscular y las pruebas de función pulmonar en un grupo de mujeres con factores de riesgo respiratorios? ¿Esta comparación pudo apoyar al mejoramiento de la atención y tratamiento de los pacientes?

El poder responder estas preguntas planteó un panorama para la futura atención del sujeto, apoyando a tener un enfoque personalizado y un tratamiento más certero.

6. JUSTIFICACIÓN

La población mexicana se enfrenta a distintos retos de salud secundarios a sus hábitos higiénico-dietéticos y la proporción de actividad física que realiza. El Instituto Nacional de Salud Pública, a través de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2022, reportó que el mexicano se ha vuelto cada vez más sedentario con el paso de los años, Jáuregui mencionó que solo “1.5% de los niños y niñas, 4.7% de los adolescentes, 4.0% de los adultos y 1.5% de los adultos mayores cumplen con las recomendaciones de los tres comportamientos del movimiento” (44).

El sedentarismo, la deficiencia nutricional, el metabolismo de proteínas, entre otros elementos, son factores de riesgo para el desarrollo de sarcopenia, la cual es una entidad que caracterizada por la disminución de la masa muscular así como disminución en la fuerza muscular, que repercute en la función y la fisiología del enfermo y es capaz de afectar distintos sistemas como el sistema respiratorio (19).

La sarcopenia respiratoria repercute en la musculatura respiratoria afectando su masa, la fuerza y/o la función de estos músculos.

Asimismo, la población mexicana se ve expuesta a distintos factores de riesgo respiratorios como son la exposición a biomasa, tabaquismo, contaminación de aire ambiente, exposición ocupacional a humos, entre otros. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) reportó que “Las enfermedades respiratorias crónicas (ERC) se encuentran entre las principales causas de muerte y discapacidad en la Región de las Américas. Las ERC incluyen la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma” (28). Igualmente, la OPS reportó que “en el 2019, las enfermedades respiratorias causaron el 30.8% de las defunciones por 100,000 habitantes en México” (28). El INEGI describió, en su informe de Estadísticas de Defunciones Registradas Enero-Marzo 2024, neumopatías como influenza, neumonía y EPOC, en la cuarta y séptima causa de muerte respectivamente en mujeres mexicanas, y en el estado de Michoacán, reportaron a la influenza y neumonía en la quinta causa de mortalidad en mujeres en el mismo periodo (35).

Los cambios en la función respiratoria pueden ser observados mediante mediciones de parámetros de función pulmonar como son FEV1, FVC, FEV1/FVC y parámetros especiales que miden la presión inspiratoria máxima (PIMax), el cual mide la función diafragmática. Este músculo se afectará con el envejecimiento y la presencia de sarcopenia, ocasionando una disminución en la fuerza de la mecánica respiratoria.

La evaluación de la disminución de la fuerza muscular mediante dinamometría es de fácil acceso y bajo costo. Indica la capacidad funcional del paciente y su riesgo de progresar hacia un síndrome de fragilidad o necesidad asistencial. Por otro lado, la medición del ángulo de fase, habla de la integridad celular y la composición corporal del individuo, abriendo una ventana hacia el pronóstico clínico del mismo.

De ser evaluados estos elementos, haciendo una detección oportuna de los cambios relevantes, se podría hacer una intervención temprana, ajustando el tratamiento a las necesidades individuales de cada paciente y evitando una mayor progresión de la morbilidad a la mortalidad.

7. HIPÓTESIS

7.1 Hipótesis nula

Los valores bajos de ángulo de fase y fuerza muscular medidos por bioimpedancia eléctrica y dinamometría de mano no se correlacionan significativamente con valores de presión inspiratoria máxima.

7.2 Hipótesis alterna

Los valores bajos de ángulo de fase y fuerza muscular medidos por bioimpedancia eléctrica y dinamometría de mano se correlacionan proporcionalmente con valores de presión inspiratoria máxima.

8. OBJETIVOS

8.1 Objetivo general

Comparar los valores de ángulo de fase y fuerza muscular con pruebas de función pulmonar en un grupo de pacientes del Hospital de la Mujer.

8.2 Objetivos específicos

1. Determinar los valores de ángulo de fase y masa muscular en un grupo de pacientes con enfermedades crónicas y su respectivo control.
2. Evaluar las pruebas de función pulmonar en un grupo de pacientes y su control.
3. Correlacionar los valores de ángulo de fase y fuerza muscular con los datos de las pruebas de función pulmonar en el grupo de estudio y control.

9. MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio: Se llevó a cabo un estudio de tipo clínico comparativo, correlacional, transversal y observacional.

9.1 Universo de estudio

Pacientes femeninos mayores de edad en seguimiento por neumopatía o factores de riesgo respiratorios por parte de la consulta de neumología del Hospital de la Mujer.

9.2 Tamaño de la muestra

La muestra fue seleccionada por conveniencia de aquellas mujeres que asistieron a las campañas de espirometría gratuitas ofertadas por el servicio de neumología del Hospital de la Mujer en las tres fechas propuestas (20 de agosto, 15 de octubre y 19 de noviembre de 2024). Se seleccionó a aquellos que quisieron participar y que cumplieron con los criterios de inclusión pertinentes para el estudio.

Se previó una muestra de 50 pacientes aproximadamente en un rango de edad de 50 a 99 años, quienes conforman mayormente la población que se evalúa en la consulta de neumología del mismo hospital.

9.3 Definición de las unidades de observación

Mujeres de 50 a 99 años de edad con capacidad funcional conservada con factores de riesgo respiratorio como son exposición a biomasa, índice de exposición a humo de leña (IEHL) mayor o igual a 100, índice tabáquico mayor a 10 cig/día que asistieron a las campañas de espirometría ofertadas en el Hospital de la Mujer, quienes participaron voluntariamente en el estudio, firmando un consentimiento informado, el acuerdo de protección de datos personales y que cumplieron con los criterios de inclusión.

9.4 Definición del grupo control

Femeninos de 50-99 años de edad, trabajadoras del Hospital de la Mujer, familiares de pacientes neumópatas sin factores de riesgo respiratorios ni neumopatías de base, dispuestas a participar en el estudio de manera voluntaria.

9.5 Criterios de inclusión

1. Pacientes femeninos con rango de edad de 50-99 años.

2. Pacientes con capacidad funcional conservada o semi conservada (con capacidad de supinación para medición de peso y talla)

3. Pacientes con factores de riesgo respiratorios.

4. Trabajadoras del Hospital de la Mujer y familiares femeninos dentro del rango de edad (50 años en adelante) sin neumopatías asociadas.

9.6 Criterios de exclusión

1. Pacientes masculinos.

2. Pacientes que no pertenecen a la población del Hospital de la Mujer.

3. Pacientes que no entren dentro del rango de edad.

4. Pacientes embarazadas

5. Pacientes con marcapasos

6. Pacientes con contraindicaciones relativas para la realización de pruebas espirométricas como enfermedad infecciosa aguda, alteraciones neuromusculares que impidieron la participación en el estudio, hipertensión arterial no controlada, uso reciente de broncodilatador.

7. Pacientes con contraindicaciones absolutas para la realización de pruebas espirométricas como presencia de aneurisma, infarto agudo al miocardio en las últimas 4 a 6 semanas, embolismo reciente, desprendimiento de retina reciente.

9.7 Criterios de eliminación

1. Pacientes que rechazaron participar en el estudio.

2. Pacientes sin consentimiento informado o sin el formato de protección de datos personales propiamente llenado y firmado.

3. Pacientes que requirieron apoyo ventilatorio de emergencia.

4. Pacientes que no concluyeron las mediciones pertinentes al presente.

9.8 Definición de variables y unidades de medida

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	UNIDAD	TIPO	CODIFICACIÓN
Edad	La edad se mide en años enteros desde el momento del nacimiento hasta la fecha en que se evalúa.	Años enteros	Cuantitativa discreta	No aplica
Peso	El peso se usa mediante la medición del peso corporal total de una persona. Mediante báscula.	Kilogramos (Kg)	Cuantitativa continua	No aplica
Talla	La talla se mide desde la base de los pies hasta la parte superior de la cabeza, mediante el uso del estadímetro.	Metros (m)	Cuantitativa continua	No aplica
Fuerza de presión	La fuerza de presión se mide mediante un dinamómetro, que registra la fuerza máxima ejercida por la mano del sujeto al apretar el aparato.	Kilogramos de fuerza (Kgf) o Newtons (N)	Cuantitativa continua	No aplica
Ángulo de fase	El ángulo de fase se mide mediante la impedancia bioeléctrica evaluando la resistencia y la reactancia de los tejidos, generando un vistazo a la integridad celular.	Grados (°)	Cuantitativa continua	No aplica

IMC	El índice de Masa Corporal es utilizado para clasificar a las personas en categorías de peso bajo, peso normal, sobrepeso, obesidad. Se obtiene mediante un cálculo usando peso y talla.	Kilogramos sobre metro cuadrado (Kg/m ²)	Cuantitativa continúa	No aplica
PiMax	PiMax determina la presión inspiratoria máxima que se genera durante una inhalación máxima desde el volumen residual.	Centímetros de agua (cmH ₂ O)	Cuantitativa continúa	No aplica
FEV1	Medido mediante espirometría, evalúa el volumen de espiración forzada en 1 segundo tras una inhalación máxima.	Litros (L)	Cuantitativa continúa	No aplica
FVC	FVC se mide también mediante espirometría, y representa el volumen total de aire que se puede exhalar de manera forzada después de una inhalación máxima.	Litros (L)	Cuantitativa continúa	No aplica
Tabaquismo	El tabaquismo es el hábito de consumir productos derivados del	Fumador o no fumador	Cualitativa categórica nominal	No aplica

	tabaco. Se habla de fumador cuando se ha consumido tabaco en los últimos 30 días de forma regular, y como no fumador, si no lo ha hecho.			
Nivel educativo	El nivel educativo se refiere al nivel máximo de grado de estudio formal que una persona concluye dentro del sistema educativo.	Primaria (completa/incompleta), secundaria (completa/incompleta), preparatoria (completa/incompleta), licenciatura (completa/incompleta), posgrado, escuela técnica	Cualitativa ordinal	No aplica

9.9 Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información

Se revisaron artículos de divulgación científica en idioma español o inglés, con un intervalo de publicación entre 2018-2024, con información altamente significativa con base en “p” en caso de aquellos que realicen intervenciones o que cuenten con información de relevancia para lo que se está buscando.

9.9.1 Peso

Para la obtención del peso se utilizó ropa ligera y sin zapatos, se le pidió a la persona que se retirara el suéter o chamarra y sus zapatos. Posteriormente, se le pidió que se subiera a la báscula de espaldas. Al final de la medición se anotaron los resultados y la hora en la que se obtuvieron en una bitácora (45).

9.9.2 Talla

Con la persona sobre la báscula se midió la estatura utilizando el estadiómetro. Se le pidió que se posicionara de espaldas, con los talones unidos, con sus hombros relajados y su cuerpo lo más recto posible. En caso de que la persona llevara puesto algún objeto sobre su cabeza que pueda interferir en la medición, se le pidió que se lo retirara (45).

9.9.3 Índice de Masa Corporal (IMC)

Es una medida antropométrica que se utiliza para clasificar a las personas en bajo peso, normopeso, sobrepeso u obesidad. Para ello se usó la siguiente fórmula:

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Peso en kilogramo}}{\text{Talla en metros}^2}$$

Tabla 2. Clasificación del Índice de Masa Corporal

Clasificación	IMC (Kg/m²)
<i>Bajo peso</i>	<18.5
<i>Normopeso</i>	18.5-24.9
<i>Sobrepeso</i>	25-29.9
<i>Obesidad grado I</i>	30-34.9
<i>Obesidad grado II</i>	35-39.9
<i>Obesidad grado III</i>	>40

Información tomada de: (Saverza, A.) (45)

9.9.4 Dinamometría

El dinamómetro es una herramienta utilizada para medir la fuerza muscular. Es una prueba rápida, sin dolor y sencilla. Para realizar la medición, se le explicó a la persona como se llevaría a cabo la prueba; posteriormente, se le pidió que se sentara recto en una silla, que flexionara su brazo en un ángulo de 90° y sujetara el dinamómetro por unos segundos hasta que marcara el resultado (46). Esta prueba puede realizarse de pie o sentado. Se realizaron 3 mediciones en cada mano

alternando en cada medida y se anotaron los resultados obtenidos en cada medición (46).

9.9.5 Ángulo de Fase

Se realizó con equipo de multifrecuencia, con el cual se introdujo una corriente eléctrica mediante electrodos estratégicamente colocados en la zona dorsal de la mano y pie, así como en la articulación radiocarpiana y tibioperonea del hemicuerpo, por lo general derecho. Se midieron dos variables obtenidas por el paso de corriente: la resistencia y la reactancia. El ángulo de fase (AF) es una relación vectorial obtenida por la resistencia, la reactancia y Z que es proporcional a la resistencia, el ángulo que se forma es (AF) (23).

9.9.6 Espirometría

Se solicitaron datos necesarios al paciente para generar estimaciones, aproximarse a un diagnóstico y planear un tratamiento. Se obtuvo la edad medida en años, la altura en centímetros, peso en kilogramos, índice de masa corporal calculado en kilogramos sobre metro al cuadrado, sexo al nacimiento, etnia y estatus de fumador. Se le preparó previo al estudio sugiriendo evitar fumar cualquier tipo de cigarrillo, ya sea convencional o electrónico, una hora previa al ejercicio debido a que puede generar broncoconstricción aguda por inhalación de humo; evitar consumir agentes que puedan influir en la capacidad cognoscitiva del paciente y su habilidad física 8 horas previas a la prueba; evitar realizar ejercicio de manera intensa una hora previa al estudio para prevenir la broncoconstricción secundaria al mismo; impedir el uso de ropa que restrinja la expansión toracoabdominal evitando restricciones en la función pulmonar al momento del estudio. Se solicitó al paciente estar lo más relajado posible antes y después del estudio, sentado de manera recta, con los hombros ligeramente hacia atrás y la barbilla elevada. Se reporta que la postura juega un rol importante en sujetos sanos o pacientes con enfermedad pulmonar, cardíaca, obesidad o neuromuscular ya que presentaron una FEV1 y FVC más elevadas al encontrarse sentados de manera recta (3,6-7).

Si el estudio fue con fines diagnósticos para alguna condición pulmonar se solicitó suspender los broncodilatadores. En caso contrario, por ejemplo para determinar la respuesta de un tratamiento establecido, los broncodilatadores generalmente siguen usándose (3,6-7).

Al medir FVC se midió también la inspiración máxima, espiración máxima forzada e inspiración máxima final para la posterior evaluación del asa inspiratoria. Se realizó en 4 tiempos que consistieron en el paciente realizando una inspiración máxima, seguida de una espiración a manera de estallido, continuada por una espiración del aire por máximo 15 segundos y por último, una inspiración máxima tras la espiración forzada. Para asegurar que FEV1 sea de un esfuerzo máximo se debe tener un volumen extrapolado <5%, si se excede este volumen, el ejercicio no es aceptable (3,6-7).

La presión inspiratoria máxima (PiMax) es un estudio realizado con un equipo portátil, boquilla y filtro, en donde se mide la presión al inspirar aplicando una resistencia estándar, lo cual al ser un circuito unidireccional hará que el paciente pueda exhalar pero no inhalar para potencializar la fuerza diafragmática (3,6-8).

10. ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

10.1 Programa de trabajo

	2024-2025																											
	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero							
Diseño de protocolo	█		█																									
Autorización de protocolo																												
Ejecución					█				█				█															
Análisis de resultados					█				█				█				█											
Informes de avances																												
Informe final																												
Presentación de resultados ante el CEI																												
Presentación de examen de tesis de licenciatura																												

10.2 Recursos humanos

MPSSI Tzanda Lizeth López Camarena	Aplicación de cuestionarios para la obtención de datos personales Realización de tomas antropométricas Realización de experimentos
Dr. Luis Alfredo Trujano Ramos	Jefe de Nutriología del Hospital de la Mujer.
Dra. Mónica Velázquez Uncal	Neumóloga adscrita del servicio de Medicina Interna del Hospital de la Mujer.

10.3 Recursos materiales

El presente estudio se llevó a cabo mediante la utilización de los siguientes materiales: báscula, estadímetro, espirómetro, dinamómetro, BIA RJL, electrodos para BIA, guantes de látex, torundas con alcohol, carta de consentimiento informado y de la hoja de datos personales de los participantes y computadora.

10.4 Presupuesto

Material	No. de unidades	Precio unitario	Precio global
Quantum IV Body Composition Analyzer	1 aparato	\$55737.02	\$55737.02
Electrodos para BIA	500 electrodos	\$4.39	\$2197.52
Boquillas espirómetro	32 boquillas	\$60	\$1920
Hojas blancas	500 hojas	\$0.27	\$139
Boquillas para medición de PiMax	32 boquillas	\$60	\$1920
Micro Medical Spirometer	1 aparato	\$7007.50	\$7007.50
Espirómetro Sonoflow	1 aparato	\$13000	\$13000
Lapiceros	12 piezas	\$4.33	\$52
Torundas de algodón	500 gramos	\$0.49	\$245.99
Alcohol desnaturalizado	1 litro	\$96	\$96
Guantes de látex	100 guantes	\$3.96	\$396
Estadiómetro con báscula	1 aparato	\$4,069	\$4,069
Dinamómetro	1 aparato	\$799	\$799
Total =			\$87,579.03
Total Ajustado=			\$0.00

Todos los gastos generados para la realización de esta tesis fueron cubiertos por las personas que lo integraron; a ninguna de las participantes se le cobró ni se le solicitó remuneración para efectuar las valoraciones previamente mencionadas. Los autores declararon no tener ningún conflicto de interés en relación con esta investigación.

10.5 Plan de difusión y publicación de resultados

Los resultados obtenidos del presente trabajo contribuyeron en beneficio del paciente otorgando una evaluación integral e individualizada para su posterior tratamiento. Se informó en el momento del estudio los resultados obtenidos y su significado, citando a la paciente a consulta para posterior evaluación y seguimiento de la misma. Igualmente, se planeó hacer uso de la presente para la obtención del título en la Licenciatura en Medicina por parte de la alumna Tzanda Lizeth López

Camarena y posteriormente publicar los resultados obtenidos en alguna revista de divulgación científica.

10.6 Consideraciones éticas

En línea con las disposiciones contenidas en la Ley General de Salud en Investigación, Título Quinto, este trabajo no representó un riesgo para su ejecución. Se apegó al artículo 97, que menciona la necesidad de la evaluación de un Comité de Ética e Investigación. Se proporcionó un consentimiento informado por escrito a todos los participantes y se explicó a detalle, informando a la paciente que su identidad y datos personales son confidenciales y que podía retirarse del estudio en el momento que deseara, como establece el Artículo 100. Atendiendo al artículo 98, el presente se clasificó como riesgo mínimo, ya que los procedimientos realizados fueron pruebas no invasivas, comúnmente empleadas en la evaluación clínica y fisiológica. La espirometría se realizó únicamente en personas clínicamente estables y por personal capacitado, apegándose a los criterios de exclusión. Y en atención a grupos vulnerables, se siguió lo estipulado en el artículo 103. En caso de ser necesario, se proporcionó la atención médica oportuna en el nosocomio por parte de personal médico calificado. El presente fue realizado aplicando los principios de beneficencia, no maleficencia, justicia y autonomía (47).

10.7 Responsabilidad social

Esta investigación no infringió ni dañó de manera directa o indirecta a los participantes del estudio (intervenidos e intervencionistas), al ambiente en el que se llevó a cabo, sus alrededores, ni a la fauna y flora.

11. RESULTADOS

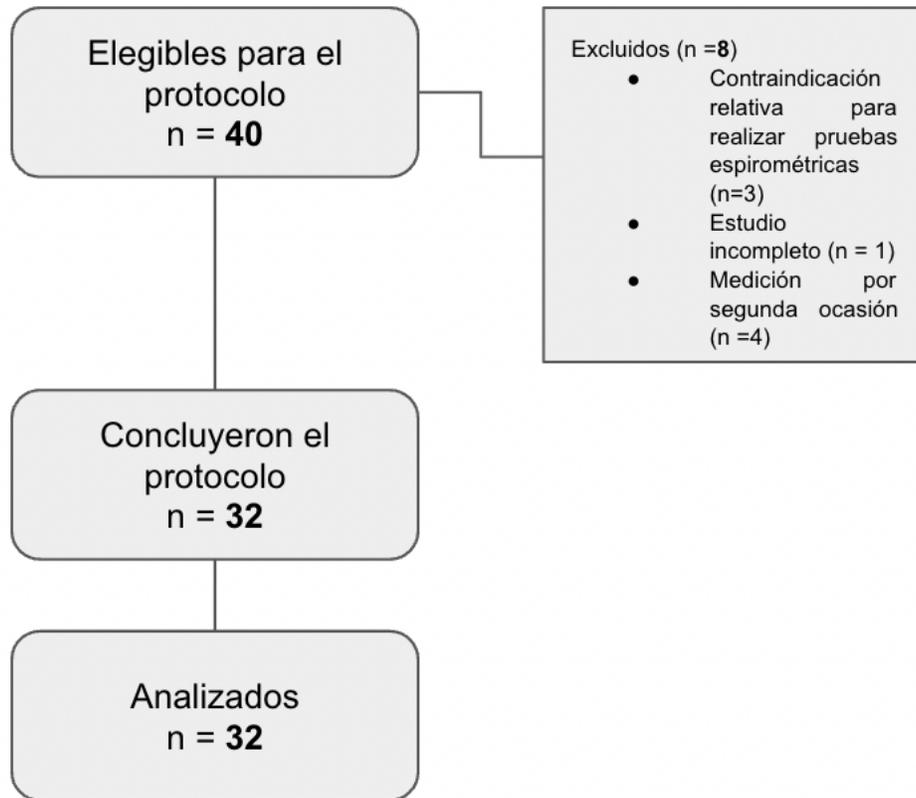


Ilustración 1. Diagrama de flujo del proceso de inclusión, exclusión y muestra final del protocolo (n=32) . Elaboración propia con base a los criterios del protocolo.

Las participantes presentaron una edad promedio de 68.9 años ($DE \pm 11.23$). La media de índice de masa corporal (IMC) fue de 28.54 ($DE \pm 5.70$), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) tuvo un valor medio de 1.42 litros ($DE \pm 0.567$), y el ángulo de fase presentó una media de 4.84° ($DE \pm 1.12$). La fuerza de prensión manual en la mano derecha mostró un promedio de 16.02 kilogramos ($DE \pm 5.58$), mientras que la presión inspiratoria máxima (PiMax) tuvo una media de 50.40 centímetros de agua ($DE \pm 20.12$).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
AngFase	.174	32	.015	.919	32	.020
DinDer	.114	32	.200 [*]	.969	32	.467
PiMax	.136	32	.138	.922	32	.024
FEV1	.110	32	.200 [*]	.951	32	.152
EDAD	.107	32	.200 [*]	.965	32	.368
Fev1FVC	.503	32	.000	.290	32	.000
FVC	.519	32	.000	.188	32	.000
IMC	.095	32	.200 [*]	.956	32	.210

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 3. Pruebas de normalidad aplicadas a las variables cuantitativas del estudio. Se utilizó Shapiro-Wilk debido al tamaño muestral ($n < 50$).

Las pruebas de normalidad de las mediciones, evaluadas mediante la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 3), confirmaron que los datos presentan una distribución heterogénea. Los datos estudiados con distribución normal fueron dinamometría de mano derecha, FEV1, edad e índice de masa corporal.

Se encontró una correlación positiva y significativa entre el ángulo de fase y la dinamometría dominante (Ilustración 7). En lo que respecta a ángulo de fase y pruebas de función respiratoria, no se encontró una asociación significativa (Ilustración 8). Sin embargo, existieron correlaciones positivas entre esta variable y variables de función pulmonar, específicamente PiMax, FEV1 y FVC.

GrupoEtario

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	50-59	7	21.9	21.9	21.9
	60-69	10	31.3	31.3	53.1
	70-79	9	28.1	28.1	81.3
	80-89	5	15.6	15.6	96.9
	90-99	1	3.1	3.1	100.0
	Total	32	100.0	100.0	

Tabla 4. Distribución de grupo etario con base a los datos recabados de la muestra estudiada (n=32). Clasificados por décadas de vida. Elaboración propia.

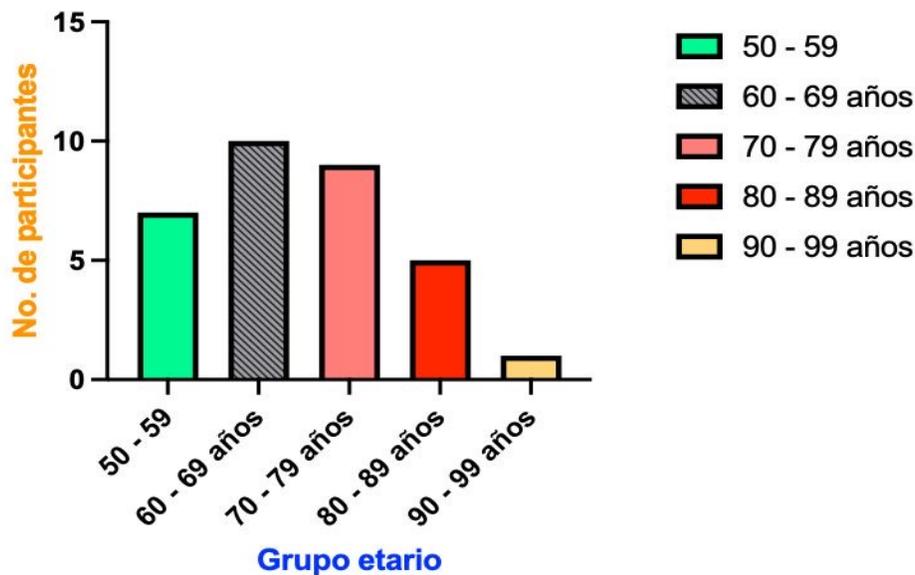


Ilustración 2. Distribución de grupo etario por década de la vida. Se observo predominio de la séptima década de la vida con 31.3%. Elaboración propia.

Profundizando, la tabla 4 e ilustración 2, representan la estratificación por grupo etario, cuyo mayor porcentaje se observó en la séptima década de la vida, con un porcentaje del 31.3%. La estratificación nutricional, descrita en la ilustración 3 y tabla 5, mostró a la obesidad tipo 1 como el IMC predominante con 37.5%, seguido por el sobrepeso con 31.3%.

Estado Nutricional

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Normal	8	25.0	25.0	25.0
Sobrepeso	10	31.3	31.3	56.3
Obesidad grado 1	12	37.5	37.5	93.8
Obesidad grado 2	1	3.1	3.1	96.9
Obesidad grado 3	1	3.1	3.1	100.0
Total	32	100.0	100.0	

Tabla 5. Distribución de la Estratificación Nutricional con base a los datos recabados del estudio.

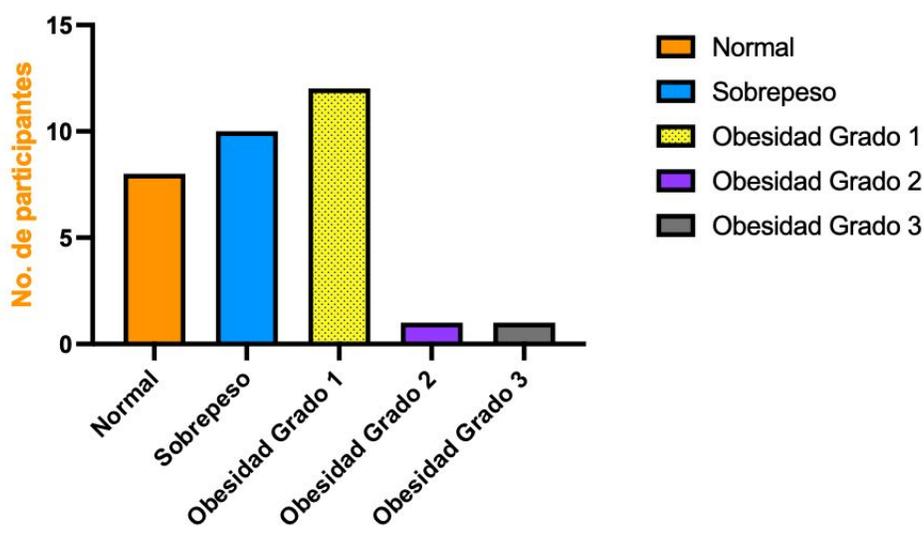


Ilustración 3. Estratificación Nutricional de la muestra según su Índice de Masa Corporal (IMC) con base en los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud. Elaboración propia.

En cuanto al ángulo de fase, se observó la distribución del mismo en la ilustración 4 y tabla 6, donde el grupo predominante obtuvo un ángulo de fase normal con 18 sujetos y un promedio de 5.30° ($DE \pm 0.64$). El grupo siguiente fue ángulo de fase bajo, con una población de 13 y una media de 3.91° ($DE \pm 0.48$), resaltando que la medición más baja en este grupo y en general fue de 2.71° ; finalizando con ángulo de fase elevado, representado por un solo individuo con un ángulo de fase de 8.63° .

ANGULO DE FASE (bajo -4.6, normal 4.6-7.1, elevado +7.1)

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
AngFaseBAJO	13	2.71	4.43	3.9115	.48533
AngFaseNORMAL	18	4.75	6.86	5.3083	.64189
AngFaseELEVADO	1	8.63	8.63	8.6300	.
N válido (por lista)	0				

Estadísticos

		AngFaseBAJO	AngFaseNORMAL	AngFaseELEVADO
N	Válido	13	18	1
	Perdidos	19	14	31
Media		3.9115	5.3083	8.6300
Mediana		4.0300	5.1550	8.6300
Moda		2.71 ^a	4.75	8.63
Desviación estándar		.48533	.64189	
Rango		1.72	2.11	.00
Mínimo		2.71	4.75	8.63
Máximo		4.43	6.86	8.63

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Tabla 6. Distribución del ángulo de fase medido mediante bioimpedancia eléctrica.

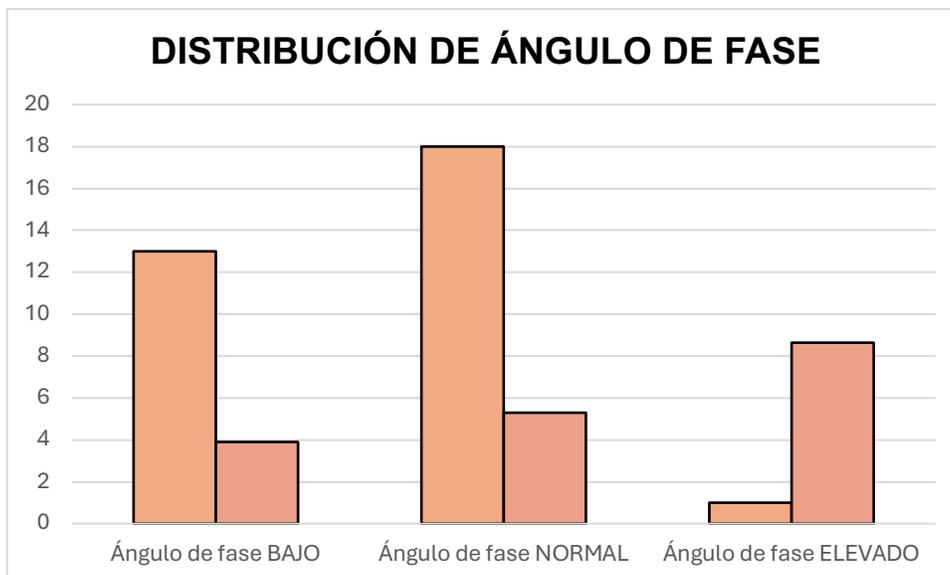


Ilustración 4. Distribución de ángulo de fase medido mediante bioimpedancia eléctrica, refleja la composición y estado celular. Mediciones realizadas en un ambiente controlado. Elaboración propia.

PiMAX

Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PiMax	32	62.00	23.00	85.00	50.4063	20.12519
N válido (por lista)	32					

Tabla 8. Distribución de PiMax en la muestra estudiada. Datos obtenidos del estudio.

VariabilidadPiMAX

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido PiMAX <60	20	62.5	62.5	62.5
PiMAX >60	12	37.5	37.5	100.0
Total	32	100.0	100.0	

Tabla 7. Distribución de PiMax según predicho. Se utilizó 60% como punto de corte para disfunción respiratoria.

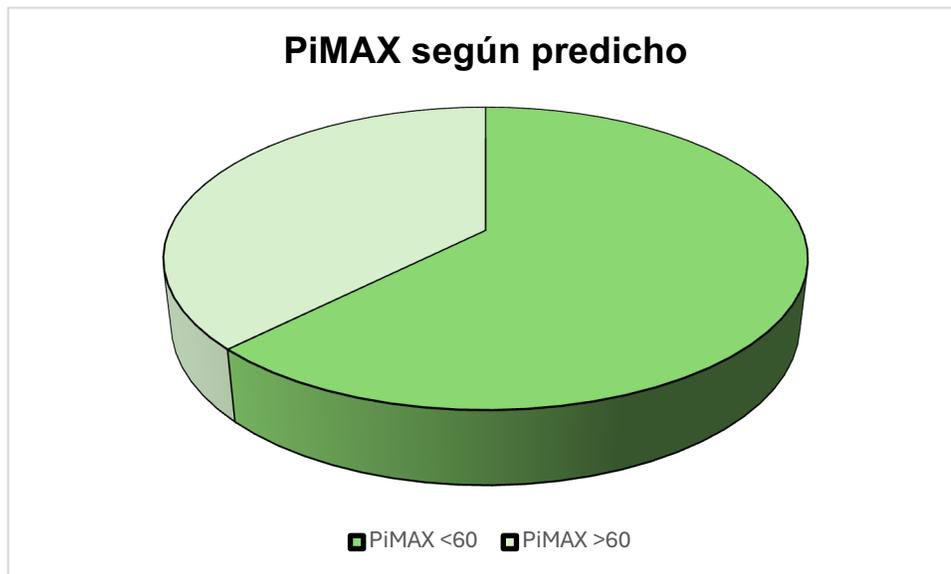


Ilustración 5. PiMax según el valor predicho. Se realizaron las mediciones tomando la mejor de 4 intentos. Elaboración propia.

FUERZA MUSCULAR BAJA DERECHA (EWGSOP2 -16KG)

Estadísticos

DinamometriaDER

N	Válido	32
	Perdidos	0
Media		1.5625
Mediana		2.0000
Moda		2.00
Desviación estándar		.50402
Rango		1.00
Mínimo		1.00
Máximo		2.00

DinamometriaDER

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Fuerza muscular baja	14	43.8	43.8	43.8
	Fuerza muscular conservada	18	56.3	56.3	100.0
	Total	32	100.0	100.0	

Tabla 9. Distribución de fuerza muscular con base a los puntos de corte de la EWGSOP2.

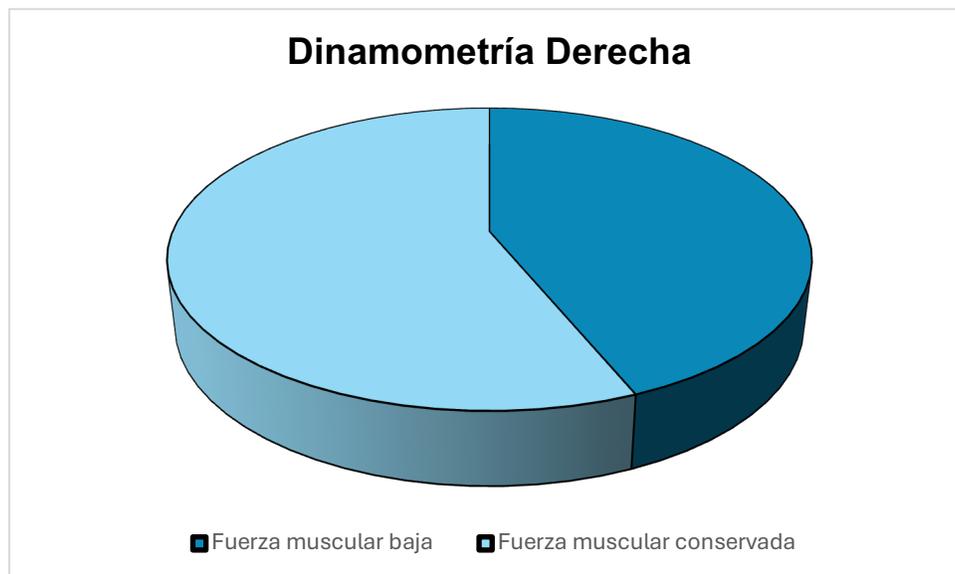


Ilustración 6. Distribución de fuerza muscular de la mano dominante medido en kilogramos de fuerza mediante dinamometría de mano. 43.8% de la muestra cursa con disminución de la fuerza muscular. Elaboración propia.

Correlaciones de Spearman

			AngFase	PiMax	FEV1	FVC	Fev1FVC	EDAD	IMC	DinDer
Rho de Spearman	AngFase	Coefficiente de correlación	1.000	.235	.280	.227	.231	-.216	.174	.528**
		Sig. (bilateral)	.	.196	.121	.211	.202	.236	.340	.002
		N	32	32	32	32	32	32	32	32
	PiMax	Coefficiente de correlación	.235	1.000	.431*	.562**	.159	-.379*	.209	.376*
		Sig. (bilateral)	.196	.	.014	.001	.384	.032	.252	.034
		N	32	32	32	32	32	32	32	32
	FEV1	Coefficiente de correlación	.280	.431*	1.000	.863**	.353*	-.470**	.467**	.377*
		Sig. (bilateral)	.121	.014	.	.000	.047	.007	.007	.033
		N	32	32	32	32	32	32	32	32
	FVC	Coefficiente de correlación	.227	.562**	.863**	1.000	.068	-.450**	.354*	.355*
		Sig. (bilateral)	.211	.001	.000	.	.711	.010	.047	.046
		N	32	32	32	32	32	32	32	32
	Fev1FVC	Coefficiente de correlación	.231	.159	.353*	.068	1.000	-.143	.188	.046
		Sig. (bilateral)	.202	.384	.047	.711	.	.434	.303	.801
		N	32	32	32	32	32	32	32	32
	EDAD	Coefficiente de correlación	-.216	-.379*	-.470**	-.450**	-.143	1.000	-.322	-.328
		Sig. (bilateral)	.236	.032	.007	.010	.434	.	.072	.066
		N	32	32	32	32	32	32	32	32
	IMC	Coefficiente de correlación	.174	.209	.467**	.354*	.188	-.322	1.000	.104
		Sig. (bilateral)	.340	.252	.007	.047	.303	.072	.	.570
		N	32	32	32	32	32	32	32	32
	DinDer	Coefficiente de correlación	.528**	.376*	.377*	.355*	.046	-.328	.104	1.000
		Sig. (bilateral)	.002	.034	.033	.046	.801	.066	.570	.
		N	32	32	32	32	32	32	32	32

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Tabla 10. Correlaciones entre las variables cuantitativas del estudio, utilizando el coeficiente de Spearman. Se consideró significativo $p < 0.05$.

Correlación de Spearman: Ángulo de Fase y Dinamometría Dominante

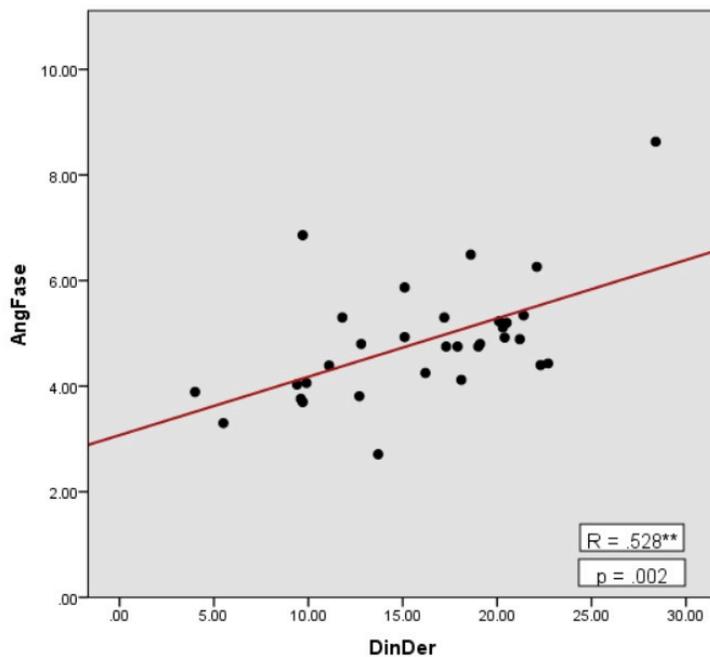


Ilustración 8. Diagrama de dispersión que muestra la relación positiva entre ángulo de fase y fuerza muscular (dinamometría de mano dominante). Elaboración propia.

Correlación de Spearman: Ángulo de Fase/ PiMAX

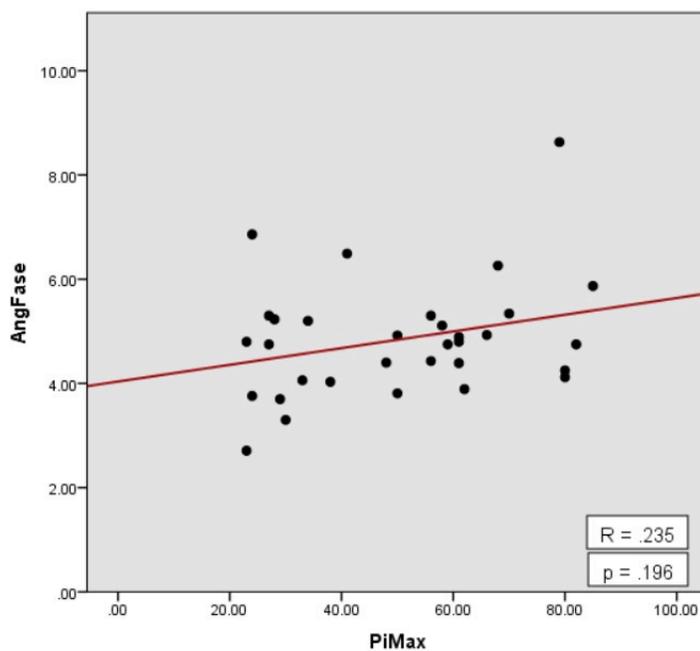


Ilustración 7. Correlación entre ángulo de fase y PiMax. No se encontró asociación significativa. Elaboración propia.

La ilustración 5, describe como el 62.5% (n= 20) de la población estudiada presentó un predicho menor al 60% de PiMax, punto de corte clínico para identificar debilidad de la musculatura inspiratoria. Además, en la ilustración 6, aunque es notable que poco más de la mitad de las intervenidas tuvo una fuerza muscular conservada, se distingue que el 43.8% de las pacientes (n=14) presentó debilidad muscular.

La tabla 10, representa las correlaciones entre las variables cuantitativas del estudio utilizando el coeficiente de Spearman debido a la distribución no normal de las mismas. Se mostraron correlaciones estadísticamente significativas entre las pruebas de función pulmonar. Asimismo, entre ángulo de fase y fuerza muscular de la mano dominante.

12. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio exploratorio fue analizar la presencia de asociación entre el ángulo de fase con indicadores de salud física y respiratoria, como lo son la fuerza muscular mediante dinamometría de mano y pruebas espirométricas incluyendo presión inspiratoria máxima (PiMax).

Previamente, se comentó la amplia capacidad del ángulo de fase para predecir distintos escenarios clínicos respecto a la salud del individuo, así como su capacidad física, estado de inflamación y estancia hospitalaria.

El presente estudio, como se mencionó anteriormente, analizó a 32 mujeres con factores de riesgo respiratorios (exposición a humo de leña, exposición a biomasa), cuya media de edad fue 68.9 años (DE \pm 11.23). Similarmente, en diversos estudios con enfoques afines a este, las poblaciones estudiadas también se encontraron dentro de este rango de edad. La edad resultó relevante, debido a que, en el estudio publicado por González et al., se demostró que es el determinante biológico más importante para predecir la variabilidad en el ángulo de fase tanto en hombres como en mujeres (43). En nuestros resultados, se observó que existe una correlación negativa entre la edad y las pruebas de función pulmonar, expuesto en

la Tabla 10, lo que alude a que a mayor edad existe una disminución de la función pulmonar y de la fuerza de la musculatura respiratoria.

También se destacó que los estudios previos incluyeron poblaciones de hombres y mujeres y el presente se enfocó exclusivamente en mujeres. Igualmente, la muestra de este estudio fue considerablemente menor en comparación a los datos previamente reportados por otros autores, siendo el grupo más pequeño de 67 pacientes en el estudio de Duarte et al (37). Asimismo, en distintos estudios en los que comparan ángulo de fase con fuerza muscular o con pruebas de función respiratoria, la población de estudio fueron pacientes con una enfermedad preexistente, ya sea EPOC en el caso de Martínez-Luna o Liu, esclerosis sistémica en el estudio de Gigante (40,42-43).

La estratificación nutricional de las mujeres de este estudio demostró la predominancia de la obesidad tipo 1 con 37.5%, siendo la media de IMC de 28.54 (DE \pm 5.70). El estudio de Martínez-Luna et al., que también se desarrolló en población mexicana, cuenta con un IMC medio de 23.72 (DE \pm 8.47) (42). Otros estudios también utilizaron dentro de sus parámetros el índice de masa corporal para la evaluación y asociación del ángulo de fase. En población portuguesa, se obtuvo un IMC promedio de 28.09 (37), mientras que en otro estudio propuesto por Liu et al. en población china, se observó un IMC medio de 22.8 (43). En nuestros resultados, se identificó la existencia de una correlación positiva moderada entre el índice de masa corporal y FEV1 ($r = 0.467$, $p = 0.007$), así como, una correlación positiva entre FVC e IMC ($r = 0.354$, $p = 0.047$), sugiriendo que en esta población un IMC mayor se asocia con una mejor función pulmonar.

El ángulo de fase se puede definir en bajo ($<4.6^\circ$), normal ($>4.6^\circ$ - 7.1°) y elevado ($>7.1^\circ$) según distintas literaturas (48-49), lo cual indica el estado de salud celular del individuo. Se obtuvo en nuestra población un ángulo de fase de 4.84° (DE \pm 1.12), el cual es muy similar al reportado en el grupo de pacientes con esclerosis sistémica de Gigante et al., quienes encontraron una media de ángulo de fase de $4.5^\circ \pm 0.8$ (40). Igualmente, Martínez-Luna, en su estudio con pacientes con EPOC controlado, reportó un ángulo de fase de $4.99^\circ \pm 0.88$ (42). Mediciones de

ángulo de fase normal limítrofe, como se observa en las pacientes de nuestro estudio y los mencionados previamente, se pueden deber a la pérdida de masa celular activa, procesos inflamatorios crónicos y desnutrición. En enfermedades sistémicas como la esclerosis sistémica y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, es parte de la fisiopatología la presencia de inflamación crónica, malnutrición proteico-calórica y presencia de estrés celular. Contrastando con el estudio por Duarte et al., cuya población se reportó sin factores de riesgo para la salud, se encontró una media de ángulo de fase para mujeres de $5.42^\circ \pm 0.45$ (37). Nuestro estudio demostró la correlación positiva significativa que existe entre ángulo de fase y dinamometría de mano ($r = 0.528$, $p = 0.002$), mismo resultado que obtuvieron en el estudio de Duarte et al., en el cual también constataron esta correlación exclusivamente en el grupo de mujeres ($r = 0.322$ y $p = 0.040$) (37).

La fuerza muscular, igualmente, representa una función de suma importancia en la salud del individuo, ya que refleja la capacidad funcional del mismo. Su medición mediante la dinamometría de mano está bien posicionada como un método accesible y reproducible para la evaluación de la debilidad muscular, el progreso clínico y el pronóstico en ciertos escenarios. Dentro de este estudio, se encontró que la fuerza muscular de la mano dominante (derecha) tuvo un promedio de 16.02 kilogramos de fuerza ($DE \pm 5.58$), encontrándose limítrofe con relación a los lineamientos de la EWGSOP2, que comentan el punto de corte para fuerza muscular disminuida en mujeres es <16 k/Pa, y es un criterio para sospecha sarcopenia. En contraste con otros trabajos, en el grupo de Duarte et al., los cuales son pacientes sanos, se encontró con una fuerza muscular promedio de 21.11 k/Pa ± 3.64 (37) e igualmente, en el estudio de Martínez-Luna, se habló sobre una fuerza muscular media de 23.72 k/Pa ± 8.47 (42). Es destacable comentar que los estudios previos incluían en su población total a masculinos.

Las pruebas de función respiratoria en pacientes con factores de riesgo respiratorio son sumamente relevantes para diagnosticar e identificar posibles complicaciones de salud a futuro. Dentro del presente, se realizaron pruebas espirométricas y de presión inspiratoria máxima (PiMax) para evaluar tanto la

capacidad como la función pulmonar, así como la función y preservación de la musculatura respiratoria inspiratoria. Se identificaron valores medios de volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) de 1.42 litros (DE \pm 0.567), capacidad vital forzada (FVC) de 7.39 litros (DE \pm 31.19) y presión inspiratoria máxima (PiMax) de 50.40 centímetros de agua (DE \pm 20.12). En el país y en Latinoamérica en general, no existe una estandarización respecto a la medición de PiMax. Comúnmente se utiliza la fórmula de Black y Hyatt para establecer los valores predichos de la misma. Esta fórmula fue desarrollada en Estados Unidos de América y está pensada para personas caucásicas sanas basándose en la edad y el sexo. Se ha establecido y es comúnmente utilizado el valor predicho de PiMax inferior a 60% para catalogar la disfunción de la musculatura respiratoria, siendo este un punto de corte clínico. Este umbral puede ser usado para rehabilitación pulmonar y disfunción funcional en patologías como EPOC entre otras. Se encontraron asociaciones positivas entre las pruebas función pulmonar en nuestra población; FEV1 y PiMax correlacionaron positivamente moderado ($r = 0.431$, $p = 0.014$) mientras que PiMax con FVC tuvo una correlación positiva fuerte ($r = 0.562$, $p = 0.001$). Estos datos sugieren que una mejor función pulmonar se asocia con una fuerza de la musculatura respiratoria conservada, por tanto, con una mejor capacidad de generar presión inspiratoria. Igualmente, se constata una excelente correlación entre FVC y FEV1 ($r = 0.863$, $p = 0.000$), relación ampliamente estudiada y esperada, ya que ambos hablan sobre capacidad pulmonar.

Estudios alternos mostraron la asociación de pruebas de función respiratoria con marcadores nutricionales y de salud como ángulo de fase y fuerza muscular mediante dinamometría de mano. En el estudio por Liu et al., se habló sobre la existencia de una correlación de la fuerza muscular del miembro superior mediante isometría y pruebas de función pulmonar y de fuerza de musculatura respiratoria en pacientes estables con EPOC (43). En el presente, se logró evaluar la correlación positiva entre la fuerza muscular mediante dinamometría de la mano dominante (derecha) y pruebas de función pulmonar; FEV1 y dinamometría derecha correlacionaron positivamente débil ($r = 0.377$, $p = 0.033$). También se observó una correlación positiva débil entre la dinamometría y PiMax ($r = 0.376$, $p = 0.034$).

Igualmente, encontraron una asociación negativa y débil entre PiMax y FEV1 ($r = 0.06$ $p = 0.58$) (40), mientras que en nuestro estudio se encontró una correlación positiva moderada entre estas dos variables ($r = 0.431$, $p = 0.014$). Por otro lado, Martínez-Luna, reportó la correlación positiva entre FEV1 y ángulo de fase ($p < 0.001$) (42). En este estudio, no se encontró una correlación estadísticamente significativa entre estas variables ($r = 0.280$, $p = 0.121$). Por último, Gigante et al., reportaron en su estudio la presencia de una correlación positiva significativa entre FVC y ángulo de fase en su análisis de regresión múltiple (coeficiente β 9.185, $p = 0.002$) (40). En nuestro estudio, dicha correlación no contó con ninguna significancia ($r = 0.227$, $p = 0.211$).

Las limitaciones a las cuales nos enfrentamos en el estudio fueron, primeramente, que nuestra muestra era considerablemente pequeña en comparación con otros estudios afines, debido a que la selección se realizó por conveniencia secundaria a la limitación de recursos humanos y materiales para las pruebas descritas. Segundo, no se contó con un grupo de control con características similares para la evaluación de las variables significativas. Dentro de las áreas de oportunidad, se identificó la necesidad de ampliar el estudio con una batería estandarizada completa de sarcopenia para medir las asociaciones de esta con las variables de relevancia dentro de este estudio y obtener más datos sobre las implicaciones clínicas de esta entidad, ya que varias de las pruebas aplicadas en esta tesis se relacionan directamente con criterios de sarcopenia. Una fortaleza de nuestra investigación fue que es el primer estudio en el estado, de nuestro conocimiento, probando dilucidar la asociación de estos indicadores de salud nutricional y celular con pruebas de función respiratoria.

13. CONCLUSIÓN

El presente estudio exploratorio identificó la asociación positiva existente entre el ángulo de fase con marcadores de salud física en una población de mujeres con factores de riesgo respiratorios asociados.

Se contrastaron los resultados obtenidos con aquellos reportados en la literatura, indicando que la integración de los mismos en la práctica clínica podría ser útil para la valoración integral y detección temprana de disfunción celular y muscular en nuestras poblaciones.

No se encontró una relación estadísticamente significativa que respaldara la hipótesis alterna, por lo cual se rechazó y se mantuvo la hipótesis nula, la cual plantea que los valores bajos de ángulo de fase y fuerza muscular medidos por bioimpedancia eléctrica y dinamometría de mano no se correlacionan significativamente con valores de presión inspiratoria máxima.

Asimismo, se destacó la necesidad de estandarizar las mediciones de presión inspiratoria máxima en nuestro país, con la finalidad de categorizar de manera precisa a la población mexicana y obtener resultados más representativos contextualizados acorde con nuestra demografía.

Por último, a pesar del tamaño reducido de la muestra, los resultados respaldaron el uso conjunto de ángulo de fase, dinamometría de mano y pruebas espirométricas en la valoración del estado celular, físico y respiratorio de una población de mujeres vulnerables. Es necesario ampliar la muestra de estudio e implementar un diseño longitudinal para validar la existencia de una asociación positiva fuerte y explorar la viabilidad de su aplicación para prevención y adecuación de la terapéutica.

14. REFERENCIAS

1. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Clinically Oriented Anatomy. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2017
2. Barrett KE, Barman SM, Brooks HL, Yuan JXJ. Ganong's Review of Medical Physiology. 26th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2019.
3. Lopes AJ. Advances in spirometry testing for lung function analysis. Expert Review of Respiratory Medicine. 2019 Apr 23;13(6):559–69. doi:10.1080/17476348.2019.1607301
4. Rivero-Yeverino D. Espirometría: conceptos básicos. Revista Alergia México [Internet]. 2019;66(1):76–84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29262/ram.v66i1.536>
5. Pérez M, Mancebo J. Monitorización de la mecánica ventilatoria. Med Intensiva [Internet]. 2006;30(9):440–8. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0210-5691\(06\)74567-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0210-5691(06)74567-3)
6. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. Am J Respir Crit Care Med [Internet]. 2019; 200(8):e70–88. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
7. Williamson N. Spirometry Handbook for primary care [Internet]. National Asthma Council Australia; 2023 [citado el 16 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.nationalasthma.org.au/living-with-asthma/resources/health-professionals/information-paper/spirometry-handbook>
8. Mora-Romero U de J, Gochicoa-Rangel L, Guerrero-Zúñiga S, Cid-Juárez S, Silva-Cerón M, Salas-Escamilla I, et al. Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. Neumol Cir Torax [Internet]. 2019;78(S2):135–41. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35366/nts192f>

9. Schepens T, Fard S, Goligher EC. Assessing diaphragmatic function. *Respir Care* [Internet]. 2020;65(6):807–19. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.07410>
10. Frontera WR, Ochala J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcif Tissue Int* [Internet]. 2015;96(3):183–95. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00223-014-9915-y>
11. Lambell KJ, King SJ, Forsyth AK, Tierney AC. Association of energy and protein delivery on skeletal muscle mass changes in critically ill adults: A systematic review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* [Internet]. 2018;42(7):1112–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jpen.1151>
12. García O, Serrano V, Martínez R, Cancela J. La fuerza ¿una capacidad al servicio del proceso de enseñanza-aprendizaje de las habilidades motoras básicas y las habilidades deportivas específicas? *Lancet Reg Health Am* [Internet]. 2010; 8:108–16. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4730314>
13. Ibacache J. FUERZA Conceptos básicos y orientaciones para su evaluación en entornos laborales [Internet]. *Ispch.cl*. 2020 [cited 2024 Aug 3]. Available from: https://www.ispch.cl/wp-content/uploads/2021/01/Nota_T%C3%A9cnica_Fuerza_final_18-12-2020.pdf
14. Wang DXM, Yao J, Zirek Y, Reijnierse EM, Maier AB. Muscle mass, strength, and physical performance predicting activities of daily living: a meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* [Internet]. 2020;11(1):3–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jcsm.12502>
15. Kiss CM, Bertschi D, Beerli N, Berres M, Kressig RW, Fischer AM. Calf circumference as a surrogate indicator for detecting low muscle mass in hospitalized geriatric patients. *Aging Clin Exp Res* [Internet]. 2024;36(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40520-024-02694-x>

16. Lee SH, Gong HS. Measurement and interpretation of handgrip strength for research on sarcopenia and osteoporosis. J Bone Metab 2020;27:85–96. <https://doi.org/10.11005/jbm.2020.27.2.85>.
17. Osuna-Padilla I., Verdugo-Hernandez S., Leal-Escobar G., Osuna-Ramirez I. Estado nutricional en adultos mayores mexicanos: estudio comparativo entre grupos con distinta asistencia social. Rev Esp Nutr Hum Diet [Internet]. 2015 Mar [citado 2024 agosto 18] ; 19(1): 12-20. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452015000100003&lng=es. <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.19.1.119>.
18. Garagarza C, Valente A, Oliveira T, Caetano C, Ribeiro S, Silva A. MON-PP149: Magnesium and body composition are associated with mortality in prevalent hemodialysis patients: Myth or reality? Clin Nutr. 2015;34:S183. DOI: [10.1016/s0261-5614\(15\)30581-1](https://doi.org/10.1016/s0261-5614(15)30581-1)
19. Rojas Bermúdez C, Buckcanan Vargas A, Benavides Jiménez G. Sarcopenia: abordaje integral del adulto mayor. Rev Medica Sinerg [Internet]. 2019;4(5):24–34. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.31434/rms.v4i5.194>
20. Sato S, Miyazaki S, Tamaki A, Yoshimura Y, Arai H, Fujiwara D, et al. Respiratory sarcopenia: A position paper by four professional organizations. Geriatr Gerontol Int [Internet]. 2023;23(1):5–15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/ggi.14519>
21. Kera T, Kawai H, Ejiri M, Ito K, Hirano H, Fujiwara Y, et al. Respiratory sarcopenia is a predictor of all-cause mortality in community-dwelling older adults—The Otassha Study. J Cachexia Sarcopenia Muscle [Internet]. 2023;14(4):1894–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jcsm.13266>
22. Gortan Cappellari G, Guillet C, Poggiogalle E, Ballesteros Pomar MD, Batsis JA, Boirie Y, et al. Sarcopenic obesity research perspectives outlined by the sarcopenic obesity global leadership initiative (SOGLI) – Proceedings from the SOGLI

consortium meeting in Rome November 2022. Clin Nutr [Internet]. 2023;42(5):687–99. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2023.02.018>

23. Carreira J, Cornejo I, Vegas I, García CG, Almeida JMG, Bellido D. Aplicaciones del ángulo de fase de la bioimpedancia en la nutrición clínica. Nutrición Clínica en Medicina [Internet]. 2022;XVI(1):33–46. Disponible en: <https://nutricionclinicaenmedicina.com/wp-content/uploads/2022/05/5107.pdf>

24. de Blasio F, Scalfi L, Di Gregorio A, Alicante P, Bianco A, Tantucci C, et al. Raw bioelectrical impedance analysis variables are independent predictors of early all-cause mortality in patients with COPD. Chest [Internet]. 2019;155(6):1148–57. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2019.01.001>

25. Kawakami W, Umehara T, Iwamoto Y, Takahashi M, Katayama N. Phase angle is associated with handgrip strength in older patients with heart failure. Ann Rehabil Med [Internet]. 2023;47(2):129–37. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5535/arm.22138>

26. Tanaka S, Ando K, Kobayashi K, Seki T, Hamada T, Machino M, et al. Low bioelectrical impedance phase angle is a significant risk factor for frailty. Biomed Res Int [Internet]. 2019; 2019:6283153. Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2019/6283153>

27. Cornejo-Pareja I, Vegas-Aguilar IM, Fernández-Jiménez R, García-García C, Bellido-Guerrero D, Tinahones F, et al. Phase angle and COVID-19: A systematic review with meta-analysis. Rev Endocr Metab Disord [Internet]. 2023;24(3):525–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11154-023-09793-6>

28. OPS. Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2021. La Carga de las Enfermedades Respiratorias Crónicas [citado el 24 de octubre de 2024]. Recuperado: <https://www.paho.org/es/enlace/carga-enfermedades-respiratorias-cronicas>

29. Comisión Ambiental de la Megapolis. Asma y calidad del aire en las ciudades [Internet]. gob.mx. 2018 [cited 2024 Sep 19]. Available from:

<https://www.gob.mx/comisionambiental/articulos/asma-y-calidad-del-aire-en-las-ciudades?idiom=es>

30. Secretaría de Salud. Sabías que... 10% de la población mexicana padece EPOC [Internet]. gob.mx. 2016 [cited 2024 Sep 19]. Available from: <https://www.gob.mx/salud/articulos/sabias-que-10-de-la-poblacion-mexicana-padece-epoc>

31. Secretaría de Salud. Tabaquismo, adicción que se puede controlar [Internet]. gob.mx. 2015 [cited 2024 Sep 19]. Available from: <https://www.gob.mx/salud/articulos/tabaquismo-adiccion-que-se-puede-controlar>

32. Coordinación General de Comunicación Social. Exposición humo de leña [Internet]. COEPRIS. [S.F.] [cited 2024 Sep 26]. Available from: <https://coepris.michoacan.gob.mx/exposicion-humo-de-lena/>

33. Schilmann A, de la Vega LA de la S, Estévez-García JA, Riojas-Rodríguez H, Serrano-Medrano M, Ruiz-García V, et al. Efectos a la salud por el uso de fogones abiertos de leña y alternativas [Internet]. Insp.mx. [cited 2024 Sep 26]. Available from: https://insp.mx/assets/documents/webinars/2021/CISP_Humolena.pdf

34. Instituto Nacional de Salud Pública. Enfermedad respiratoria en adultos [Internet]. Instituto Nacional de Salud Pública. 2020 [cited 2024 Sep 19]. Available from: <https://www.insp.mx/avisos/3827-enfermedad-respiratoria-adultos.html>

35. INEGI. ESTADÍSTICAS DE DEFUNCIONES REGISTRADAS (EDR) De enero a junio de 2023 (preliminar) [Internet]. INEGI. 2024 [cited 2024 Sep 20]. Available from: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/EDR/EDR2023_En-Jn.pdf

36. INEGI. ESTADÍSTICAS DE DEFUNCIONES REGISTRADAS (EDR) Enero a marzo de 2024 (preliminar) [Internet]. INEGI. 2024 [cited 2024 Sep 20]. Available from:

https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/EDR/EDR2024_1erT.pdf

37. Duarte Martins A, Paulo Brito J, Batalha N, Oliveira R, Parraca JA, Fernandes O. Phase angle as a key marker of muscular and bone quality in community-dwelling independent older adults: A cross-sectional exploratory pilot study. *Heliyon* [Internet]. 2023; 9(7):e17593. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17593>

38. Bellido D, García-García C, Talluri A, Lukaski HC, García-Almeida JM. Future lines of research on phase angle: Strengths and limitations. *Rev Endocr Metab Disord* [Internet]. 2023;24(3):563–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11154-023-09803-7>

39. Gonzalez MC, Heymsfield SB. Bioelectrical impedance analysis for diagnosing sarcopenia and cachexia: what are we really estimating? *J Cachexia Sarcopenia Muscle* [Internet]. 2017;8(2):187–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jcsm.12159>

40. Gigante A, Gasperini ML, Iacolare A, Fegatelli DA, Villa A, Muscaritoli M, et al. Phase angle in systemic sclerosis: a marker for pulmonary function and disease severity. *Clin Rheumatol* [Internet]. 2020;39(5):1699–701. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10067-020-05034-2>

41. Krause L, Becker MO, Brueckner CS, Bellinghausen C-J, Becker C, Schneider U, et al. Nutritional status as marker for disease activity and severity predicting mortality in patients with systemic sclerosis. *Ann Rheum Dis.* 2010;69(11):1951–7. DOI: 10.1136/ard.2009.123273

42. Martínez-Luna N, Orea-Tejeda A, González-Islas D, Flores-Cisneros L, Keirns-Davis C, Sánchez-Santillán R, et al. Association between body composition, sarcopenia and pulmonary function in chronic obstructive pulmonary disease. *BMC Pulm Med* [Internet]. 2022;22(1):106. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12890-022-01907-1>

43. Liu X, Li P, Wang Z, Lu Y, Li N, Xiao L, et al. Evaluation of isokinetic muscle strength of upper limb and the relationship with pulmonary function and respiratory muscle strength in stable COPD patients. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis [Internet]. 2019; 14:2027–36. Available from: <http://dx.doi.org/10.2147/COPD.S214737>
44. Jáuregui A. El desafío de moverse: la inactividad física y sus consecuencias en México [Internet]. Insp.mx. 2023 [cited 2024 Aug 03]. Available from: <https://www.insp.mx/informacion-relevante/el-desafio-de-moverse-la-inactividad-fisica-y-sus-consecuencias-en-mexico>
45. Saverza A. Haua K, editor. Manual de antropometría para la evaluación del estado nutricional en el adulto [Internet]. Universidad Iberoamericana. Departamento de Salud. Clínica de Nutrición: Universidad Iberoamericana; 2009 [citado]. Recuperado: <https://books.google.com.gt/books?id=dYvwlmyHu1kC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
46. Romero-Dapuerto Carolina, Mahn Jessica, Cavada Gabriel, Daza Rodrigo, Ulloa Víctor, Antúnez Marcela. Estandarización de la fuerza de prensión manual en adultos chilenos sanos mayores de 20 años. Rev. méd. Chile [Internet]. 2019 Jun [citado 2024 Oct 10] ; 147(6): 741-750. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872019000600741&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872019000600741>.
47. México. Ley General de Salud. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 11 de enero de 2024 [Internet]. México: Secretaría de Salud; 1984 [citado 2025 mar 24]. Disponible en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGS.pdf>
48. Gonzalez MC, Barbosa-Silva TG, Bielemann RM, Gallagher D, Heymsfield SB. Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. Am J Clin Nutr. 2016;103(3):712–6. DOI: 10.3945/ajcn.115.116772

49. Cimmino F, Petrella L, Cavaliere G, Ambrosio K, Trinchese G, Monda V, et al. A bioelectrical impedance analysis in adult subjects: The relationship between phase angle and body cell mass. J Funct Morphol Kinesiol. 2023;8(3). DOI: 10.3390/jfmk8030107
50. Comisión Nacional de Bioética (México). Gob.mx [Internet]. 1947. Código de Nuremberg Normas éticas sobre experimentación en seres humanos [citado el 14 de julio de 2025]. Recuperado: <https://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatinternacional/2.INTL. Cod Nuremberg.pdf>
51. World Medical Association. wma.net [Internet]. 2024. Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas con participantes humanos [citado el 14 de julio de 2025]. Recuperado: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
52. Comisión Nacional de Bioética (México). Gob.mx [Internet]. 1979. Informe Belmont: principios y guías éticos para la protección de sujetos humanos de investigación [citado el 14 de julio de 2025]. Recuperado: <https://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatinternacional/10. INTL Informe Belmont.pdf>
53. Hall JE, editor. Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica. 13th ed. Elsevier; 2016.
54. García-Río F, Calle M, Burgos F, Casan P, del Campo F, Galdiz JB, et al. Espirometría. Arch Bronconeumol [Internet]. 2013;49(9):388–401. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbres.2013.04.001>
55. Yin L, Li N, Jia W, Wang N, Liang M, Yang X, et al. Skeletal muscle atrophy: From mechanisms to treatments. Pharmacol Res [Internet]. 2021;172(105807):105807. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phrs.2021.105807>

56. Silva TK, Perry IDS, Brauner JS, Mancuso ACB, Souza GC, Vieira SRR. Variations in phase angle and handgrip strength in patients undergoing cardiac surgery: Prospective cohort study. Nutr Clin Pract [Internet]. 2023;38(5):1093–103. Disponíble en: <http://dx.doi.org/10.1002/ncp.11026>
57. Petermann-Rocha F, Balntzi V, Gray SR, Lara J, Ho FK, Pell JP, et al. Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. J Cachexia Sarcopenia Muscle [Internet]. 2022;13(1):86–99. Disponíble en: <http://dx.doi.org/10.1002/jcsm.12783>
58. Guo Y, Zhang M, Ye T, Wang Z, Yao Y. Application of bioelectrical impedance analysis in nutritional management of patients with chronic kidney disease. Nutrients [Internet]. 2023;15(18):3941. Disponíble en: <http://dx.doi.org/10.3390/nu15183941>

15. ANEXOS

15.1 Consideraciones éticas

Antes de la ejecución de este proyecto se sometió al dictamen de los comités de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Hospital de la Mujer y el Instituto Monter. Los procedimientos expuestos están regidos de acuerdo con las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud, así como la Declaración de Helsinki 1975, de igual manera, códigos y normas internacionales vigentes para las buenas prácticas de investigaciones clínicas, Además de todos los aspectos en cuanto al cuidado que se deberá tener con la seguridad y bienestar de los pacientes se respetan los principios que contienen el Código de Nuremberg, la Declaración de Helsinki, el Informe de Belmont y el Reglamento de la Comisión de Bioética de la Secretaría de Salud.

De acuerdo al código de Nuremberg, se estipula que es absolutamente esencial el consentimiento voluntario del sujeto humano, el experimento debe ser útil para el bien de la sociedad, irremplazable por otros medios de estudio y de la naturaleza, el experimento debe ser diseñado de tal manera que los resultados esperados justifiquen su desarrollo, así mismo deberá ser ejecutado de tal manera que evite todo sufrimiento físico, mental y daño innecesario. El grado de riesgo a tomar nunca debe exceder el nivel determinado por la importancia humanitaria del problema. Durante el curso del experimento, el sujeto humano debe tener libertad para poner fin al experimento si ha alcanzado el estado físico y mental en el cual parece a él imposible continuarlo. Durante el curso del experimento, el investigador a cargo de él debe estar preparado para terminarlo en cualquier momento, si él cree que en el ejercicio de su buena fe, habilidad superior y juicio cuidadoso, la continuidad del experimento podría terminar en un daño, incapacidad o muerte del sujeto experimental. (50)

De acuerdo a la Declaración de Helsinki, la investigación en seres humanos se desarrollará conforme a las siguientes bases:

- I. Deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica, especialmente en lo que se refiere a su posible contribución a la solución de problemas de salud y desarrollo de nuevos campos de la ciencia médica.
- II. Podrá realizarse sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro método idóneo
- III. Podrá efectuarse sólo cuando exista una razonable seguridad de que no expone a riesgos ni daños innecesarios al sujeto en experimentación

- IV. Se deberá contar con el consentimiento informado por escrito del sujeto en quien se realizará la investigación, o de su representante legal en caso de incapacidad legal de aquél, una vez enterado de los objetivos de la experimentación y de las posibles consecuencias positivas o negativas para su salud.
- V. Sólo podrá realizarse por profesionales de la salud en instituciones médicas que actúen bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias competentes. La realización de estudios genómicos poblacionales deberá formar parte de un proyecto de investigación.
- VI. El profesional responsable suspenderá la investigación en cualquier momento, si sobreviene el riesgo de lesiones graves, discapacidad, muerte del sujeto en que se realice la investigación.
- VII. Es responsabilidad de la institución de atención a la salud proporcionar atención médica al sujeto que sufra algún daño, si estuviere relacionado directamente con la investigación, sin perjuicio de la indemnización que legalmente corresponda. (51)

De acuerdo al informe de Belmont, se deben respetar tres principios éticos básicos en las investigaciones con seres humanos:

Límites entre práctica e investigación: distingue que en la práctica de una terapia aceptada, ésta debe sufrir revisión para protección de los sujetos humanos de investigación. La investigación se describe usualmente en forma de protocolo que fija un objetivo y delinea una serie de procedimientos para alcanzarlo. Principios éticos básicos: aquellos juicios generales que sirven como justificación básica para muchas prescripciones y evaluaciones éticas particulares de las acciones humanas, son relevantes para la ética de la investigación con humanos: respeto a las personas, beneficio y justicia. En cuanto al respeto por las personas, en la mayoría de los casos de investigación con humanos se exige que los sujetos ingresen al estudio voluntariamente y con información adecuada. Hablando de beneficencia, se han formulado dos reglas generales como expresiones de acciones de beneficencia

- No hacer daño
- Aumentar beneficios y disminuir posibles daños, lo más que sea posible

En referencia a la justicia, menciona que los iguales deben ser igualmente tratados, en cuanto a investigación, cuando ésta sea apoyada por fondos públicos debe conducir al desarrollo de artificios y procedimientos terapéuticos, la justicia exige que éstos se empleen en solo para quienes puedan pagarlos y que tal investigación no implique indebidamente personas de grupos que improbablemente estarán entre los beneficiarios de las aplicaciones ulteriores de la investigación. Aplicaciones: los requerimientos exigen consentimiento informado, valoración riesgo/beneficio y selección de los sujetos de investigación. (52)

De acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud en su título segundo, capítulo 1.

Art. 13.-“En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos de bienestar.” Haciendo especial énfasis en la confidencialidad de sus datos personales y de aquellos que se encuentran plasmados en su expediente clínico.

Art. 14.-“La investigación que se realice en seres humanos deberá desarrollarse conforme a las siguientes bases: se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen, contará con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal.”

Art. 16.- “En las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación identificándose sólo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.”

Art. 17.-“Se considera como riesgo de investigación la probabilidad de que el estudio de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio.” (47)

15.2 Dictamen de evaluación del protocolo de investigación

F-CEI-12



**SECRETARIA DE SALUD DE MICHOACÁN
HOSPITAL DE LA MUJER
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**



Morelia Mich. A 31 de octubre de 2024

Asunto: Dictamen de evaluación de protocolo

C. Tzanda Lizeth López Camarena
Investigadora Principal
Presente

Por este conducto nos permitimos informarle que el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Hospital de la Mujer han evaluado su protocolo de investigación con No. de Folio HMCEICI/2441, titulado: **"Estudio comparativo entre ángulo de fase, fuerza muscular y pruebas de función pulmonar."** y como resultado de la evaluación de los documentos presentados se emite el siguiente:

Dictamen de Aprobación

El presente documento tendrá una vigencia de un año a partir de la fecha de su emisión y el investigador principal se compromete a cumplir con las obligaciones respectivas durante el desarrollo y conclusión de su proyecto de investigación.

Atentamente:

Presidente del Comité de Ética en Investigación

Dr. José Rodríguez Cruz

Atentamente:

Presidenta del Comité de Investigación

Dra. Verónica Guadalupe Alfaro Téllez

C.C.P Minutario

JRC/VGAT/eag

HM_CEI_CI_DICTÁMEN APROBACIÓN_PI

15.3 Autorización de protocolo de investigación por parte de la institución sanitaria



2021 - 2027

SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN
HOSPITAL DE LA MUJER
SUBDIRECCIÓN MÉDICA

MEMORÁNDUM NO. 008303

Asunto: Autorización de protocolo de Investigación

"2024, Celebración de los 200 Años del Estado Federal de Michoacán"

Morelia, Mich., a

01 NOV 2024

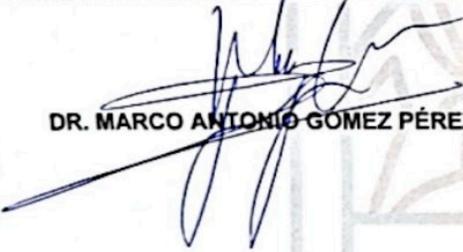
C. Tzanda Lizeth López Camarena
Investigadora Principal
Presente

Por este conducto se le informa que una vez que su protocolo de investigación con No. de registro HMCEICI/2441 titulado; **"Estudio comparativo entre ángulo de fase, fuerza muscular y pruebas de función pulmonar"**; fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Hospital de la Mujer se emite la siguiente:

Autorización de ejecución de protocolo de Investigación

Le reiteramos el compromiso que adquiere de cumplir con las obligaciones respectivas, establecidas por dichos Comités, durante el desarrollo y conclusión de su proyecto de investigación

ATENTAMENTE
EL SUBDIRECTOR MÉDICO DEL HOSPITAL DE LA MUJER

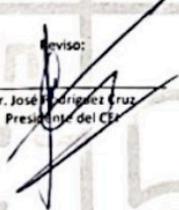

DR. MARCO ANTONIO GÓMEZ PÉREZ



CCP Minutario
Secretaría de Salud

GOBIERNO DE MICHOACÁN


Elaboró: Elizabeth Ayala Guzmán
Apoyo Administrativo

Revisó:

Dr. José Rodríguez Cruz
Presidente del CEI

OACN/IRC/eag

F_CEI/C_13

15.4 Consentimiento informado

**Morelia Michoacán a _____ del
202_.**

**El _____ que suscribe _____ C.
Sr(a.) _____ y/o Nombre
del
familiar _____.**

Conforme con la legislación sanitaria vigente en materia de prestación de servicios de salud y los lineamientos del comité de ética e investigación del Hospital de La Mujer, se solicita mi consentimiento para participar voluntariamente y sin remuneración alguna en el estudio clínico titulado “Estudio comparativo entre ángulo de fase, fuerza muscular y pruebas de función pulmonar.”, el cual tiene por objetivo observar y comparar los resultados derivados de ángulo de fase, fuerza muscular y pruebas de función pulmonar de las mujeres que asistan a la campaña de espirometría realizada por el servicio de Medicina Interna de este hospital. Se van a realizar una serie de preguntas para conocer edad, factores de riesgo respiratorios y determinantes sociales relevantes como nivel socioeconómico, así como mediciones antropométricas, de fuerza muscular mediante dinamometría y ángulo de fase mediante bioimpedancia eléctrica. Es importante mencionar que la información y datos obtenidos, serán manejados de manera confidencial. Sólo el personal médico y los investigadores asociados tendrán acceso a esta información. Los resultados del estudio podrán ser compartidos en la comunidad científica, pero no los datos personales de los participantes.

Estoy enterado (a) que mi información personal será confidencial y será tratada en forma cordial y respetuosa, como cualquiera de los pacientes que acuden

a este hospital. Estoy enterado (a) que no existe remuneración económica alguna por mi participación, ya que esta es voluntaria. Por lo tanto, una vez leído y comprendido el alcance del presente documento, y ya que han quedado todas mis dudas resueltas, CONSIENTO PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN referida.

CONSIENTO (paciente)

Nombre Firma o Huella

Testigos

Nombre y Firma Nombre y Firma Nombre y firma

15.5 Dictamen del comité de investigación de la Universidad Vasco de Quiroga

DICTAMEN DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN



ASUNTO: DICTAMEN DE EVALUACIÓN DE
PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Número de Folio: 036-2024

MPSS TZANDA LIZETH LÓPEZ CAMARENA

Adscrita al Hospital de la Mujer

PRESENTE

Estimada médico pasante López Camarena, el Comité de Investigación de la escuela de medicina ha revisado el protocolo de investigación titulado "**Estudio comparativo entre ángulo de fase, fuerza muscular y pruebas de función pulmonar**" y está en cumplimiento con las normativas éticas, metodológicas y académicas vigentes. Después de un análisis exhaustivo, se emite el siguiente dictamen:

1. Descripción del Proceso de Dictamen:

La evaluación del protocolo se ha basado en los siguientes criterios: el protocolo de investigación revisado cumple con los estándares establecidos, ya que presenta un diseño metodológico claro y bien estructurado, con técnicas e instrumentos debidamente seleccionados y alineados con los objetivos del estudio. Además, el tema abordado demuestra alta relevancia en los contextos académico, científico y social, subrayando su pertinencia y contribución potencial al área de estudio.

En cuanto a la presentación, el protocolo está organizado de manera lógica y consistente, permitiendo una lectura fluida y comprensión precisa de cada apartado. Finalmente, las referencias bibliográficas han sido manejadas correctamente bajo el formato Vancouver, reflejando rigurosidad en el uso de fuentes científicas y respeto por las normas de citación académica.

2. Tipo de Dictamen Emitido:

a) Dictamen Favorable: El protocolo **HA SIDO APROBADO** debido a que cumple satisfactoriamente con los criterios antes mencionados.

- Se ha evidenciado un diseño metodológico sólido y coherente.
- La investigación presenta pertinencia y relevancia en el ámbito propuesto.
- El protocolo está organizado de manera adecuada y las referencias bibliográficas cumplen con el formato solicitado.

Acción: Puede proceder con la implementación del protocolo de investigación.

ATENTAMENTE,

EDUCERE IN VERITATE



DCE. JULIETA DE LA VEGA CALDERÓN

Coordinación técnica de investigación

Escuela de medicina