



sa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

Detección de la Obesidad Sarcopénica Mediante el
Análisis de la Composición Corporal Funcional
(ACCF).

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
(INGENIERIA BIOMÉDICA)

P R E S E N T A:

ING. FRANCISCO FLORES NAVARRO

ASESORES: M. EN C. MIGUEL CADENA MENDEZ
DR. JOAQUÍN AZPIROZ LEEHAN.

Jurado calificador:

Presidente: Dra. Claudia Lerma González.

Secretario: M. en C. Miguel Cadena Méndez.

Vocal: Dra. Norma Ramos Ibáñez.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00094

Matricula: 210280117

DETECCION DE LA OBESIDAD
SARCOPENICA MEDIANTE EL
ANALISIS DE LA COMPOSICION
CORPORAL FUNCIONAL (ACCF)

En México, D.F., se presentaron a las 14:00 horas del día 19 del mes de noviembre del año 2014 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DRA. CLAUDIA LERMA GONZALEZ
DRA. NORMA RAMOS IBAÑEZ
M. EN C. MIGUEL CADENA MENDEZ



Francisco F. N.
FRANCISCO FLORES NAVARRO
ALUMNO

Bajo la Presidencia de la primera y con carácter de Secretario el último, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS (INGENIERIA BIOMEDICA)

DE: FRANCISCO FLORES NAVARRO

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

APROBAR

REVISÓ

[Signature]
LIC. JULIO CESAR DE LARA ISASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

Acto continuo, la presidenta del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBI

[Signature]
DR. JOSE GILBERTO CORDOBA HERRERA

PRESIDENTA

[Signature]
DRA. CLAUDIA LERMA GONZALEZ

VOCAL

[Signature]
DRA. NORMA RAMOS IBAÑEZ

SECRETARIO

[Signature]
M. EN C. MIGUEL CADENA MENDEZ

DEDICATORIA

“A mi esposa Tabita Ferman Bruno, quien con su amor, comprensión, y paciencia, me permite estar a su lado a pesar de mis largas ausencias.

A mis niños Zabdiel, Dana y Uri que han crecido muchas veces lejos de su padre.

A mis padres que siempre me han apoyado y creído en mí.

A mis hermanas que siempre han puesto sus ojos en mí.

Los amo en demasía, Francisco F.N.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa, por permitirme ingresar a la licenciatura y abrirme las puertas para poder estudiar una maestría.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (conacyt) por haber apoyado con los recursos necesarios para poder concluir esta meta en mi vida.

Además agradezco a la Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECITI) por el apoyo prestado así como lo recursos proporcionados por medio del convenio PICSA11-75, y así poder concluir esta tesis de maestría y el desarrollo de este proyecto de investigación.

Agradezco de todo corazón a mi familia: Tabita Ferman Bruno, dándome su apoyo, comprensión y paciencia por mis ausencias en casa, y en el hogar. A mis bebés Zabdiel, Dana, y Uri por el tiempo que no he estado con ellos, que me ven llegar de noche o no me ven llegar a casa porque ya se han dormido cuando llego.

Agradezco el apoyo, la oportunidad de desarrollo y las enseñanzas, primero como mi asesor de licenciatura y posterior como mi asesor de maestría. Profesor Miguel Cadena Méndez. Gracias. Por haber creído en mí, todo este tiempo.

A mis sinodales Dra Norma Ramos Ibañez, Dra. Claudia Lerma, que gracias a sus sugerencias, aportaciones y observaciones logré concluir este proyecto que inicie en mi vida. De igual manera agradezco a la Lic. Magdalena Rodríguez, y a la Dra. Consuelo Velázquez, al Dr Joaquin Azpiroz Lehaan por el apoyo brindado y a todas las personas que participaron como voluntarios de experimentación

Agradezco a mis compañeros, Humberto, Héctor, Fausto, que compartimos tiempos

juntos en el laboratorio donde realizábamos nuestras actividades como estudiantes. En especial a Humberto que siempre me transmitió conocimiento de manera desinteresada, a Héctor y Fausto por ayudarme cuando solicité su ayuda. Quiero agradecer a Gerardo Rosas Andreu y a Alicia Díaz Sánchez por la colaboración prestada en este proyecto de tesis.

Índice

ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS	11
RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	5
HIPÓTESIS	7
OBJETIVO GENERAL	7
OBJETIVOS PARTICULARES.....	7
1. ANTECEDENTES.....	9
1.1 OBESIDAD SARCOPÉNICA.....	9
1.2 DIAGNÓSTICO DE OBESIDAD SARCOPÉNICA.....	14
1.3 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL (ACC)	16
1.4 EL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO, MLG Y MG	16
1.5 EL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO Y EL BALANCE ENERGÉTICO.....	17
1.6 ACTIVIDAD METABÓLICA DE LA MLG	17
1.7 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL FUNCIONAL (ACCF).....	18
1.8 MODELO DE LA POBLACIÓN INMERSA EN UN AMBIENTE OBESO-GÉNICO Y LOS PERFILES DE CLASIFICACIÓN DEL RIESGO CARDIO-METABÓLICO.....	19
2. METODOLOGÍA	21
2.1 MUESTRA POBLACIONAL ESTUDIO PREVIO PARA CAMBIO DE MANIOBRA.....	21
2.2 MUESTRA POBLACIONAL PARA PROBAR LA TÉCNICA ACCF.....	22
2.2.2. <i>Criterios de inclusión</i>	22
2.2.3 <i>Criterios de exclusión y rechazo</i>	23
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	25
2.3.1 <i>Protocolo experimental etapa I: estudios de laboratorio, ACCF, medidas antropométricas</i>	26
2.3.2 <i>Protocolo experimental Etapa II: composición corporal</i>	27
2.3.3 <i>Protocolo experimental etapa III: indicadores de inflamación</i>	28
2.4 CREACIÓN DE LOS VECTORES CARACTERÍSTICOS.....	28
2.5 INSTRUMENTACIÓN E INSTRUMENTOS DE CALIBRACIÓN.....	30
2.6 ANÁLISIS DE DATOS	31
2.7 COMPARACIÓN DEL ACCF ENTRE POBLACIONES	31
3. RESULTADOS	32
3.1 ESTUDIO PREVIO CAMBIO DE MANIOBRA	32
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA PARA EL ACCF.....	34
3.3 AGRUPACIÓN MEDIANTE SOM PARA LOS VECTORES DE ACCF, IMAGENOLOGÍA Y LABORATORIO.....	36
3.4 SIMBOLOGÍA	36

3.3.1	Vector de laboratorio	37
3.3.2	Vector de imagenología médica.....	39
3.3.3	Vector de compuesto	41
3.3.4	Vector de ACCF en la población de hombres	43
3.3.5	Vector de ACCF en la Población de mujeres	45
3.3.6	Vector ACCF inclusión de población asintomática hombres.....	46
3.3.7	Vector ACCF inclusión de población asintomática mujeres.....	48
3.3.8	Discusión sobre los resultados obtenidos de los vectores creados y analizados mediante la herramienta SOM.....	50
3.3.9	Análisis estadístico de las agrupaciones de poblaciones generadas por SOM.....	51
3.3.10	Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector de laboratorio ...	51
3.3.11	Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector de imagenología	52
3.3.12	Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector compuesto	53
3.3.13	Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector de ACCF en hombres	54
3.3.14	Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector de ACCF en mujeres	54
3.5	ETIQUETADO DE POBLACIONES Y SIMBOLOGÍA.	56
3.6	GASTO ENERGÉTICO DE LA POBLACIÓN MASCULINA Y FEMENINA.	57
3.7	CONSUMO DE SUSTRATOS METABÓLICOS PARA OBTENCIÓN DE ENERGÍA AL APLICAR LA MANIOBRA SENTADO-PARADO. HIDRATOS DE CARBONO.	59
3.8	CONSUMO DE SUSTRATO METABÓLICO PARA OBTENCIÓN DE ENERGÍA AL APLICAR LA MANIOBRA SENTADO-PARADO. LÍPIDOS.	61
3.9	ÍNDICE SIMPATO-VAGAL AL APLICAR LAS MANIOBRA SENTADO PARADO	64
3.10	FRECUENCIAS BAJAS DEL SISTEMA NERVIOSO AL APLICAR LA MANIOBRA SENTADO-PARADO	66
3.11	FRECUENCIAS ALTAS DEL SISTEMA NERVIOSO AL APLICAR LA MANIOBRA SENTADO-PARADO.....	67
3.12	DISCUSIÓN SOBRE LOS DATOS ENCONTRADOS EN LAS SECCIONES 3.4 A LA 3.10	69
4.	DISCUSIÓN	70
4.1	VECTOR LABORATORIO HOMBRES Y MUJERES	70
4.2	VECTOR DE IMAGENOLOGÍA MÉDICA HOMBRES Y MUJERES.....	70
4.3	VECTOR COMPUESTO.....	71
4.4	VECTOR ACCF	71
4.5	GASTO DE ENERGÍA EN POSICIÓN SENTADA Y DE PIE.	71
4.6	OXIDACIÓN DE HIDRATOS DE CARBONO Y LÍPIDOS	72
4.7	FRECUENCIAS BAJAS Y ALTAS DEL SNA EN POSICIÓN SENTADA Y PARADA	72
5.	CONCLUSIONES.....	74
6.	LIMITACIONES DE ESTUDIO.....	76
6.	PERSPECTIVAS DE TRABAJO	77
7.	BIBLIOGRAFÍA:	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Técnicas de medición de MG y Masa Muscular.	13
Tabla 2.1 Medidas antropométricas.....	21
Tabla 2.2 Población total de estudio.....	24
Tabla 2.3 Poblaciones de estudio	24
Tabla 3.1 Medidas antropométricas de la población masculina.....	35
Tabla 3.2. Medidas antropométricas de la población femenina	35
Tabla 3.3 Poblaciones generadas por SOM con el vector de laboratorio.....	52
Tabla 3.4 Poblaciones generadas por SOM con el vector de imagenología.....	53
Tabla 3.5 Poblaciones generadas por SOM con el vector compuesto.....	53
Tabla 3.6 Poblaciones generadas por SOM con el vector de ACCF en hombres.....	54
Tabla 3.7 Poblaciones generadas por SOM con el vector ACCF en mujeres	55
Tabla 3.8 Medidas antropométricas.....	56
Tabla 3.9 Comparación del gasto energético.....	59
Tabla 3.10 Comparación de la oxidación de los hidratos de carbono.	61
Tabla 3.11 Comparación en la oxidación de lípidos.....	63
Tabla 3.12 Comparación de ISV	65
Tabla 3.13 Bajas frecuencias del SNA	67
Tabla 3.14 Frecuencias altas del SNA.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Infiltración de la MG en el músculo.....	10
Figura 1.2 Tejido adiposo y liberación de citoquinas	11
Figura 1.3 Zonas del cuerpo para el diagnóstico de la OS por IRM	12
Figura 1.4 Caracterización de dos poblaciones sanas utilizando el ACCF	19
Figura 1.5 Modelo del ambiente obeso-génico.....	20
Figura 2.1 Etapas para la selección de sujetos para cada grupo.....	25
Figura 2.2 Vectores característicos procesados por SOM.	29
Figura 3.01 Prueba de T-Student para poblaciones de estudio previo	32
Figura 3.02 Diagrama de pastel oxidación de sustratos	33
Figura 3.03 Diagrama de pastel de la oxidación de sustratos	34
Figura 3.1 Agrupaciones para el vector laboratorio.....	37
Figura 3.2 Agrupaciones para el vector de imagenología.....	40
Figura 3.3 Agrupaciones para el vector compuesto.....	42
Figura 3.4 Agrupaciones para el vector ACCF hombres.....	44
Figura 3.5 Agrupaciones para el vector ACCF mujeres.....	45
Figura 3.5.1 Agrupaciones para el vector ACCF hombres.....	47
Figura 3.5.2 Agrupaciones para el vector ACCF mujeres.....	49
Figura 3.6 Comportamiento del gasto energético en las 3 poblaciones.....	58
Figura 3.7 Oxidación de hidratos de carbono para 3 poblaciones.....	60
Figura 3.8 Comportamiento poblacional de la oxidación de lípidos.....	62
Figura 3.9 Comportamiento del balance simpátovagal.....	65
Figura 3.10 Frecuencias bajas de la poblaciones.....	66
Figura 3.11 Comportamiento poblacional de sus frecuencias altas.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS

OB	Obesidad sarcopénica.
IRMN	Imagenología por resonancia magnética nuclear.
ACCF	Análisis de la composición corporal funcional.
IMC	Índice de masa corporal.
HOMA	Homeostasis model assessment
RI	Resistencia a la insulina
ISPC	Inflamación sistémica por proteína C reactiva.
SOM	Self-organizing mapping
SNA	Sistema nervioso autónomo
CHO	Hidratos de carbono
MLG	Masa libre de grasa
MG	Masa grasa
IMME	índice de masa muscular esquelética
MMex	masa magra de las extremidades
ACCF	Análisis de la composición corporal funcional
ACC	Análisis de la composición corporal
GE	Gasto energético
ISV	Índice simpato-vagal

RESUMEN

El presente trabajo de tesis tiene como propósito proponer una nueva alternativa para identificar personas con posible obesidad sarcopénica. El nombre de dicha alternativa o técnica es: Análisis de la composición corporal funcional (ACCF). La técnica presenta los atributos de bajo costo, rápida, no invasiva, y de tamizador de grandes poblaciones.

La hipótesis de trabajo fue: La técnica ACCF identifica el perfil de obesidad sarcopénica de forma semejante a las técnicas convencionales.

La metodología consistió en realizar un estudio piloto donde participaron 77 personas, a las cuales se les hicieron:

1.- Estudios de laboratorio para medir el nivel de: glucosa, insulina, triglicéridos, lípidos de alta y baja densidad, colesterol. Solo a una población del total se les hicieron estudios de indicadores de inflamación (Interleucina 6 “IL-6”, Interleucina 1 “IL-1”, proteína C reactiva “PCR”).

2.- Estudios de imagenología médica por resonancia magnética nuclear (IRMN) a nivel de los cuádriceps, y DEXA de cuerpo entero, la finalidad de estos dos estudios fue para medir la cantidad de masa muscular y tejido adiposo.

3.- Una medición del diámetro de cintura y cadera.

4.- Un estudio mediante la técnica del ACCF en posición sentada y posteriormente en posición de pie.

En el proceso de selección, y de aplicar los criterios de rechazo o exclusión, se crearon 3 poblaciones separadas por género:

Dos poblaciones asintomáticas mujeres (N=1), hombres(N=3).

Dos poblaciones con sobrepeso u obesidad mujeres(N=9), hombres(N=11).

Dos poblaciones con posible obesidad sarcopénica mujeres (N=4), hombres (N=2)

A partir de los estudios realizados a las poblaciones se crearon 5 vectores:

- 1.- Un vector de laboratorio.
- 2.- Un vector de imagenología médica, y el cociente de la relación cintura cadera.
- 3.- Un vector compuesto que contempla las mediciones de laboratorio, imagenología médica y la relación cintura cadera.
- 4.- Un vector de las mediciones que arroja el ACCF en posición sentada de cada paciente
- 5.- y otro vector ACCF en posición de pie para cada paciente.

La idea de crear los vectores característicos fue para ver la existencia de agrupaciones y comparar la similitud entre las agrupaciones creadas, para lograr esta tarea los vectores se analizaron mediante una red neuronal artificial, el nombre de la red es self-organizing maps (SOM), este es un mapa del tipo auto-organizado, es entrenada usando aprendizaje no supervisado.

Los resultados muestran similitudes en las agrupaciones creadas entre el vector laboratorio, el vector compuesto y el vector ACCF en posición de pie. El vector de ACCF en posición de pie propone a personas de la población con sobrepeso u obesidad, como personas candidatas a formar parte de la población con posible obesidad sarcopénica. La técnica ACCF muestra la oxidación del sustrato preferencial para obtener energía, sin o con resistencia a la insulina (RI), y el comportamiento del sistema nervioso Autónomo dada una inflamación sistémica.

En conclusión el vector generado por la técnica ACCF identifica a la población con posible obesidad sarcopénica, pero debido a la reducida cantidad de sujetos que conforman las poblaciones estudiadas no se puede realizar pruebas estadísticas para confirmar si hay significancia estadística en dicho hallazgo.

INTRODUCCIÓN

La obesidad sarcopénica (OS) se define como un decremento de masa muscular y aumento de tejido adiposo [1][2]. La literatura muestra evidencias de que la OS está fuertemente relacionada con los siguientes efectos negativos: síndrome metabólico [3][4][5], inflamación sistémica [6] y resistencia a la insulina [7]. Estos acercan al paciente a tener un riesgo del tipo cardio-metabólico[8]–[11].

Para evaluar los efectos negativos relacionados con la obesidad sarcopénica se necesita de los siguientes perfiles de clasificación: a) síndrome metabólico por ATPIII [12], [13] resistencia a la insulina [14], [15], b) inflamación sistémica medida a través de las concentraciones de interleucina IL1, IL6, proteína C-reactiva, y factor necrótico tumoral TNF- α [16]–[18]. La obesidad sarcopénica puede ser diagnosticada por medio de la dinámica muscular en extremidades, e infiltración de masa grasa en la musculatura. Este último preferentemente por imagenología médica para asegurar que se está en un proceso fisiológico que altera la funcionalidad metabólica de la masa muscular dada dicha infiltración de la masa grasa [19].

La caracterización de los perfiles de clasificación utiliza diferentes técnicas como son a) antropometría [15], b) laboratorio [20], [21], y c) imagenología médica [22]. Por ejemplo, el síndrome metabólico diagnosticado por ATPIII, necesita la concentración de glucosa, triglicéridos, colesterol, lipoproteínas de alta densidad y lipoproteínas de baja densidad que se obtienen a través de las técnicas de laboratorio, la medición del perímetro de cintura utilizando técnicas antropométricas [12], [23] y la medición de la presión sanguínea medida por medio de un esfigmomanómetro [24].

La mayoría de estos estudios implican un tiempo considerable desde la ejecución hasta el resultado del mismo, así como también costos elevados para los pacientes que desean hacerse los estudios. Además, se vuelven imprácticos cuando se desean tamices poblacionales de gran magnitud.

Lo anterior, sugiere el uso de un método que tenga una visión de ser un tamizador poblacional rápido y de bajo costo, y que además pueda separar o identificar a aquellas personas que pueden presentar una posible obesidad sarcopénica [25].

Por lo tanto, el presente proyecto propone el uso del Análisis de la Composición Corporal Funcional (ACCF)[26] como una técnica rápida no invasiva, de bajo costo. Con el supuesto de que a partir de medir de manera indirecta el gasto energético, los sustratos metabólicos y la actividad del sistema nervioso autónomo (SNA, medido a través del balance simpato-vagal) sobre la dinámica metabólica de la masa libre de grasa (MLG) durante la aplicación de la maniobra sentado-parado se puede detectar de manera indirecta el perfil de obesidad sarcopénica.

Para comprobar la hipótesis de trabajo, se realizó un estudio piloto con la intención de comparar las técnicas utilizadas para detectar la obesidad sarcopénica. El estudio se realizó en una población con obesidad y en una población sin obesidad, a las cuales se les aplicó estudios de laboratorio como primera técnica para determinar la obesidad sarcopénica, estudios de imagenología como segunda técnica y el ACCF.

Posteriormente, la comparación entre las diferentes técnicas se hizo mediante la generación automática de diagramas de agrupamiento de individuos utilizando una red neuronal del tipo no supervisada por parámetros del tipo SOM [27].

HIPÓTESIS

El Análisis de la Composición Corporal Funcional identifica el perfil de obesidad sarcopénica de forma semejante a las técnicas convencionales.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio piloto comparativo entre las técnicas convencionales y la técnica ACCF para identificar del perfil de obesidad sarcopénica en una población con obesidad y sin obesidad.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Diseñar y aplicar un protocolo experimental en una población asintomática y una población con sobrepeso o con obesidad para detectar el perfil de obesidad sarcopénica mediante el uso de técnicas de laboratorio e imagenología médica.
- Implementar la técnica ACCF en la misma población asintomática y a la población con sobrepeso o con obesidad.
- Crear 5 vectores característicos para las poblaciones estudiadas utilizando los datos obtenidos a través de las técnicas:
 1. Laboratorio.
 2. Imagenología médica y antropometría
 3. Laboratorio, imagenología médica y antropometría.
 4. ACCF en posición sentada
 5. ACCF en posición de pie

- Comparar la capacidad de agrupamiento de los vectores creados utilizando una red neuronal del tipo no supervisada, SOM (self-organizing-mapping).

1. ANTECEDENTES

1.1 Obesidad sarcopénica.

La obesidad sarcopénica (OS) se manifiesta por cambios en la composición corporal de los individuos cuando su masa grasa (MG) se incrementa y simultáneamente su masa libre de grasa (MLG) disminuye [28]. El incremento de MG es debido a que las citoquinas liberadas por el tejido graso, depositan la grasa circulante en todos los tejidos, generando desde obesidad central, aterosclerosis, hígado graso y OS. La OS provoca infiltración de la MG a nivel muscular[29]. Provocando en ello la pérdida de masa muscular gradual y generalizada, disminuyendo la fuerza y la velocidad de contracción, ésta última debido a la pérdida de fibras musculares del tipo II [30], perdiendo además motoneuronas. Normalmente, esta disminución en la fuerza y la contracción ocurre de manera natural en el adulto mayor, pero el problema surge cuando se pierden a mayor velocidad al paso de los años generando sarcopenia u OS.

Los estudios, en muestras poblacionales indican una prevalencia de la OS diferente, pero es debido al tamaño de la N, por ejemplo en Corea la prevalencia es de 7.6% en mujeres y de 9.1% en hombres [31], y en México es de 0% hombres y 5% en mujeres [32], la muestra estudiada en Corea fue de 4486 hombres y 5999 mujeres, mientras en México la muestra poblacional fue de 345 sujetos en total. Los autores de los estudios anteriores coinciden que la prevalencia de la OS Aumenta conforme la población se acerca a las edades de 70 años en adelante[3][32].

En la actualidad, se estima que el 6% de la población juvenil presenta un decremento de la masa muscular [2], esto aunado con el sedentarismo puede provocar un aumento en la OS en la población juvenil [33].

Se considera que existe una alta dificultad para detectar tempranamente la OS por técnicas sencillas y de bajo costo (tabla 1.1), puesto que la forma de detectarla idóneamente

es mediante estudios de imagenología médica, principalmente por técnicas de IRM [4], [34]. Es prioritario para los sistemas de salud clasificar tempranamente poblaciones con posible riesgo de padecer OS, por la relación que existen con los factores de riesgo cardio-metabólico, y esto ayudará a reducir la demanda de servicios de salud por enfermedades generadas por dichos efectos negativos y la canalización de los recursos económicos a la prevención.[30].

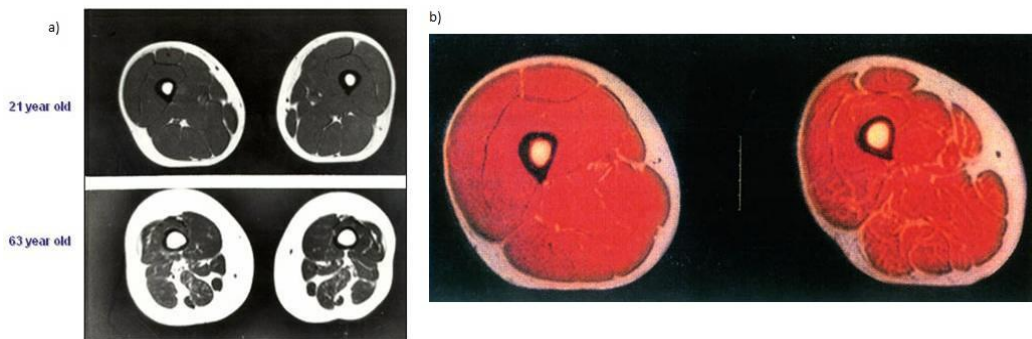


Figura 1.1 Infiltración de la MG en el músculo.

Se muestran a), cortes de sección transversal de dos personas de diferente edad pero con IMC similar. En el paciente de 63 años se observa disminución de masa muscular y penetración de MG en el músculo b) Se observa la penetración de la MG en el músculo de la figura del lado derecho [30].

La Figura. 1.1 muestra un caso de OS donde se pierde masa muscular y se gana MG y como ésta se infiltra en el músculo.

La patogénesis de la obesidad sarcopénica genera infiltración de la grasa al interior de la masa muscular al producirse mecanismos de inflamación crónicos en los músculos como los que se observan en la Figura.1.2 [18], [35].

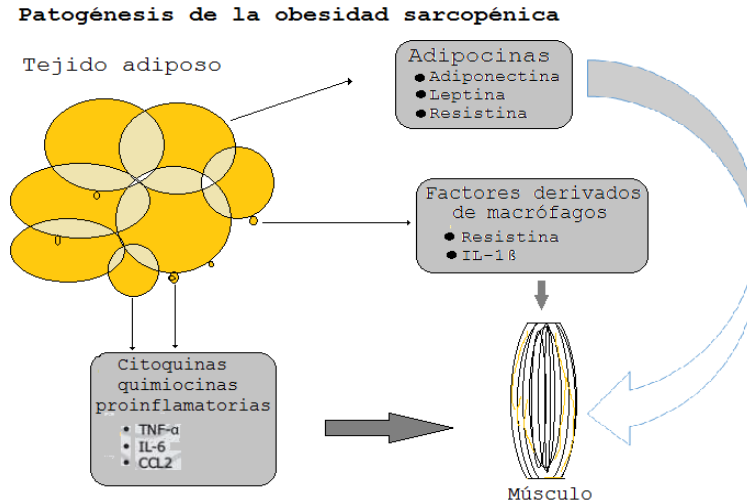


Figura 1.2. Tejido adiposo y liberación de citoquinas

Mecanismos crónicos de la sarcopenia que genera inflamación que retroalimenta la acumulación del tejido graso en la masa muscular [9].

Las adiposinas generan la acumulación de la MG en el músculo produciendo inflamación crónica que se detecta y retroalimenta por los macrófagos acumulados liberando factores como son las interleucinas 6, 1 β y resistina, hasta el punto donde se estimula a un más la acumulación e infiltración de la grasa en los músculos [4], [18], [30], [34]–[36]. Se ha demostrado que la inflamación sistémica genera hiper-catabolismo y pone en peligro el efecto anabólico de los músculos [7].

Los primeros indicios de la sarcopenia se desarrollan en las extremidades inferiores y superiores ya que contienen el 74% de la masa muscular y ésta representa el 30% del peso total en las mujeres y el 40% del peso en los hombres[37].

La obesidad sarcopénica se detecta principalmente por la acumulación de grasa en los muslos (cuádriceps) de la sección 1 de la Figura. 1.3 y está altamente relacionada con la adiposidad central calculada mediante el índice de grasa intra y extra abdominal de la sección 2 de la Figura. 1.3 [28], [34], [38].

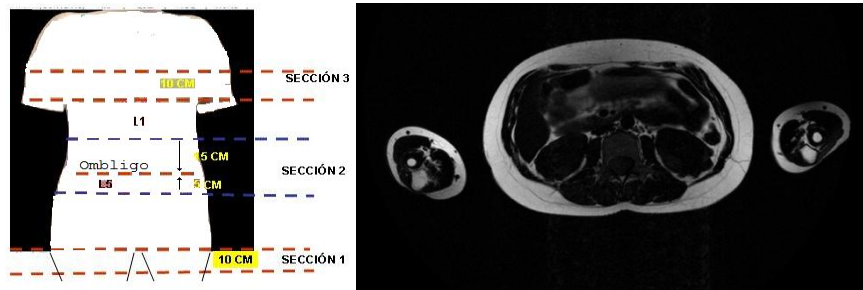


Figura 1.3 Zonas del cuerpo para el diagnóstico de la OS por IRM

Medición de las secciones para detección del OS riesgo para cuantificar la MG y la masa muscular. La sección 1 se observa por IRM cerca de L5, utilizando una Antena Q-body, con secuencia T1, Spin-eco con supresión de agua para enfatizar las regiones de grasa intra y subcutánea-abdominal. La sarcopenia se mide principalmente en la sección 1 por debajo de la región púbica hasta 10 cm.

Tabla 1.1 Técnicas de medición de MG y Masa Muscular.

Técnica	ventajas	inconvenientes	Inversión
TAC o IRMN	Buena resolución Evaluación de calidad muscular Permite estudio de zonas concretas (extremidades)	Las imágenes estudiadas pueden no ser representativas del resto. Requiere tiempo Requiere desplazar a la persona Dificultad técnica Radiaciones (TAC)	Muy elevado
DEXA	Permite valoración de la composición corporal total No requiere personal entrenado Resultado fiables	No informa sobre la calidad muscular Exposición a bajas dosis de radiación Requiere desplazamiento de la persona Dificultad para valorar la grasa abdominal	Elevado
BIA	Permite valoración de la composición corporal funcional total No requiere personal entrenado Permite valoración sin requerir desplazar a la persona Resultado inmediatos	No informa sobre la calidad muscular Menor sensibilidad que las técnicas anteriores Dificultad de valoración de resultados si existen trastornos metabolismo hídrico	Barato
Excreción de creatinina	Medida directamente relacionada con la masa muscular total	Procedimiento complicado Requiere tiempo Requiere realización de dieta estricta Variaciones diarias de los resultados	Barato
Antropometría	Fácil de realizar Permite la valoración sin requerir desplazar la persona (Pacientes encamados)	Poca sensibilidad No informa sobre la calidad muscular Las alteraciones musculares nutricionales pueden falsear resultados	Muy barato

Se muestran las diferentes técnicas para el diagnóstico de la obesidad sarcopénica, midiendo la cantidad de masa muscular y MG [7]. Muestra las ventajas y los inconvenientes de cada técnica. La sensibilidad de las técnicas, los costos y tiempo de ejecución.

1.2 Diagnóstico de obesidad sarcopénica.

Existe una amplia gama de técnicas para el diagnóstico de la sarcopenia. Los parámetros que suelen ser medidos son: La cantidad de músculo, la fuerza, el rendimiento físico y la velocidad de contracción [28], [39]–[42]. En la tabla 1.2 se muestran algunos métodos para diagnóstico de la sarcopenia.

Cada técnica tiene un grupo control de referencia para definir los límites. El problema es que no existe una referencia adecuada para cada población específica [29]. Las evaluaciones de la tabla 1.2, solo tratan de medir la sarcopenia [43]. Se han creado índices para la medición de la sarcopenia como es el caso del índice de masa muscular esquelética (IMME, estudio realizado con densitometría ósea, DEXA). Este índice está definido como la cantidad de masa músculo esquelética dividida entre el cuadrado de la estatura. Si una persona tiene un IMME por debajo de 2 desviaciones estándar de la población de referencia entonces esta persona puede tener sarcopenia [43]. Existe otro índice cuyo nombre es masa magra de las extremidades (MMex) dividida por la estatura al cuadrado ($MMex/estatura^2$). Una persona se diagnostica con sarcopenia si dicho índice es por debajo del percentil 20. Entonces para el diagnóstico de la OS se necesitaría del IMME, $MMex/t^2$, o por algunos de los métodos mencionados en el párrafo anterior y se necesita evaluar el grado de obesidad visceral (mayor a $100cm^2$) por algún método antropométrico o preferentemente por imagenología médica [3]. La medición de la composición corporal de los pacientes puede hacerse modelando al cuerpo por medio de las proporciones de la MG y MLG.

Tabla 1.2 Diagnóstico de sarcopenia: Variables cuantificables y límites.

Contenido	Método de medición	Límites según el sexo	Grupo de referencia definido
Masa muscular	DEXA	Índice de masa muscular esquelética (IMME) (Masa muscular esquelética de las extremidades/talla²) Varones: 7,26 kg/m ² Mujeres: 5,5 kg/m ²	Basado en 2 DE por debajo de la media de adultos jóvenes (estudio Rosetta) [43]
		IMME (MMEE/talla²) Varones: 7,25 kg/m ² Mujeres: 5,67 kg/m ²	Basado en un 20% más bajo específico del sexo en el grupo estudiado [44]
		IMME (MMEE/talla²) Varones: 7,23kg/m ² Mujeres: 5,67kg/m ²	Basado en un 20% más bajo específico del sexo (estudio Health ABC) [45]
		Residuales de regresión lineal sobre la masa magra de las extremidades ajustada respecto a la masa grasa, así como respecto a la talla IMME utilizando la ecuación Varones: -2,29 Mujeres: -1,73	Basado en un 20% más bajo específico del sexo (estudio Health ABC) [45]
Masa muscular	ABI	IMME utilizando la ecuación de masa muscular esquelética (MME) teórica mediante ABI (MME/talla²) Varones: 8,87kg/m ² Mujeres: 6,42kg/m ²	Basado en 2 DE por debajo de la media de adultos jóvenes en el grupo estudiado (n = 200) [39]
		IMME utilizando la masa muscular absoluta, no la masa muscular de las extremidades (masa muscular absoluta/talla²) Varones: Sarcopenia grave ≤8,50kg/m ² Sarcopenia moderada 8,51 - 10,75kg/m ² Músculo normal ≥10,76kg/m ² Mujeres: Sarcopenia grave ≤5,75kg/m ² Sarcopenia moderada 5,76 - 6,75kg/m ² Músculo normal ≥6,76kg/m ²	Basado en el análisis estadístico de los datos del estudio NHANES III en varones y mujeres de edad avanzada (≥ 60 años) [46] [47]
		Fuerza muscular	
	Fuerza de presión	Varones: <30 kg Mujeres: <20kg Varones: Punto de corte (detección de fragilidad) IMC ≤24 ≤29 kg IMCI >28 ≤32 kg IMCI 24.1 – 26 ≤30 kg IMC 26.1 - 28 ≤30 kg Mujeres IMC ≤23 ≤17 kg IMCI >29 ≤21 kg IMC 2.,1 – 26 ≤17.3 kg IMC 26.1 - 29 ≤18 kg IMC > 29 ≤ 21 kg	Basado en el análisis estadístico del grupo estudiado (n = 1.030) [48] [49] Basado en cuartiles del grupo estudiado (n = 5.317)

Variables cuantificables y límites para el diagnóstico de la sarcopenia [29].

1.3 *Análisis de la composición corporal (ACC)*

El ACC realiza un análisis de los diferentes compartimentos de manera cuantitativa. Este análisis tiene la finalidad de determinar la existencia de procesos fisiológicos y patológicos mediante la morfología de la estructura de los tejidos y órganos [50]. El ACC puede modelar el cuerpo por medio de dos compartimentos: MG y MLG [51]. El enfoque del ACC es realizar medidas anatómicas estáticas mediante estudios por tomografía axial computarizada, IRM, Absorciometría de energía dual de rayos X, ultrasonido diagnóstico, bio-impedancia, medición de pliegues subcutáneos, antropometría [52]. El ACC no permite ver la dinámica funcional de los compartimentos, porque no estima el gasto energético de la MLG [2]. Las enfermedades relacionadas con problemas metabólicos provocan cambios en el gasto energético de la persona. Por lo tanto es deseable conocer la actividad catabólica de la MLG. El ACC necesita entonces de otras herramientas para ver la actividad metabólica de la MLG ante la OS [47]–[49], [53]. Se ha observado que la obesidad provoca cambios a nivel sistema nervioso autónomo (SNA), es sugerente utilizar alguna técnica que evalúe el SNA ante la OS ya presente en el individuo [26] [54]

1.4 *El sistema nervioso autónomo, MLG y MG*

Existe una variedad de estudios que demuestran que el cumulo de MG a nivel central provoca cambios en el sistema nervioso autónomo. Un estudio realizado por Alberto Alves *et al.* en pacientes del género femenino cuya edad oscilaba entre 14.3 ± 2.8 años con IMC igual a $30.1 \pm 5.4 \text{ Kg/m}^2$ demostró que las pacientes con mayor MG central mostraron actividad simpática significativamente alta y actividad vagotónica disminuida, cuando fueron comparadas con las pacientes con una MG central menor [55]. En otro estudio realizado a pacientes de la tercera edad, se observó la relación de grasa en cintura/cadera, encontrando que existe un decremento acentuado en la parte simpática del sistema nervioso y disminuye la variabilidad de la frecuencia cardiaca, siempre y cuando la relación cintura/cadera sea mayor a 1 [56]. Se ha observado el comportamiento del SNA en pacientes con obesidad, pero no se ha encontrado en la

literatura estudios de pacientes con obesidad sarcopénica y el balance del SNA, por lo cual es deseable observar el comportamiento del SNA de los pacientes ante una OS.

1.5 El sistema nervioso autónomo y el balance energético

Existe la evidencia de efectos del sistema nervioso simpático sobre la oxidación de hidratos de carbono y lípidos. Además, se sabe que el SNA en la parte simpática y vagotónica controla el mecanismo que regula indirectamente la ingesta de alimentos con la finalidad de balancear el almacenamiento y agotamiento del tejido adiposo [57] además se ha observado que existe un incremento de la actividad del SNA en su parte simpática debido al síndrome metabólico, esta hiperactividad del SNA induce a un estado pro-inflamatorio por la producción de interleucina-6 [58].

1.6 Actividad metabólica de la MLG

Un primer acercamiento para estimar la actividad metabólica la realizó Heymsfield, el cual enuncia que existe una relación lineal entre la MLG y el gasto energético en reposo (GER)[59]. Mientras S. McClave y H. Zinder, señalaron que las necesidades de energéticas de un individuo son dinámicas y dependen de la variabilidad catabólica o si la persona se encuentra atravesando por una enfermedad, por estrés o simplemente por la edad [60]. Es decir un grupo de personas pueden tener un mismo ACC pero tienen diferentes requerimientos energéticos de su MLG.

En un adulto sano su gasto energético está condicionado entre un 70-75% por el tejido muscular existente. La disminución de la masa muscular da como resultado una disminución del gasto energético basal y del recambio protéico global [30]. Cadena y asociados diseñaron un experimento para observar la demanda de energía de la MLG

ante la maniobra acostado-parado. Los autores mencionan que a pesar de existan personas con la misma composición corporal su gasto energético podría ser distinto. Concluyeron que esto es debido a la actividad metabólica de la MLG y que es devaluada por la maniobra acostado-parado [61]. La OS al parecer, no solo es un problema de disminución de la MLG sino también de la actividad metabólica de la misma, por lo que es importante medir si existe un decremento o incremento de la actividad metabólica de la MLG [62] [63].

1.7 Análisis de la composición corporal funcional (ACCF)

El ACCF es una técnica que mide:

- 1.- La composición corporal (bio-impedancia).
- 2.- El balance Simpato-vagal del SNA,
- 3.- El gasto energético de los pacientes, y sustratos oxidados para la obtención de Energía.

Esta técnica, es novedosa para el diagnóstico de la OS dado que cada una de las componentes podría observar las características de esta enfermedad; composición corporal, la dinámica metabólica de la MLG, y la actividad del SNA ante este padecimiento. El ACCF se utilizó en un estudio previo por Borja, donde realizó un experimento para comprobar que a pesar que se tenga personas con el mismo IMC [26], la dinámica metabólica de la MLG es distinta. Borja reporta que la técnica ACCF puede diferenciar a las dos poblaciones con IMC similar, Borja afirma que la técnica utilizada puede observar cambios significativos, producto del catabolismo la MLG, estos resultados se muestran en la figura 1.4 [26].

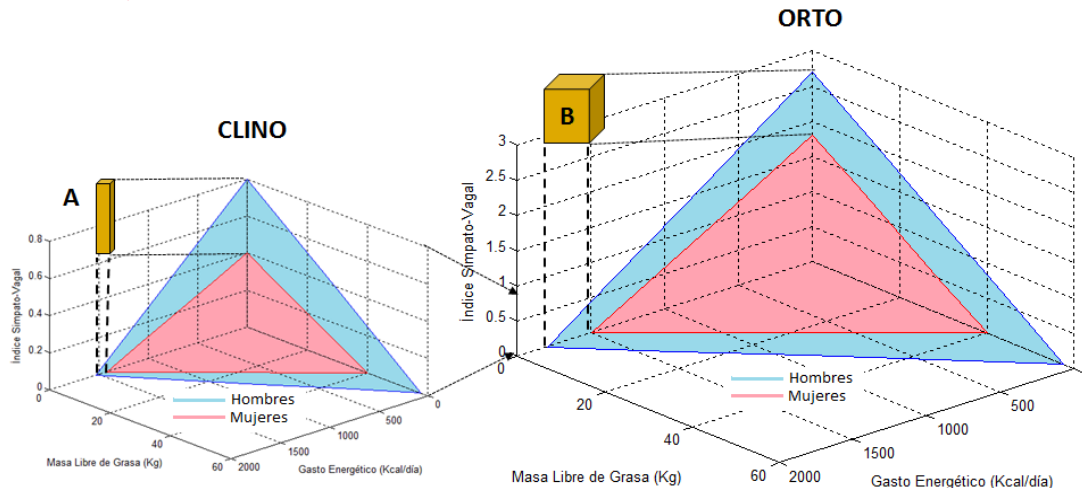


Figura 1.4. Caracterización de dos poblaciones sanas utilizando el ACCF

Una población conformada de mujeres (triángulo rosa) y una población formada por un grupo de hombres (triángulo azul). Las dos poblaciones realizaron la maniobra parado sentado. La finalidad de la maniobra fue develar el requerimiento energético de la MLG y la actividad simpato-vagal ante la demanda del requerimiento energético[26].

1.8 Modelo de la población inmersa en un ambiente obeso-génico y los perfiles de clasificación del riesgo cardio-metabólico

En la Figura 1.5 se representa un modelo que explica la respuesta del cuerpo humano cuando transita en un ambiente obeso-génico. Esta respuesta está relacionada con el estado de la persona cuando tiene un peso normal, un sobrepeso u obesidad. Principalmente, aquellas personas con obesidad o sobrepeso pueden ser vulnerables a presentar diferentes tipos de efectos negativos, los cuales son valorados por medio de distintos perfiles de clasificación (ATPIII, HOMA, obesidad sarcopénica, etc), para diagnosticar un riesgo cardio-metabólico. Sin embargo, estas personas con obesidad o sobrepeso pueden ser asintomáticos, es decir, que no presentan problemas de dislipidemias, hipertensión, inflamación sistémica [25], lo que indica que tienen una capacidad adaptativa que probablemente le ayude a preservar su homeostasis.

Hay que tener en cuenta que la detección de la OS incluye la medición de los demás perfiles como el de síndrome metabólico, resistencia a la insulina e inflamación

sistémica, que están altamente relacionados con los efectos negativos de la obesidad, por lo cual con la sola medición del perfil de obesidad sarcopénica podemos determinar que tan cerca está el paciente de presentar un riesgo cardio-metabólico [64].

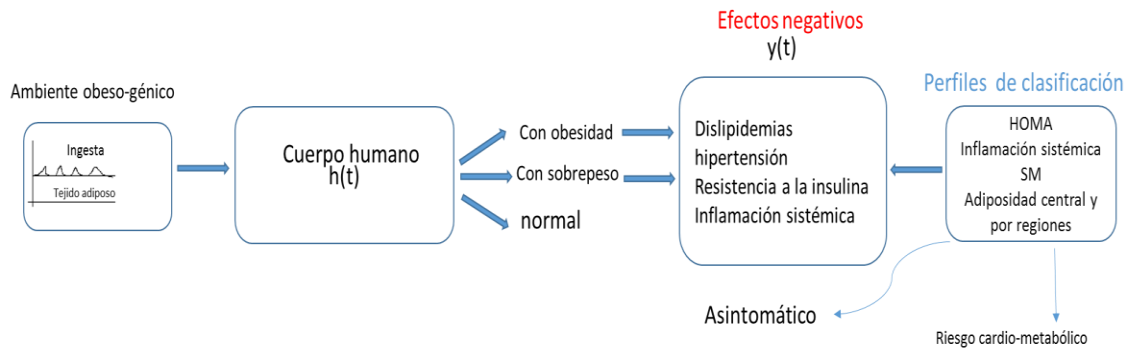


Figura 1.5 Modelo del ambiente obeso-génico

El objetivo del modelo es mostrar las diferentes rutas de los pacientes inmersos en un ambiente obeso-génico, y los diferentes tipos de perfiles de clasificación para diagnosticar el riesgo cardio-metabólico.

2. METODOLOGÍA

2.1 Muestra poblacional estudio previo para cambio de maniobra.

La técnica ACCF necesita de la maniobra clino-ortostatismo, pero en un estudio previo se observó lo siguiente [26]:

1.- Algunos individuos no toleran la maniobra clino-ortostática y empiezan a tener complicaciones en la posición parada mientras se les hacen las mediciones. Las complicaciones vistas en los estudios van desde mareos o incluso desmayos.

2.- La maniobra clino-ortostática demanda un espacio en el cual la persona debe estar primero acostada mientras se hacen las mediciones de las variables en cuestión.

El estudio previo en esta tesis de maestría contempló una agrupación de 16 individuos, 8 hombres y 8 mujeres, a los cuales durante la maniobra sentado-parado se les hizo un estudio de calorimetría indirecta para ver el incremento de consumo de energía debido a la maniobra. Debido a los resultados obtenidos, los cuales se presentan en la sección de resultados, el protocolo experimental de este trabajo propone el cambio de la maniobra clino-ortostática a la maniobra sentado-de pie. En la tabla 2.1 se muestra algunas características antropométricas de la población del estudio previo.

Tabla 2.1 Medidas antropométricas		
Genero	Hombres	Mujeres
N	8	8
Edad (años)	25.6±3.3	25.75±5.1
Estatura(m)	1.7±0.0	1.62±0.05
Peso (Kg.)	75.6±9.7	64.8±8.7
IMC (kg/m ²)	26.3±3.9	24.6±2.7

IMC: Índice de Masa Corporal

2.2 Muestra Poblacional para probar la técnica ACCF.

Con el objeto de determinar si el ACCF puede clasificar a personas con obesidad sarcopénica se crearon tres poblaciones por cuota. 77 sujetos en total. Una población estuvo conformada por sujetos asintomáticos, la segunda por sujetos con obesidad o sobrepeso sin problemas de resistencia a la insulina, y la tercera población estuvo formada por sujetos con obesidad, con resistencia a la insulina e inflamación sistémica, posibles sujetos con obesidad sarcopénica. A continuación se muestra los criterios de selección de las poblaciones.

2.2.2. Criterios de inclusión

1. Población I.

- IMC mayor a 18.5 Kg/m². y menor 25 Kg/m².
- Sanos sin desordenes metabólicos. Sin enfermedades crónicas degenerativas.
- Aceptar ser sujetos de observación mediante carta de consentimiento informada.
- No haber realizado actividad muscular intensa.
- HOMA menor a 3 (mg/dl)²

2. Población II.

- IMC mayor a 25 y menor 40 Kg/m².
- HOMA menor a 3 (mg/dl)²
- Aceptar ser sujetos de observación mediante carta de consentimiento informada.
- No haber realizado actividad muscular intensa.
- Sanos sin desordenes metabólicos. Sin enfermedades crónicas degenerativas.

3. Población III.

- IMC mayor a 25 y menor 40 Kg/m².
- HOMA mayor a 3 (mg/dl)²

- Aceptar ser sujetos de observación mediante carta de consentimiento informada.
- Proteína C reactiva positiva
- Aceptar ser sujetos de observación mediante carta de consentimiento informada

2.2.3 Criterios de exclusión y rechazo

A las poblaciones en general se les aplicó los siguientes criterios de rechazo.

- Sujetos que se presentaron con gripe, estresados o con menstruación.
- Consumo de medicamentos en las últimas 12 horas previas al estudio para los estudios de CI.
- Consumo de medicamentos anti-inflamatorios por lo menos 7 días antes a las pruebas de indicadores de inflamación.
- Presentar glicemias en ayunas mayores a 115mg/dl.
- Presentar mareos o desmayos en posición parada mientras se realizaba las mediciones del gasto energético por CI.
- Presentar ansiedad o claustrofobia debido a la mascarilla con la cual se colecta los gases espirados y se ve reflejada en su frecuencia respiratoria.
- Presentar un gasto energético menor en la posición parada con respecto a la posición sentada.
- Volúmenes minuto de la mecánica pulmonar menores a 4 L/min.
- Coeficiente de variación por debajo del 10% durante la medición del gasto energético sentado y parado.
- Frecuencia respiratoria en posición sentada por arriba de 20 respiraciones por minuto.
- Presentar una fracción inspirada de oxígeno diferente de $21 \pm 0.4\%$ en cualquiera de la dos etapas de medición del gasto energético.

Las tablas 2.2 y 2.3 muestran las poblaciones separadas por género después de aplicar los criterios previamente enlistados.

Tabla 2.2 Población total de estudio

Criterios de Rechazo	Mujeres	Hombres
Población inicial	40	37
1.-Diabéticos	7	8
2.-IMC<25 y HOMA \geq 3.0	1	0
3.-IMC>25 y HOMA \geq 3.0 con Proteína C Reactiva Negativa	6	3
4.-CV>15% parado	3	1
5.-CV>10% sentado	4	8
6.-Estudios Incompletos	5	1
Población Final	14	16

IMC: índice de Masa Corporal (Kg/m²), HOMA (Evaluación del Modelo Homeostático), CV: Coeficiente de Variación del VO₂ y VCO₂

La tabla 2.3 muestra a las poblaciones separadas en grupos de estudio.

Tabla 2.3 Poblaciones de estudio

Población	Mujeres	Hombres
1.-IMC<25 y HOMA<3.0	1	3
2.-IMC>25 y HOMA<3.0	9	11
3.-IMC>25 y HOMA \geq 3.0 y PCR(+)	4	2

IMC: índice de Masa Corporal (Kg/m²), HOMA (Evaluación del Modelo Homeostático), proteína c reactiva (PCR)

2.3 Diseño experimental.

La toma de datos experimentales fue a temperatura ambiente a primeras horas del día. Los sujetos no hicieron esfuerzo por lo menos 8 horas antes, para evitar alteraciones en el gasto energético y nivel de glucosa e insulina.

Se realizaron estudios de ACCF, análisis de la composición corporal, estudios de laboratorio para concentraciones: de glucosa, de insulina, triglicéridos, lipoproteínas de alta y baja densidad, colesterol, y estudios de imagenología DEXA e IRM. Todos estudios permitían excluir a los sujetos que no correspondían para alguna de las tres poblaciones.

Los sujetos con un HOMA mayor de 3.0 se sometieron a otros estudios de laboratorio para medir indicadores de inflamación (interleucina 6, interleucina 1B, proteína C reactiva), y los que tuvieran un resultado positivo se incluyeron en la población 3 de sujetos con posible obesidad sarcopénica.

El protocolo experimental se dividió en tres etapas fundamentalmente:

Etapa I: Estudios de laboratorio, medidas antropométricas y ACCF.

Etapa II: composición corporal y,

Etapa III: Indicadores de inflamación.

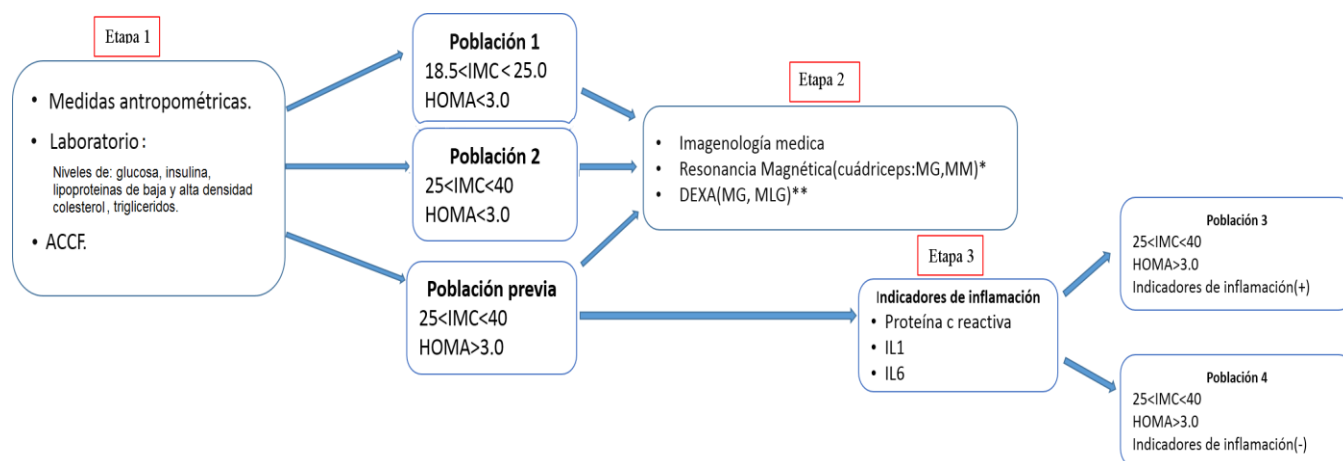


Figura 2.1 Etapas para la selección de sujetos para cada grupo. Procedimiento para la selección de los sujetos de estudio para cada población.

El objetivo de todos los estudios fue tener varios criterios que sirvieran para la tipificación de los pacientes y ubicarlos en la población correcta. El estudio de ACCF, estudios de composición corporal, y pruebas de laboratorio, se realizaron en la UAM-Xochimilco. Mientras que los estudios de IRM se hicieron en el CI3M de la UAM-Iztapalapa.

Cabe mencionar, que algunas de las etapas podían coincidir el mismo día para algunos pacientes o se citaban en días distintos para concluir cada una de las etapas. El tiempo máximo para concluir las fases para cada sujeto fue de 7 días.

2.3.1 Protocolo experimental etapa I: estudios de laboratorio, ACCF, medidas antropométricas.

Esta primera etapa tuvo la finalidad de excluir a los pacientes que tuvieran diabetes y contempla las siguientes mediciones:

- Medición del peso corporal real y estatura del sujeto con ropa ligera y descalzo.
- Medición del diámetro de cintura y cadera.
- Sujeto en ayunas para las muestras de laboratorio nivel de: colesterol, glucosa, insulina, triglicéridos lipoproteína de baja y alta densidad.

Además en esta etapa a los pacientes se le aplicó la técnica de ACCF que consiste en:

- Medición del gasto energético en posición sentado con un equipo comercial que contiene la técnica de la cámara de mezcla. El sujeto estuvo en posición sentada relajado alrededor de 5 minutos previos al estudio. Posteriormente, se inició la recolección de gases espirados durante 15 minutos con la finalidad de registrar u obtener 35 muestras de VCO₂ y VO₂ cada 20 segundos.

- Al mismo tiempo se registró la variabilidad de la frecuencia cardiaca con un sistema de medición llamado Meigaoyi. El cual proporciona el índice simpato-vagal después de la adquisición de la actividad del corazón. Se utilizó la configuración tetrapolar para el registro de electrocardiografía.
- Medición del gasto energético y la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) de la misma forma que los puntos anteriores con la diferencia que ahora el sujeto se encuentra de pie.
- Medición de la Composición Corporal (MLG y MG) por bio-impedancia.

2.3.2 Protocolo experimental Etapa II: composición corporal

- El objetivo de los estudios de IRM fue cuantificar la cantidad de MG y MLG que tiene el sujeto a nivel de los cuádriceps. La medición de la composición corporal por IRM se realizó con un equipo 3 Teslas para lo cual los sujetos de observación tomaron las siguientes indicaciones:
 - a) Vestimenta: short o pants y camiseta sin objetos metálicos en el cuerpo antes de ingresar al laboratorio de IRM.
 - b) Firmaron un consentimiento de estudio al llegar al laboratorio de IRM del CI3M y seguir cuidadosamente las indicaciones del personal del laboratorio.
 - c) Las características de estudio fueron: posición supina de los sujetos para toma de imagen en la sección 1 que corresponde a niveles cuádriceps.

Se realizaron secuencias de gradientes, realce de imagen por spin-eco con supresión de grasa, buscando realzar el músculo. Después se aplicó la misma secuencia pero con supresión de agua, buscando solo grasa.

Se realizaron cortes transversales con un campo de visión de 45 centímetros y matriz para obtener una resolución de 500 micras. Los cortes tuvieron un espesor de 8mm sin separación entre cortes. La longitud de exploración de la sección 1 fue de 10 cm equivalente a 12 o 13 cortes.

- Se hizo una medición de la composición corporal para cuantificar la MLG y MG por DEXA

2.3.3 Protocolo experimental etapa III: indicadores de inflamación

- Se hizo una medición de Proteína C reactiva, interleucina 1 y 6 en sujetos con HOMA mayor a 3.0

2.4 Creación de los vectores característicos.

A partir de los resultados obtenidos en cada una de las etapas se crearon los siguientes vectores:

- Un vector de laboratorio llamado Y, que comprende: el índice HOMA, la concentración de colesterol, triglicéridos, lipoproteínas de baja y alta densidad e inflamación sistémica medida con la Proteína C Reactiva.
- Un vector Z llamado imagenología médica, que contiene cinco componentes vectoriales: la cantidad de MG y la masa muscular medido por IRM en los cuádriceps, la cantidad de MG y la MLG medida en el cuerpo por DEXA y la relación cintura cadera medido por antropometría.

- Un vector compuesto llamado Y' creado con las componentes vectoriales del vector laboratorio y del vector de imagenología.
- Por último se crearon dos vectores de ACCF llamados X y X' para la posición sentada y de pie respectivamente. Ambos vectores contenían seis componentes vectoriales: MLG, MG medida por bio-impedancia, gasto energético y substratos metabólicos (hidratos de carbono y lípidos) medidos por calorimetría indirecta y el balance simpato-vagal para observar la respuesta del SNA

Los vectores fueron creados por género, y fueron sometidos a una red neuronal del tipo no supervisado Self-Organizing Map (SOM),[27] como se observa en la Figura 2.2. SOM permite encontrar las distancias entre las componentes vectoriales de dichos vectores generados (Distancias Mahalanobis) y crea agrupaciones donde dichas distancias son mínimas. Por tanto, la finalidad de crear estos vectores fue para observar si existían agrupaciones parecidas entre los vectores después de ser sometidos a la herramienta SOM, y hacer las comparaciones entre los vectores y el vector de ACCF.

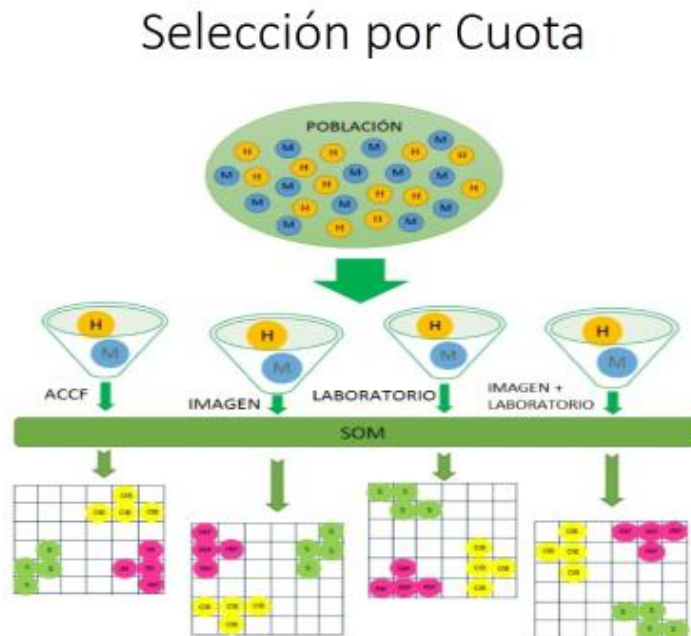


Figura 2.2. Vectores característicos procesados por SOM.

2.5 Instrumentación e instrumentos de calibración.

1. Un calorímetro híbrido de investigación que cuenta con las dos técnicas cámara de mezcla y respiración a respiración para la obtención y recolección de datos, MGM-3H
2. Tubería, componentes y conexiones neumáticas para manejo de flujos espirados y toma de muestras para sensores de medición.
3. Bio-impedancímetro, in body 720, marca Biospace.
4. Sistema de análisis de la VFC marca Meigaoyi.
5. Computadora personal de uso general.
6. Equipo de resonancia magnética de 3 Teslas Achieva xseries, marca Philips.
7. Un pulmón mecánico para la producción de volúmenes corriente de hasta 750 ml con frecuencia y ciclo de trabajo variable ajustable (Harvard Instruments Inc.).
8. Un espirómetro de campana de 5 litros para medición de volúmenes espirados con jeringa de calibración Hans-Rudolph de 3 litros.
9. Un conjunto de tanques con mezclas y manómetros, grado patrón, de gases fisiológicos para pruebas de calibración (Asscot Inc. y Praxair S.A.).
10. Equipos de laboratorio utilizados por el Laboratorio Clínico Investigaciones Clínicas Nueva Santa María

2.6 Análisis de datos

Para analizar los datos adquiridos durante el estudio previo, el cual fue con la intención de determinar el cambio de maniobra de clino-ortostatismo y optar por la maniobra sentado-parado, se calculó el porcentaje de incremento del gasto energético al aplicar la maniobra sentado-parado y se comparó con el porcentaje de incremento del gasto energético de clino a orto, por medio de una prueba estadística del tipo paramétrica T-Student pareada. Esto con la idea de buscar si existen diferencias significativas en las medias del gasto energético y la oxidación de sustratos. El intervalo de confianza para la prueba estadística fue del 90%.

Para las tres poblaciones en la cual se fundamenta el trabajo de esta tesis, los valores de las medias generados por la técnica de ACCF en posición sentada, fueron comparadas con los valores de las medias generadas en posición parada. Esta comparación fue mediante una prueba estadística del tipo no paramétrica (prueba Wilcoxon).

Además, se compararon los valores de las medias generadas por la técnica ACCF entre poblaciones en posición sentada y parada. La comparación fue mediante una prueba estadística del tipo no paramétrica Mann-Withney.

En todos los casos se consideró una significancia estadística “a priori” con una $p < 0.1$ por considerarse de un estudio piloto. Se utilizó MedCalc para hacer el procesamiento estadístico.

2.7 Comparación del ACCF entre poblaciones

Se realizó una prueba estadística no paramétrica (Mann-Withney) para encontrar significancia estadística en las medias de las poblaciones (género masculino, género femenino). Con la idea de ver si la técnica ACCF puede diferenciar a tres poblaciones. Además se realizó una prueba Wilcoxon con la intención de ver si hay diferencias significativas en las medias de las variables que mide el ACCF a las poblaciones estudiadas. El intervalo de confianza para las pruebas estadísticas fue del 90%.

3. RESULTADOS

3.1 Estudio previo cambio de maniobra

El gasto energético se midió primero en posición sentada y posteriormente en posición parada. En el Figura 3.01, se observa que el gasto energético aumenta debido a la aplicación de dicha maniobra. La diferencia del incremento del gasto energético dada la maniobra fue de 11% en hombres y en las mujeres fue del 10%. Mientras que Borja encontró que el gasto energético en hombres fue del 18% y en mujeres fue del 5% [26]. Los resultados encontrados en el estudio previo, motivaron hacer el cambio de maniobra.

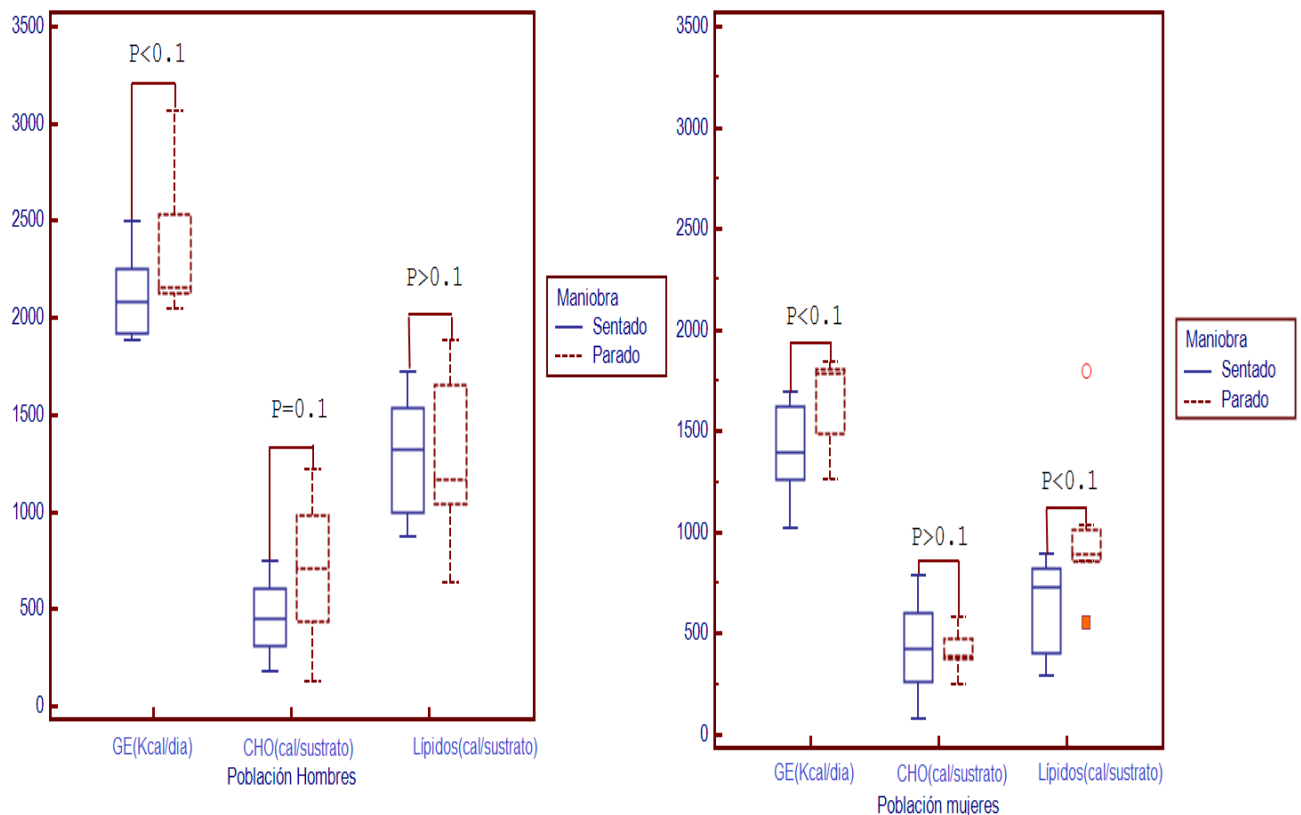


Figura 3.01 Prueba de T-Student para poblaciones de estudio previo

La prueba se ajustó a un intervalo de confianza del 90%. Se buscó significación estadística en el gasto energético y los sustratos metabólicos oxidados para obtención de energía debido a la maniobra sentado-de pie.

En la población de hombres y mujeres se aplicó una prueba estadística T-Student con un intervalo de confianza del 90% para ver si existen diferencias significativas en la

media del gasto energético y en la medias de los sustratos oxidados.

En la población de hombres se encontró que hay diferencias significativas en la media del gasto energético ($p < 0.1$), y fue marginalmente significativo en la media de la oxidación de los hidratos de carbono que requiere la persona debido a la maniobra. En contraste no se encontraron diferencias significativas en las medias de la oxidación de los lípidos. En la población de mujeres se encontró que existen diferencias significativas en las medias del gasto energético ($p < 0.1$) y en la oxidación de los lípidos ($p < 0.1$). De manera contraria no hubo significancia estadística en las medias de la oxidación de los hidratos de carbono.

En las Figuras 3.02 y 3.03 muestra el consumo de los sustratos para la obtención de la energía debido a la maniobra sentado-parado para los hombres y mujeres respectivamente. Se observa que la maniobra provoca un aumento en la oxidación de hidratos carbono del 8% en la población de hombres, y un aumento en el consumo de grasas del 9% en la población de mujeres.

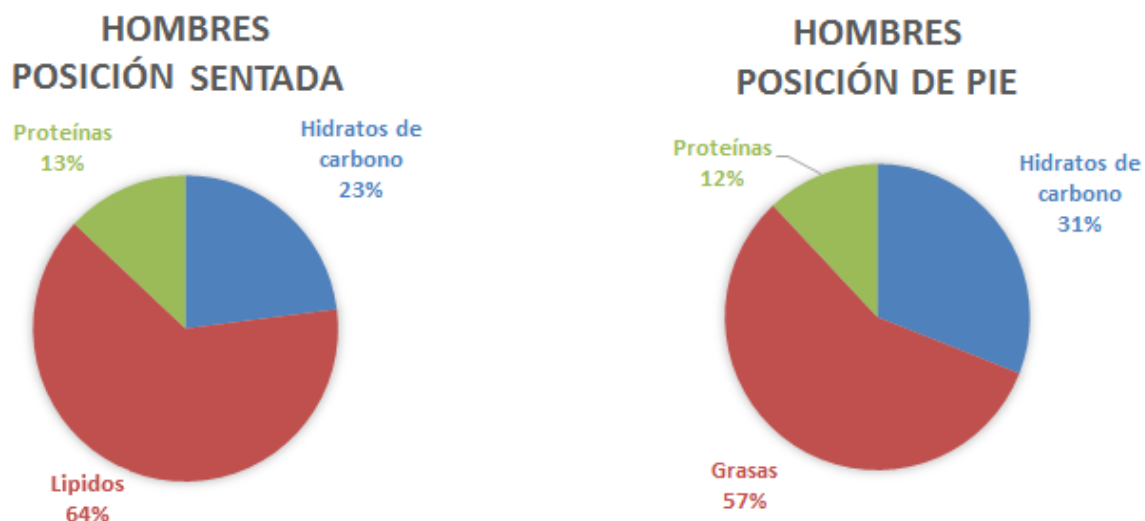


Figura 3.02 Diagrama de pastel oxidación de sustratos en hombres mientras se aplica la maniobra sentado-parado.

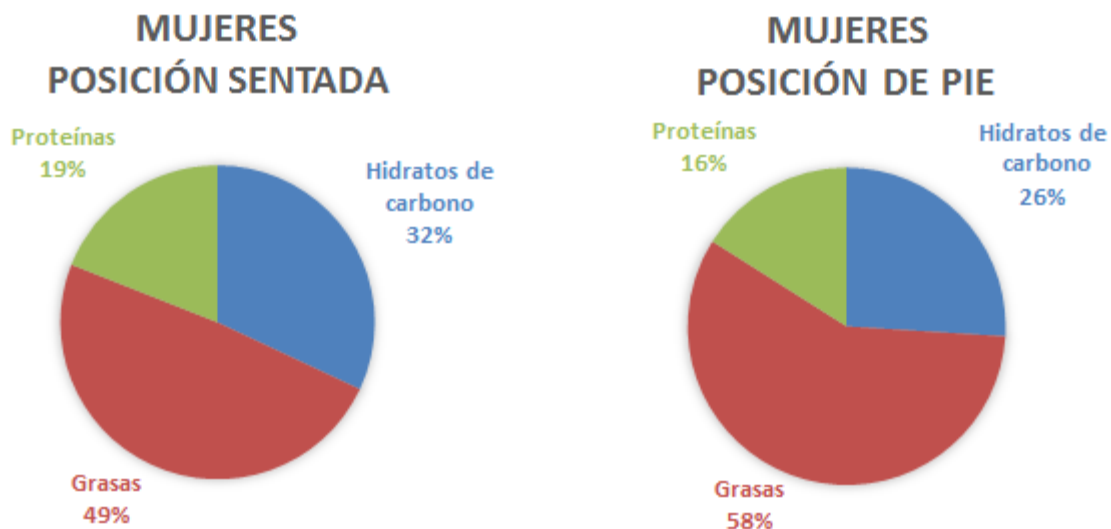


Figura 3.03 Diagrama de pastel de la oxidación de sustratos en mujeres en la maniobra sentado-parado.

3.2 Características de la población estudiada para el ACCF

Los estudios se realizaron en una población de 77 sujetos, los cuales primero fueron separados por género hombres y mujeres, y después en tres poblaciones: A) Población de referencia o asintomáticos, B) Población con sobrepeso u obesidad y C) Población con obesidad, resistencia a la insulina ($HOMA > 3.0$) e inflamación sistémica (proteína C reactiva positiva). Por tanto, cabe mencionar que la naturaleza de la selección de los sujetos fue por cuota.

En las tablas 3.1 y 3.2 resumen los datos antropométricos y de composición corporal obtenidos por DEXA y RMN, para hombres y mujeres.

Tabla 3.1 Medidas antropométricas de la población masculina

	IMC<25 y	IMC>25 y	IMC>25 y
	HOMA<3.0	HOMA<3.0	HOMA≥3.0
	N=3	N=11	N=2
Edad (años)	22.6±2.30	35.9±12.9	32.5±3.5
Peso (Kg.)	66.4±7.5	92.9±14.4	120±16.0
IMC (kg/m ²)	22.3±2.2	32.9±5.6	39.9±5.4
DEXA			
Lean + BMC (%)	75.5±2.5	65.3±4.6	58.0±10.3
Grasa (%)	23.4±5.2	32.7±5.8	40.5±10.7
IRM			
Músculos Cuádriceps (%)	6.2±0.5	6.8±1.1	8.1±2.2
Grasa Cuádriceps (%)	2.4±0.8	4.5±1.1	10.0±7.6
RCC	0.89±0.0	1.0±0.06	1±0.0

IMC: Índice de Masa Corporal, Lean + BMC: Masa libre de grasa corporal, Grasa (%): Masa grasa corporal, RCC: relación cintura-cadera.

Tabla 3.2. Medidas antropométricas de la población femenina

	IMC<25 y	IMC>25 y	IMC>25 y
	HOMA<3.0	HOMA<3.0	HOMA≥3.0
	N=1	N=9	N=4
Edad (años)	23	41±11	40.0±8.5
Peso (Kg.)	50	89±11	90.6±9.2
IMC (kg/m ²)	22.5	35±4.0	34.6±2.4
DEXA			
Lean + BMC (%)	64.6	55±5	54.8±3.1
Grasa (%)	34.8	45±5.0	44.5±3.2
IRM			
Músculos Cuádriceps (%)	3.6	5.8±1.0	5.8±0.9
Grasa Cuádriceps(%))	5.4	8.0±2.9	8.0±3.2
RCC	0.70	0.9±0.1	0.9±0.5

IMC: Índice de Masa Corporal, Lean + BMC: Masa libre de grasa corporal, Grasa (%): Masa grasa corporal, RCC: relación cintura-cadera.* Los criterios de rechazo solo permitieron tener una mujer con IMC normal y HOMA<3.0.

3.3 Agrupación mediante SOM para los vectores de ACCF, imagenología y laboratorio.

Antes de presentar los resultados obtenidos de aplicar la herramienta SOM a los vectores formados, se describe la simbología utilizada.

3.4 Simbología

A las figuras obtenidas por el SOM se les agregó una simbología para identificar a las tres poblaciones estudiadas, el triángulo se utilizó para identificar a la población asintomática, el círculo de color azul o rosa se utilizó para distinguir a personas con problemas de sobrepeso u obesidad sin resistencia a la insulina, y el cuadrado se utilizó para las personas con problemas de obesidad, resistencia a la insulina e inflamación sistémica. Los colores de las figuras geométricas mencionadas fueron de color azul para los hombres y de color rosa para las mujeres.

Además, se crearon etiquetas para reconocer a cada individuo de cada población. La etiqueta MSxx o MSgxx corresponde a una mujer de la población asintomática. La etiqueta MOBxx corresponde a una mujer de la población obesidad o sobrepeso. MINFxx corresponde a una mujer de la población con posible obesidad sarcopénica. Las etiquetas HSxx o HSgxx corresponden a hombres de la población de asintomáticos. La etiqueta HOBxx corresponde a la población con sobrepeso u obesidad. La etiqueta HINFxx corresponde a un hombre de la población con posible obesidad sarcopénica. Las xx de cada etiqueta son un número predeterminado para cada sujeto de estudio.

3.3.1 Vector de laboratorio

En la Figura 3.1 se muestran los resultados obtenidos de analizar el vector laboratorio (Y) a través de SOM.

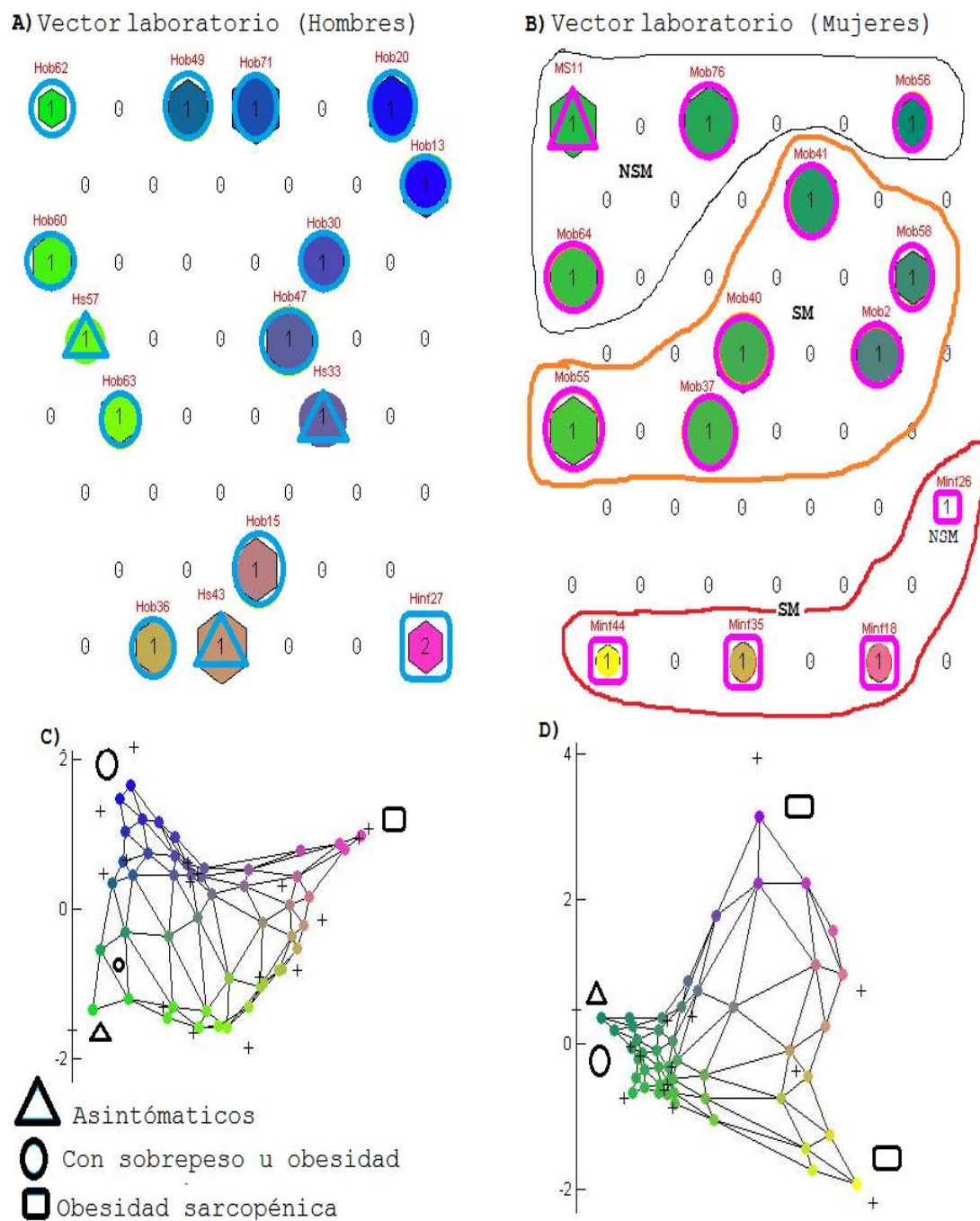


Figura 3.1 Agrupaciones para el vector laboratorio.

A) Vector de laboratorio para la población de hombres, B) Vector de laboratorio para la población de mujeres C) y D) Distribución de Poblacional de Hombres y Mujeres respectivamente.

SM = Síndrome Metabólico. NSM = No Síndrome Metabólico.

En la población de hombres (Figura 3.1 parte A) se alcanza a distinguir o separar las personas con posible obesidad sarcopénica (Cuadro azul) de los sujetos con obesidad o sobrepeso (Círculo azul). Mientras que la población de personas asintomáticas (Triángulo azul) están inmersos en la población con problemas de obesidad o sobrepeso. En la parte C se muestra la distribución de las tres poblaciones estudiadas, se observa la existencia de 3 atractores correspondientes a las tres poblaciones estudiadas.

En las agrupaciones generadas por SOM para el vector de laboratorio (Figura 3.1, inciso A) se observó que el incremento a la resistencia a la insulina e inflamación sistémica va de arriba hacia abajo. Los sujetos asintomáticos están inmersos en la población con obesidad, esto se debe a que presentan valores muy cercanos o parecidos entre ellos. Por ejemplo, los sujetos Hs33, Hob36 y Hob47 presentan valores cercanos en cuanto al índice atero-génico y la relación colesterol-HDL. El sujeto Hs33 es una persona asintomática, mientras que los sujetos Hob30 y Hob47 son personas con obesidad. Cabe mencionar que el sujeto Hs43, Hob36 y Hob15 se localizan próximos a los sujetos de la agrupación Hinf27, esta proximidad es debido al grado de resistencia a la insulina que presentan. Las únicas personas que presentan síndrome metabólico son: Hob47, Hob71, y Hinf32, donde el sujeto Hob47 y Hob71 son personas que presenta obesidad y el sujeto Hinf32 que está clasificado dentro de la agrupación Hinf27 presenta una posible obesidad sarcopénica.

En el inciso B de la Figura 3.1, se muestra el vector laboratorio para la población femenina. En ésta solo se distinguen dos poblaciones principalmente, la población con obesidad o sobrepeso se localiza en la zona de color verde (observar gráfico D), mientras la población con posible obesidad sarcopénica se localiza en la zona de amarillo y color rosa (ver gráfico del inciso D). El incremento de resistencia a la insulina e inflamación sistémica va de arriba hacia abajo, colocando a la población con posible obesidad sarcopénica en la posición más baja de las agrupaciones generadas.

En el gráfico D y en el inciso B, de la Figura 3.1, dentro de la población con obesidad o sobrepeso (Círculos con interior color verde), se ubican dos poblaciones una con síndrome metabólico y otra sin síndrome metabólico. Pero no se distingue una

agrupación de la otra, esto es porque el acomodo o clasificación que realiza la herramienta SOM depende de las componentes vectoriales del vector. Entonces se necesitaría crear un vector que tuviera los parámetros que dicta los criterios ATPIII, juntos los de laboratorio para que observáramos varios atractores, uno para la población con obesidad con síndrome metabólico, un segundo atractor para la población con obesidad sin síndrome metabólico y un tercer atractor para la población con posible obesidad sarcopénica, la cual presenta: síndrome metabólico, resistencia a la insulina, e inflamación sistémica.

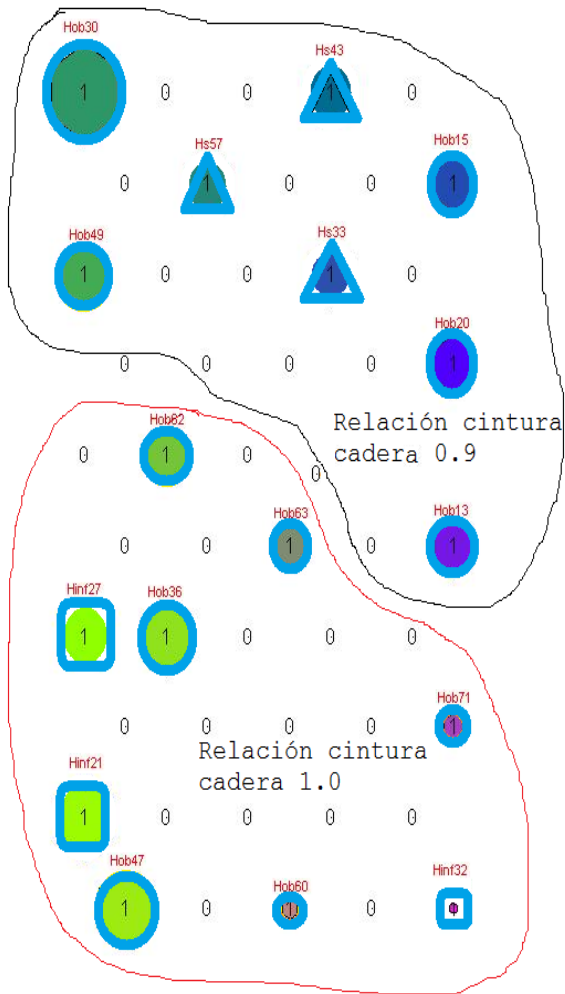
3.3.2 Vector de imagenología médica

El vector de imagenología (vector Z) después de ser analizado mediante la red neuronal no supervisada SOM, arroja como resultados dos zonas: una zona donde se encuentran los sujetos de estudio con una relación cintura cadera igual a 0.9 y una segunda zona, donde se ubican los individuos con una relación de cintura cadera mayor o igual a 1.0 (Figura 3.2A), pero no se observa una separación clara de la población con sobrepeso u obesidad de la población con posible obesidad sarcopénica, incluso las personas asintomáticas de la población asintomática están agrupadas con personas de la población con sobrepeso u obesidad.

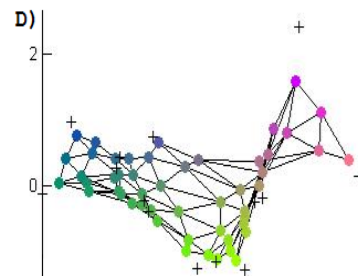
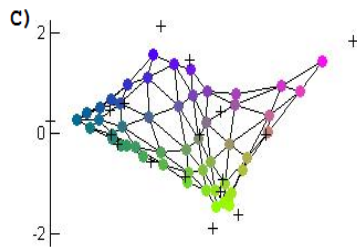
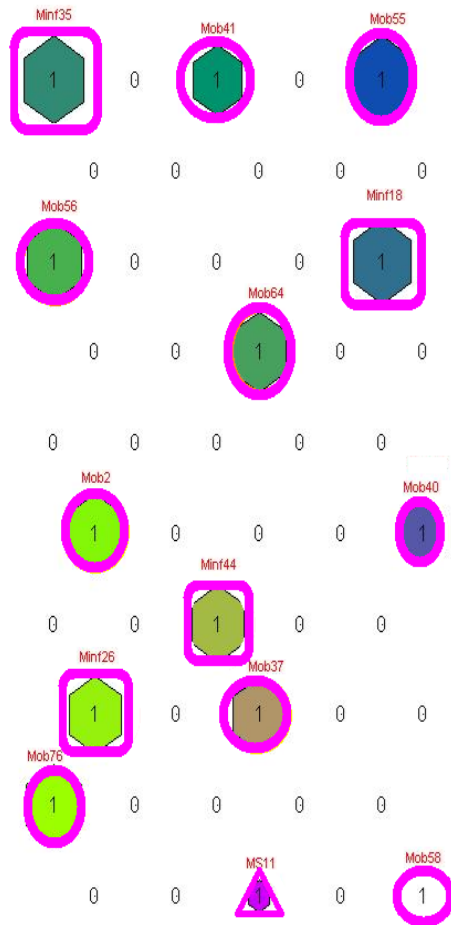
Para la población femenina el vector de imagenología no arroja zonas específicas para cada población estudiada, como en el caso de la población masculina (Figura 3.2, inciso B).

Estos resultados al parecer indican que no es suficiente con saber la composición corporal del cuerpo de los sujetos de estudio. Es decir se necesitan más información unida con los compartimentos corporales para poder hacer una mejor clasificación como se muestra en la siguiente sección.

A) Vector imagenología (Hombres)



B) Vector imagenología (Mujeres)



□ Obesidad sarcopénica
 ○ Con sobrepeso u obesidad
 △ Asintómicos

Figura 3.2 Agrupaciones para el vector de imagenología.

A) Vector de imagenología para la población de hombres, B) Vector de imagenología para la población de mujeres C) y D) Distribución poblacional de hombres y mujeres respectivamente.

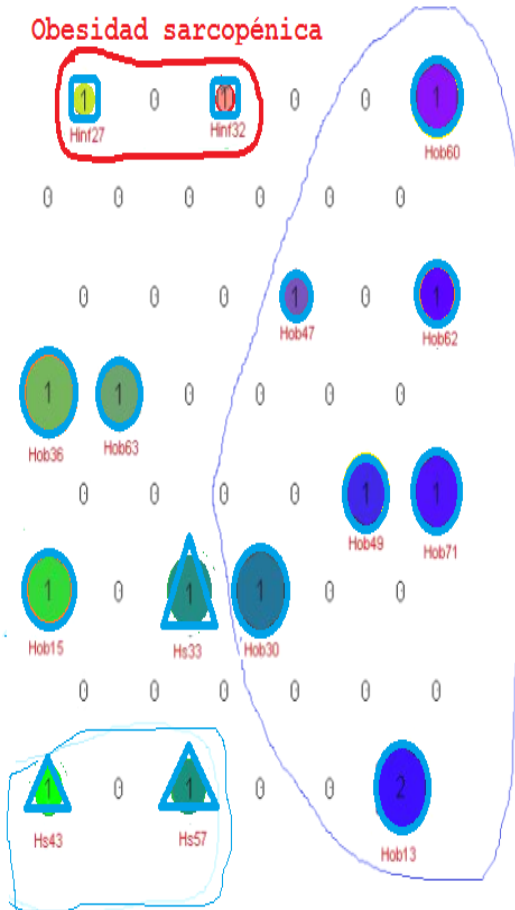
3.3.3 Vector de compuesto

Se generó un vector con componentes vectoriales del vector laboratorio y del vector de imagenología. En la Figura 3.3 en el inciso A se observa el resultado de aplicar la red neuronal (SOM) al vector compuesto para la población de hombres, donde se distinguen subgrupos dentro de cada población. Solamente un sujeto etiquetado como Hs33 (triángulo azul), de la población asintomática se aglutinó con un sujeto de la población con obesidad, dicha persona está etiquetado como Hob30 (círculo azul). Cabe mencionar que tanto el sujeto Hs33 y el sujeto Hob30 no presentan síndrome metabólico. En el inciso D de la Figura 3.3 se muestra el gráfico de distribución, en la cual se observa que hay tres atractores donde en uno de ellos se encuentra las personas con obesidad o sobrepeso, y en el segundo atractor están las personas con obesidad sarcopénica, y el tercer atractor tiene sujetos de la población con obesidad y sujetos de la población asintomática.

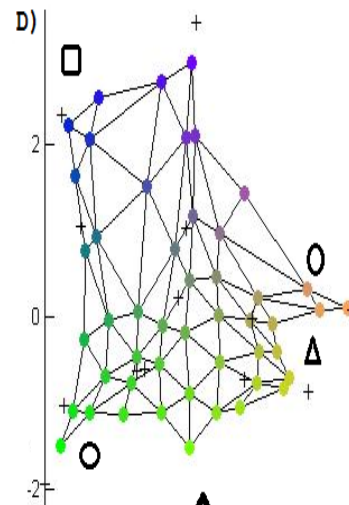
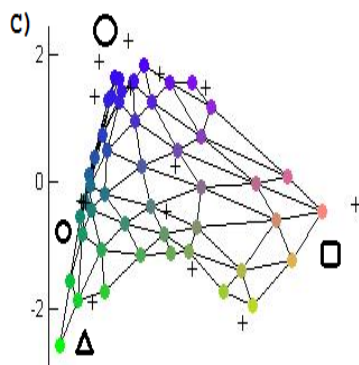
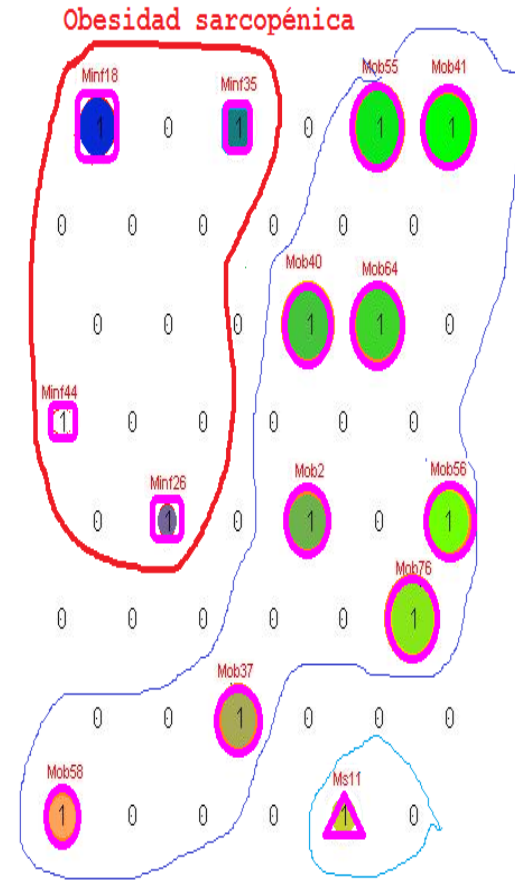
En la población femenina no hubo invasión de espacio entre los tres los grupos analizados (Ver Figura 3.3, inciso B), y en el inciso D de Figura 3.3 se observan varios atractores, en uno de ellos se encuentra población con posible obesidad sarcopénica, y en otros dos atractores se encuentra la población con obesidad o sobrepeso.

Los resultados obtenidos utilizando un vector compuesto muestran una clara separación de las poblaciones estudiadas. Entonces la información de laboratorio y composición corporal combinada, ofrecen una mejor clasificación de las poblaciones estudiadas. Esto se observa en el inciso A y B de la Figura 3.3.

A) Vector compuesto (Hombres)



B) Vector compuesto (mujeres)



□ Obesidad sarcopénica ○ Con sobrepeso u obesidad △ Asintómaticos

Figura 3.3 Agrupaciones para el vector compuesto.

A) Vector compuesto para la población de hombres, B) Vector compuesto para la población de mujeres C) y D) Distribución poblacional de Hombres y Mujeres respectivamente

3.3.4 Vector de ACCF en la población de hombres

La Figura 3.4 muestra las agrupaciones creadas por SOM para el vector X y X' para la población de hombres. La población asintomática (triángulos de color azul, rosa) se ubica en la esquina inferior derecha del inciso A y B, el gráfico de dispersión (inciso C y D) muestra a la población asintomática localizados en la zona de puntos de color rosa. La población con sobrepeso u obesidad (círculos azules) se encuentran en diferentes zonas creando agrupaciones. La población con posible obesidad sarcopénica (cuadros azules) se muestra inmersa en la población con obesidad sarcopénica.

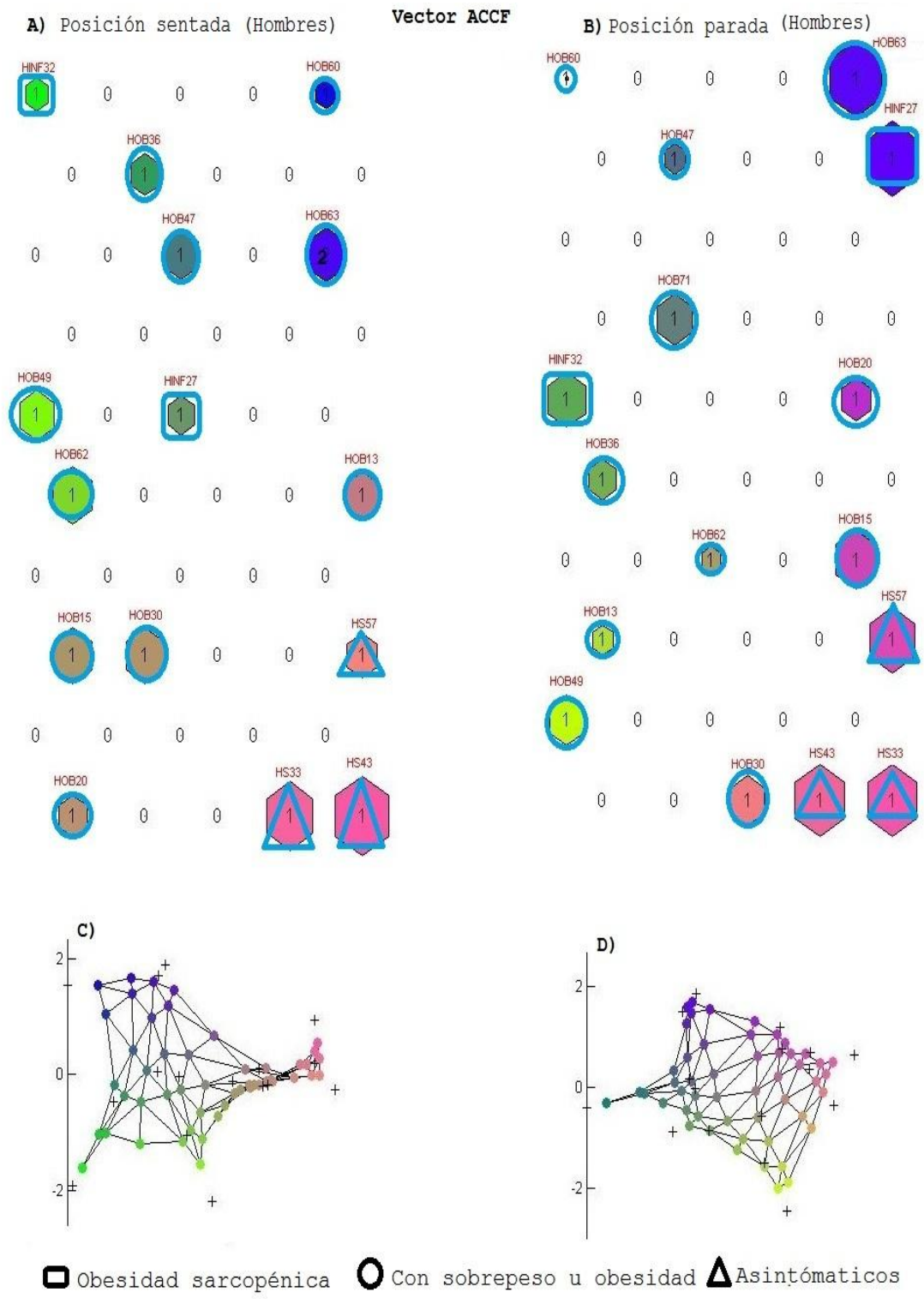


Figura 3.4 Agrupaciones para el vector ACCF hombres.
A) Vector de ACCF sentado, B) Vector de ACCF parado, C) y D) Distribución de Poblacional de Hombres sentado y parado respectivamente

3.3.5 Vector de ACCF en la Población de mujeres

La Figura 3.5 muestra a las tres poblaciones analizadas mediante la herramienta SOM. El inciso A corresponde a la población de mujeres en posición sentada mientras que el inciso B corresponde a la misma población de mujeres pero en posición parada. El inciso A se observa a la población con sobrepeso u obesidad (círculos rosas) y la población con posible obesidad sarcopénica (cuadros rosas) formando diferentes agrupaciones. En general se observa que las agrupaciones no crean espacios específicos para cada población analizada mediante SOM.

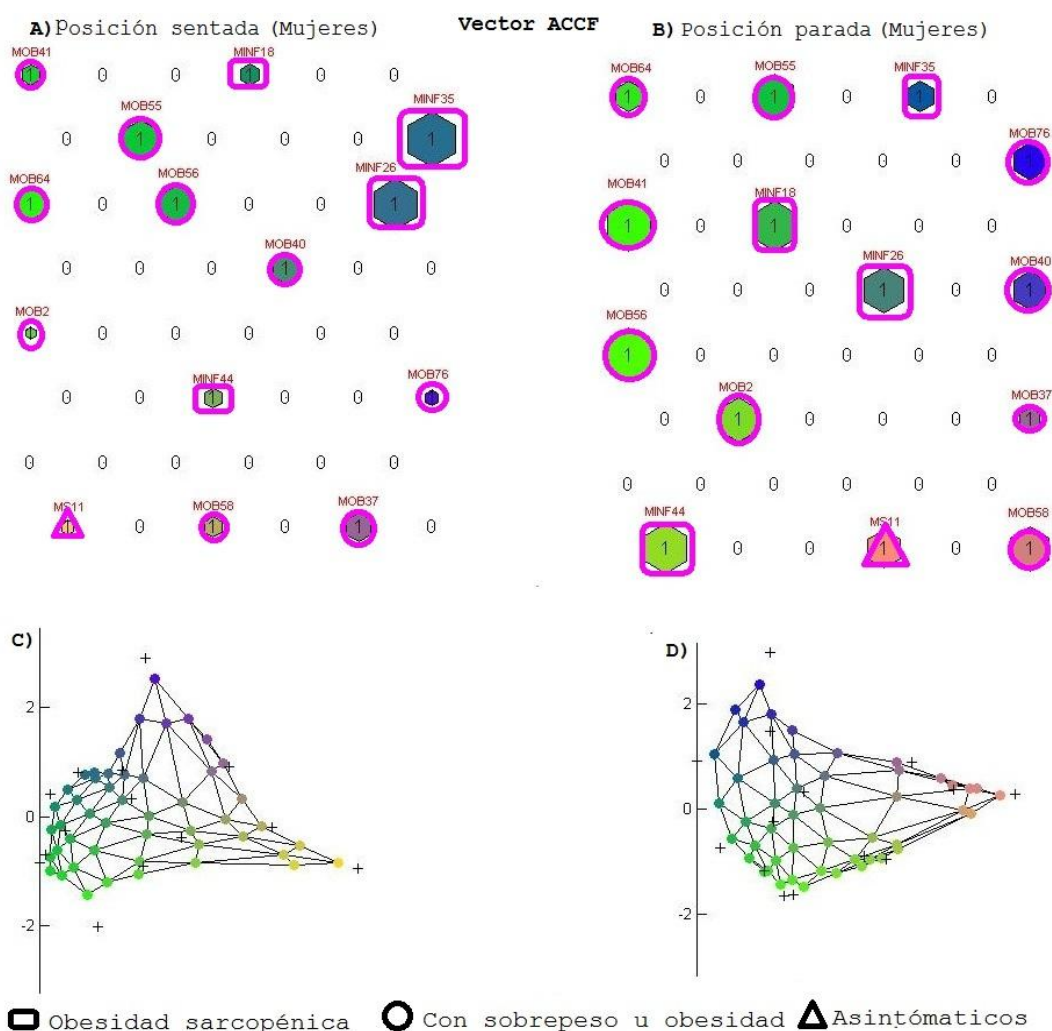


Figura 3.5 Agrupaciones para el vector ACCF mujeres.
A) Vector de ACCF sentada, B) Vector de ACCF parada, C) y D) Distribución poblacional de mujeres sentada y parada respectivamente

Dado los resultados obtenidos en la sección 3.3.5 y 3.3.6 se tomó la decisión de incluir individuos de la población asintomática de la tesis de Borja[26]. Sus medidas antropométricas se localizan en la Tabla 3.11 de la sección 3.5.1. Los resultados se muestran en las siguientes secciones 3.3.7 y 3.3.8.

3.3.6 Vector ACCF inclusión de población asintomática hombres.

La Figura 3.5.1 muestra las agrupaciones creadas por SOM para el vector X y X' para la población de hombres. Se observa principalmente 3 agrupaciones. El inciso A corresponde a la población en posición sentada mientras en el inciso B corresponde a la misma población pero en posición parada. En el inciso B se observa que algunos sujetos de la agrupación de obesos emigraron a la agrupación de contorno rojo. En la agrupación de asintomáticos del lado izquierdo se mostraban concentrados formando varios agrupamientos pero después de aplicar la maniobra, es decir en posición parada, se dispersaron creando nuevas agrupaciones pero separadas de las demás personas con obesidad o sobrepeso. Los ceros indican la separación entre las agrupaciones generadas por el SOM. En el inciso C y D de la Figura 3.5.1, muestra dos gráficos de distribución de las tres poblaciones analizadas mediante la herramienta SOM. Se agregaron tres figuras geométricas que simbolizan a las tres poblaciones estudiadas en dichos gráficos. El inciso C corresponde al gráfico de la población en posición sentada mientras el inciso D corresponde a la misma población pero en posición parada. En el inciso C se observa que solo hay dos atractores mientras que en el inciso D se observan tres atractores. Donde cada atractor corresponde a cada una de las poblaciones estudiadas.

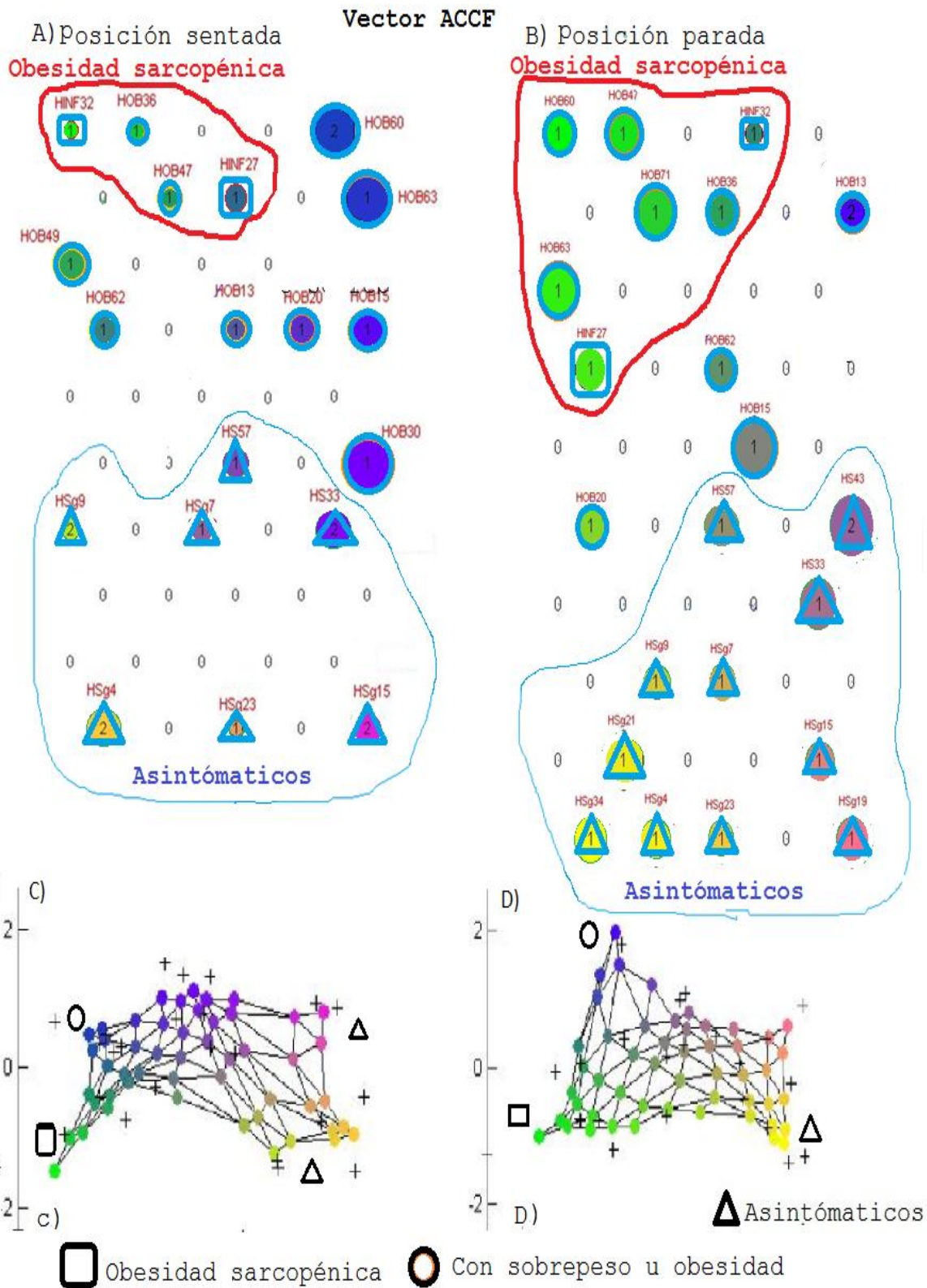


Figura 3.5.1 Agrupaciones para el vector ACCF hombres.
A) Vector de ACCF sentado, B) Vector de ACCF parado, C) y D) Distribución poblacional de hombres sentado y parado respectivamente

3.3.7 Vector ACCF inclusión de población asintomática mujeres.

El la Figura 3.5.2 en el inciso A corresponde a la población de mujeres en posición sentada mientras que el inciso B corresponde a la misma población de mujeres pero en posición parada. El inciso A se observa una agrupación formada por sujetos de la población 2 (Etiquetados como MOBxx) y sujetos de la población con posible obesidad sarcopénica (etiquetada con MINFxx). En el inciso B se observa que debido a la maniobra las dos poblaciones antes mencionadas se separan. En el inciso B, la agrupación encerrada en un contorno de color rojo está principalmente las personas de la población con posible obesidad sarcopénica. Además, la técnica propone a dos personas con obesidad de la población con sobrepeso u obesidad (MOB55, MOB40), como posibles personas con problemas de obesidad sarcopénica. Mientras que el contorno de color azul claro, están principalmente los sujetos de referencia. (Población asintomática). En el inciso C y D de la Figura 3.5.2 se muestra gráficos de distribución de las tres poblaciones de las mujeres. En el inciso D se observa tres atractores correspondiente a cada población.

Vector ACCF

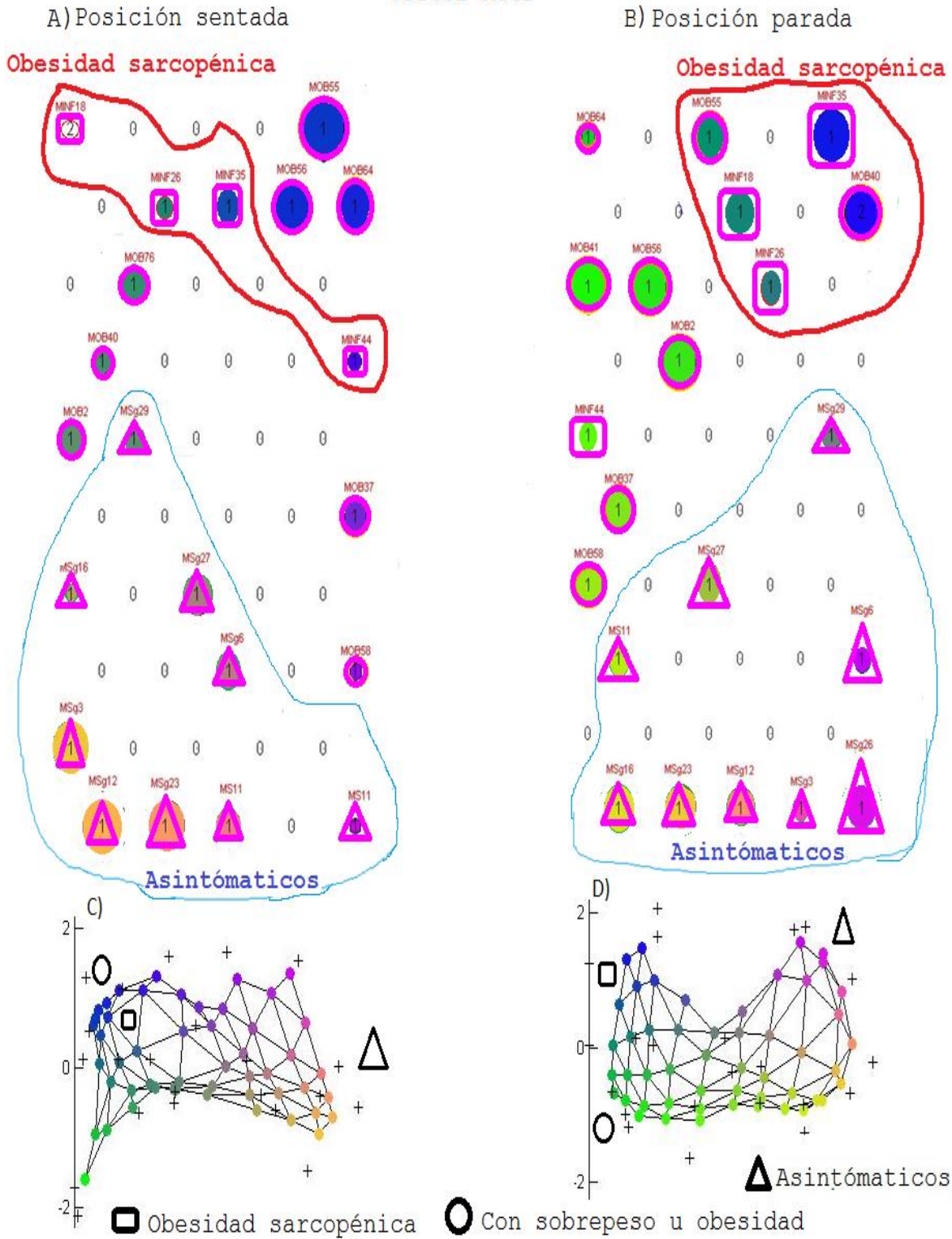


Figura 3.5.2 Agrupaciones para el vector ACCF mujeres.

A) Vector de ACCF sentada, B) Vector de ACCF parada, C) y D) Distribución poblacional de Mujeres sentada y parada respectivamente

3.3.8 Discusión sobre los resultados obtenidos de los vectores creados y analizados mediante la herramienta SOM

En general, para el género masculino y femenino, se observa que el vector característico de ACCF separa a la población asintomática de la población con posible obesidad sarcopénica, algunos sujetos de la población con obesidad o sobrepeso se unieron a la población con posible obesidad sarcopénica. Los mapas creados mediante SOM para el vector de compuesto y de laboratorio hacen una separación de las tres poblaciones estudiadas, esto no ocurre para los mapas creados de imagenología médica ya que se observa que no hay una separación de las tres poblaciones analizadas mediante SOM

En la sección 3.3.7 y 3.3.8 se incluyeron población asintomática de la tesis de Borja [26] mostrando que se crean atractores, en uno de ellos se ubica la población asintomática, en el segundo atractor se ubica la población con obesidad y un tercer atractor agrupando a la población con posible obesidad sarcopénica, junto con personas de la población con obesidad o sobrepeso. Esto indica que debido a sus valores parecidos en algunas de sus componentes vectoriales los agrupo juntos, la herramienta SOM. Para corroborar si estas personas con obesidad tienen algún problema de inflamación sistémica, se les tendrían que hacer estudios a estas personas dado que la población con obesidad no fue candidata a indicadores de inflamación y así confirmar que la técnica ACCF los incluye por una posible inflamación sistémica. Es importante mencionar que se tienen muy pocos individuos con inflamación sistémica y resistencia a la insulina y síndrome metabólico (población con posible obesidad sarcopénica)

En el vector de laboratorio se observa que las componentes de resistencia a la insulina e inflamación sistémica están separando las poblaciones tanto para la población masculina como la femenina.

El vector de imagenología indica que no es suficientes con saber la composición corporal dado los resultados mostrados en la sección 3.3.3 y esto se confirma en el vector

compuesto donde se observa que las poblaciones asintomáticas están la inferior de la clasificación generada por SOM y las personas con posible obesidad sarcopénica se encuentra en la posición superior, y en medio se encuentra la población con sobrepeso u obesidad.

3.3.9 Análisis estadístico de las agrupaciones de poblaciones generadas por SOM

Después de analizar los vectores mediante SOM, se observa que éste clasifica la población principalmente en dos grupos. Por tanto, se realiza un análisis estadístico (Mann-Whitney) para encontrar diferencias significativas entre estas dos poblaciones generadas por SOM, con un intervalo de confianza del 90%. Además se asumió una población con sujetos con obesidad, y otra población considerada como una población con obesidad sarcopénica. La comparación de las poblaciones fue a través de sus valores de laboratorio: Es decir, el HOMA, triglicéridos, el índice aterogénico, la relación colesterol-HDL, e inflamación sistémica.

Las personas asintomáticas estudiadas en la tesis de Borja [26], fueron agregadas en la sección 3.3.7 y 3.3.8 con la intención de observar nuevos espacios o agrupaciones generados después de ser tratados con la herramienta SOM. Es importante mencionar que estos sujetos asintomáticos no formaron parte del análisis estadístico que se muestra en las siguientes secciones.

3.3.10 Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector de laboratorio

Los resultados obtenidos (Tabla 3.3) al comparar las poblaciones generadas por el SOM, a partir del vector laboratorio, muestran diferencias significativas entre las poblaciones en el índice HOMA e inflamación sistémica. Estos resultados se reflejan para el género femenino y masculino. Esto indica que la resistencia a la insulina e inflamación sistémica son las componentes con mayor peso.

Tabla 3.3 Poblaciones generadas por SOM con el vector de laboratorio

Datos medidos por laboratorio	Mujeres(N=13)			Hombres(N=13)		
	Con obesidad(N=9)	Obesidad Sarcopénica(N=4)	P	Con obesidad(N=11)	Obesidad Sarcopénica(N=2)	p
HOMA	1.7±0.4	3.4±0.5	0.006	1.8±0.5	3.4±0.3	0.02
Triglicéridos (mg/dL)	221±58	264±104.9	0.4	248±161	135±30	0.42
Índice aterogénico (LDL/HFL)	2.5±0.6	3.6±2.1	0.2	2.9±0.9	2.6±0.02	0.7
Relación colesterol/HDL	4.4±0.7	5.7±2.09	0.1	5.2±1.1	4.3±0.2	0.32
Proteína C reactiva (mg/L)	1.0±0.0	7.6±3.5	0.0015	1.0±0.0	7±.0.4	0.03

3.3.11 Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector de imagenología

La Tabla 3.4 muestra los resultados estadísticos de las poblaciones generados por el SOM a partir del vector laboratorio. La cual indica que no existen diferencias significativas en las medias de las poblaciones. Además muestra los valores promedio de las variables medidas por laboratorio y su desviación estándar de dichas poblaciones. Estos resultados indican que no existen diferencias entre sus valores de laboratorio en las dos poblaciones. Si se tuviera una N considerable en cada una de las poblaciones estudiadas, y se tuvieran estos mismos resultados se podría inferir que los compartimentos corporales no son lo suficiente robustos para reflejar el comportamiento bioquímico del cuerpo.

Tabla 3.4 Poblaciones generadas por SOM con el vector de imagenología						
Datos medidos por laboratorio	Mujeres(N=13)			Hombres(N=13)		
	Con obesidad(N=7)	Obesidad Sarcopénica(N=6)	P	Con obesidad(N=6)	Obesidad Sarcopénica(N=7)	P
HOMA	2.1±0.8	2.3±1.1	0.9	2.0±0.53	2.1±0.9	1.0
Triglicéridos (mg/dL)	256±66	210±79	0.15	205±117	253±185	0.6
Índice aterogénico(LDL/HFL)	2.8±1.6	2.9±1.0	0.4	3.2±1.0	2.6±0.5	0.15
Relación colesterol/HDL	4.8±1.52	4.7±1.3	0.9	5.2±1.1	4.9±1.1	0.72
Proteína C reactiva (mg/L)	3.4±4.6	2.6±2.5	1.0	1.0±0.0	2.7±2.9	0.2

3.3.12 Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector compuesto

La Tabla 3.5 muestra los resultados obtenidos de laboratorio para las dos poblaciones generadas por el SOM. Se observa en la tabla, la existencia de diferencias significativas en las medias del HOMA y en el indicador de inflamación para el género femenino y el masculino. Este resultado es de esperarse dado que el vector compuesto tiene las componentes vectoriales del vector de laboratorio.

Tabla 3.5 Poblaciones generadas por SOM con el vector compuesto						
Datos medidos por laboratorio	Mujeres(N=13)			Hombres(N=9)		
	Con obesidad(N=9)	Obesidad Sarcopénica(N=4)	P	Con obesidad(N=7)	Obesidad Sarcopénica(N=2)	P
HOMA	1.7±0.4	3.4±0.5	0.006	1.6±0.4	3.3±0.2	0.04
Triglicéridos (mg/dL)	222±58	265±105	0.4	284±175	135.5±30	0.2
Índice aterogénico(LDL/HFL)	2.5±0.6	3.6±2.1	0.11	3.2±0.7	2.6±0.02	0.4
Relación colesterol/HDL	4.4±0.7	5.7±2.1	0.12	5.6±0.6	4.2±0.2	0.04
Proteína C reactiva (mg/L)	1.0±0.0	7.6±3.5	0.002	1.0±0.0	6.9±0.4	0.02

3.3.13 Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector de ACCF en hombres

La Tabla 3.6 muestra los promedios y la desviación estándar de los valores de las poblaciones generados por el SOM a partir del vector de ACCF. Se observa que hay significancia estadística en el índice atero-génico y en la relación colesterol-HDL. Estos resultados se ven reflejados cuando las poblaciones se encuentran en posición parada. Esto indica que las poblaciones fueron separadas principalmente por estos valores de laboratorio.

Tabla 3.6 Poblaciones generadas por SOM con el vector de ACCF en hombres						
Datos medidos por laboratorio	Sentado(N=12)			Parado(N=13)		
	Con obesidad(N=4)	Obesidad Sarcopénica(N=8)	P	Con obesidad(N=6)	Obesidad Sarcopénica(N=7)	p
HOMA	2.1±0.5	2.0±1.0	0.6	1.8±0.6	2.2±0.9	0.3
Triglicéridos mg/dL	138±64	277±176	0.2	244±197	219±119	0.9
Índice aterogénico(LDL/HFL)	3.5±0.7	2.5±0.7	0.04	3.4±0.73	2.4±0.7	0.06
Relación colesterol/HDL	5.4±1.1	4.7±1.0	0.3	5.6±0.9	4.5±0.9	0.06
Proteína C reactiva (mg/L)	1.0±0.0	2.5±2.8	0.4	1.0±0.0	2.7±2.9	0.2

3.3.14 Análisis estadístico de las poblaciones clasificadas por SOM en el vector de ACCF en mujeres

La Tabla 3.7 se observan los valores promedios y la desviación estándar de laboratorio para las poblaciones generadas por el SOM a partir del vector de ACCF. Los resultados de la prueba estadística muestran que no existen diferencias significativas para ninguno de los géneros. La estadística no puede encontrar diferencias significativas dado a la N que se tiene en cada una de las poblaciones, es pequeña. Posiblemente al aumentar la N se encontraran significancia estadística.

Tabla 3.7 Poblaciones generadas por SOM con el vector ACCF en mujeres

Datos medidos por laboratorio	Sentado(N=12)			Parado(N=13)		
	Con obesidad(N=4)	Obesidad Sarcopénica(N=8)	P	Con obesidad(N=5)	Obesidad Sarcopénica(N=8)	p
HOMA	1.6±0.3	2.4±1.0	0.3	1.6±0.4	2.4±0.9	0.4
Triglicéridos (mg/dL)	204±92	240±83	0.8	207±112	228±79	1.0
Índice aterogénico(LDL/HFL)	2.5±0.3	2.6±1.0	0.4	2.6±0.3	2.9±1.5	0.9
Relación colesterol/HDL	4.4±0.6	4.5±1.2	0.7	4.5±0.7	4.8±1.5	0.7
Proteína C reactiva (mg/L)	1.0±0.0	3.4±4.1	0.3	1.0±0.0	3.5±3.9	0.3

3.5 Etiquetado de poblaciones y simbología.

A continuación se describe la condición de las poblaciones estudiadas además del etiquetado que se utilizó para identificación de la misma en los siguientes diagramas de caja y bigote.

- Sujetos asintomáticos etiquetados con HA, MA separados por género, en esta población para aumentar la n, se agregaron sujetos estudiando en la tesis de Borja que cumple con los criterios de inclusión ($IMC < 25\text{Kg/m}^2$ sin desordenes metabólicos). En la Tabla 3.8, muestra las medidas antropométricas de la población asintomática.

Genero	Hombres	Mujeres
n	8	8
Edad (años)	25.8±3.2	22.1±5.1
Estatura(m)	1.8±0.0	1.6±0.01
Peso (Kg.)	74±6.0	60±8.0
IMC (kg/m ²)	24.3±2.0	23±1.5

IMC: Índice de Masa Corporal

- Población con obesidad u sobrepeso, $HOMA < 3.0$, e inflamación sistémica (HOB), (MOB), separados por género.
- Población con obesidad, $HOMA > 3.0$.Inflamación sistémica (HInf), (MInf), separados por género.

Es importante señalar que para la población asintomática, la maniobra de estímulo fue acostado-parado [26], mientras que la maniobra para la población con obesidad o

sobrepeso y la población con posible obesidad sarcopénica fue sentado-parado. La inclusión de la población de la tesis de Borja fue para observar las diferencias entre una población asintomática, con obesidad y una con posible obesidad sarcopénica. Dado que las dos maniobras de estímulo son diferentes en cuanto a la primera fase, entonces se tomará con mayor peso lo que ocurre cuando las poblaciones están en posición sentada.

3.6 Gasto energético de la población masculina y femenina.

El gasto energético para la población masculina mostró lo siguiente: La población asintomática generó un incremento del 17%, la población con sobrepeso u obesidad obtuvo un incremento del 15%, mientras que la población con posible obesidad sarcopénica presentó un incremento del 21%.(Figura 3.6)

En el caso del género femenino, el incremento del gasto energético para la población asintomática fue de 5%, para la población con sobrepeso u obesidad fue de 10% y para el grupo con posible obesidad sarcopénica fue del 10% (Figura 3.6).

Hubo significancia estadística, al aplicar la prueba Wilcoxon en la población asintomática y población con sobrepeso u obesidad para los hombres. En el caso de las mujeres se encontró significancia estadística para la población con sobrepeso u obesidad.

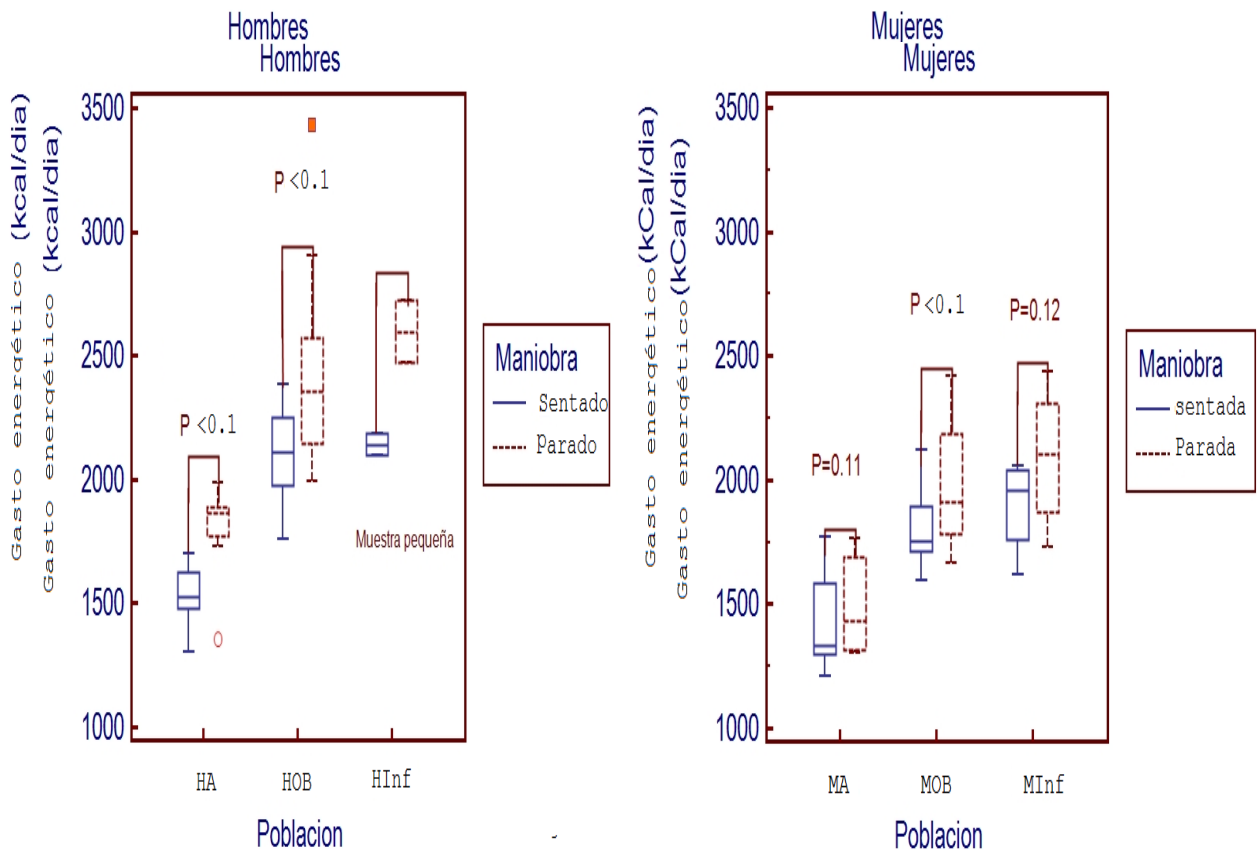


Figura 3.6 Comportamiento del gasto energético en las 3 poblaciones.

Al aplicar la maniobra sentado-parada en una población de hombres (gráfico izquierdo) y una población de mujeres (gráfico derecho) se observa el incremento del gasto energético.

La Tabla 3.9 muestra los resultados obtenidos al aplicar la prueba estadística. Se observa que la técnica ACCF puede diferenciar la población asintomática de la población con sobrepeso u obesidad, entre la población asintomática y la población con posible obesidad sarcopénica. Pero no entre la población entre la población con obesidad y la población con posible obesidad sarcopénica. Una de las razones puede ser la N tan limitada que tiene la población con posible obesidad sarcopénica. Posiblemente si se incrementa la N de dicha población y se mantuviera el gasto energético que presenta tanto en posición sentada y parada, esto podría indicar que la inflamación sistémica que tiene la persona está haciendo que su gasto energético aumente. Este comportamiento se observa también en las mujeres de la población con posible obesidad sarcopénica.

Tabla 3.9 Comparación del gasto energético

Hombres	p	Mujeres	p
HA-HOB (Sentado)	0.0001	MA-MOB(Sentado)	0.0025
HA-HOB (Parado)	0.0001	MA-MOB(Parado)	0.001
HA-HInf(Sentado)	0.04	MA-MInf(Sentado)	0.008
HA-HInf (Parado)	0.04	MA-MInf(Parado)	0.008
HOB-HInf (Sentado)	0.77	MOB-MInf(sentado)	0.414
HOB-HInf (Parado)	0.41	MOB-MInf(Parado)	0.6

HA: Hombres asintomático, HOB: Hombre con sobrepeso u obesidad, HInf: Hombres con posible obesidad sarcopénica, MA: Mujeres asintomáticas, MOB: Mujeres con sobrepeso u obesidad, MInf: Mujeres con posible obesidad sarcopénica.

3.7 Consumo de sustratos metabólicos para obtención de energía al aplicar la maniobra sentado-parado. Hidratos de carbono.

La Figura 3.7 muestra el consumo de hidratos de carbono para las poblaciones estudiadas. Los incrementos para la población masculina debido a la maniobra fueron los siguientes: población asintomática, presentó un incremento del 16%, la población con obesidad generó un incremento del 52%, mientras que la población con posible obesidad sarcopénica, su incremento fue del 616%. Este porcentaje se elevó probablemente al incremento de la oxidación de hidratos de carbono de un sujeto de dicha población (23 g/día en posición sentada, 176 g/día posición parada).

Las mujeres de la población con sobrepeso u obesidad y la población con posible obesidad sarcopénica presentan un decremento en la oxidación de hidratos de carbono en comparación a la población asintomática. La prueba Wilcoxon muestra que no hay diferencias significativas en la población asintomática ($p=0.25$), la población con sobrepeso u obesidad ($p=0.5$). La población con posible obesidad sarcopénica no tiene suficientes

individuos para generar dicha prueba.

La población de mujeres presentó el siguiente comportamiento en la oxidación de hidratos carbono: la población asintomática tuvo un incremento del 3%, la población con sobrepeso u obesidad generó un decremento del 14% y la población con posible obesidad sarcopénica presentó un decremento del 37%. No hay diferencias significativas en cuanto a las medias de las poblaciones (Figura 3.7).

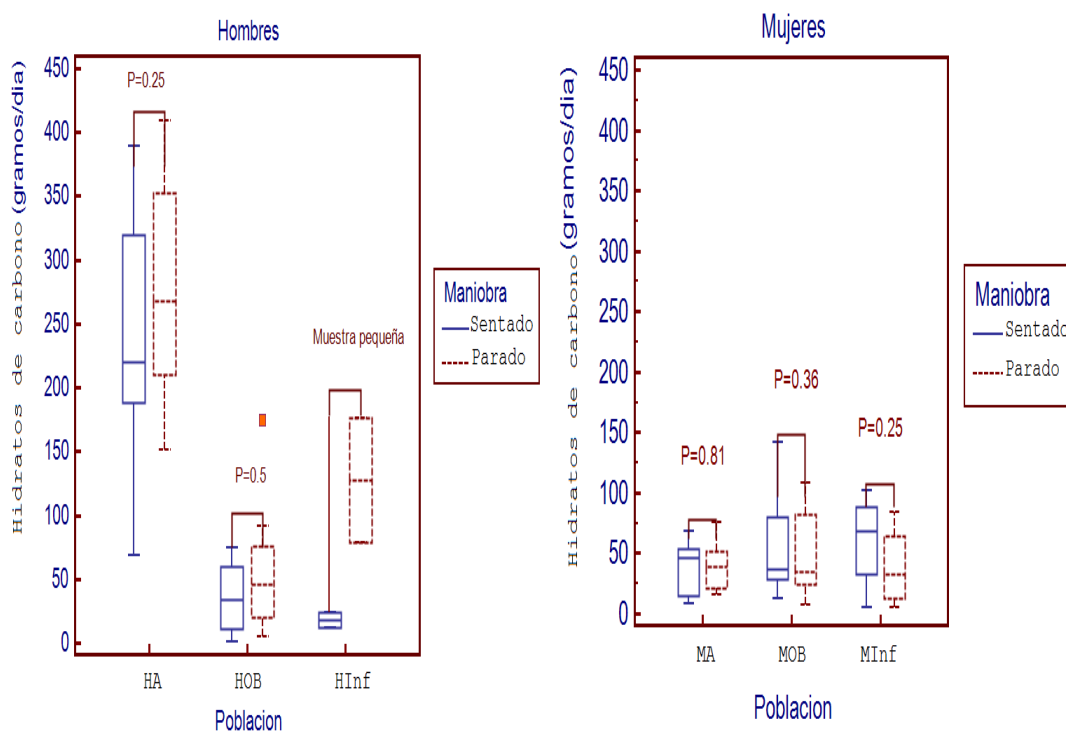


Figura 3.7 Oxidación de hidratos de carbono para 3 poblaciones
Oxidación de los hidratos de carbono para obtención de energía ante la maniobra sentado-parado.

La no significancia estadística en la población de mujeres concuerda dado que en el estudio previo para el cambio de maniobra se encontró que las mujeres son más afines a obtener la energía principalmente de la oxidación de los lípidos. En la población de los hombres posiblemente aumentando la casuística, se encuentre significancia estadística como en el estudio previo para hacer el cambio de maniobra. En la población con sobrepeso u obesidad se observa una disminución en la oxidación de hidratos de carbono para obtener su energía cuando se compara con la población de referencia. Este mismo comportamiento ocurre con más razón en una población con resistencia a la insulina, como es el caso de la población con posible obesidad sarcopénica.

La Tabla 3.10 muestra los resultados de aplicar la prueba estadística Mann whitney para la población de hombres y mujeres. Se muestra que existen diferencias significativas entre las poblaciones de asintomáticos y con obesidad o sobrepeso, entre la población asintomática y con obesidad sarcopénica pero solo en posición sentada, los resultados descriptos en las líneas anteriores son para la población de hombres. Estos resultados son posiblemente por el tamaño de la N (pequeña) de la población con posible obesidad sarcopénica, ya que observando el gráfico de caja y bigote de la Figura 3.7 se nota que están distanciados los valores de oxidación de hidratos de carbono entre la población asintomática, y las otras dos poblaciones. En el caso de las mujeres se observa que su incremento de oxidación de hidratos de carbono es mínimo, es decir ocupan otro tipo de sustrato para obtener la energía.

Tabla 3.10 Comparación de la oxidación de los hidratos de carbono.			
Hombres	P	Mujeres	P
HA-HOB(Sentado)	0.0001	MA-MOB(sentado)	0.4
HA-HOB(Parado)	0.0005	MA-MOB (Parado)	0.67
HA-HInf(Sentado)	0.04	MA-MInf(Sentado)	0.23
HA-HInf(Parado)	0.18	MA-MInf(Parado)	0.81
HO-HInf(Sentado)	0.51	MO-MInf(Sentado)	0.82
HO-HInf(Parado)	0.114	MO-MInf(Parado)	0.71

HA: Hombres asintomático, HOB: Hombre con sobrepeso u obesidad, HInf: Hombres con posible obesidad sarcopénica, MA: Mujeres asintomáticas, MOB: Mujeres con sobrepeso u obesidad, MInf:

Mujeres con posible obesidad sarcopénica.

3.8 Consumo de sustrato metabólico para obtención de energía al aplicar la maniobra sentado-parado. Lípidos.

La Figura 3.8 muestra la oxidación de lípidos para las poblaciones estudiadas. La población de hombres presentó los siguientes resultados: la población asintomática generó un incremento del 43%, la población con sobrepeso u obesidad obtuvo un incremento del 16%, la población con posible obesidad sarcopénica tuvo un incremento de 0.32%. La

prueba estadística Wilcoxon mostró que hay existencia estadística para la población con sobrepeso u obesidad ($p=0.014$). El pobre incremento en la oxidación de hidratos de carbono para la población con posible obesidad sarcopenia se debe a que los sujetos desde la posición sentada estaban oxidando principalmente sus lípidos pero al momento de pasar de sentado a pie cambiaron de sustrato es decir pasaron principalmente a la oxidación de hidratos de carbono. Pero en menor cantidad que la población de referencia o asintomática. En el caso de la población con sobrepeso u obesidad se observa que han desarrollado una preferencia hacia el consumo lípidos, esto indicaría que una persona con obesidad o un sobrepeso del género masculino se perfila a su reserva energética más abundante en su cuerpo.

En la población de mujeres los incrementos en la oxidación de lípidos fueron los siguientes: La población asintomática presentó un incremento del 9%, la población con sobrepeso u obesidad tuvo un incremento del 13%, y la población con posible obesidad sarcopénica presentó un incremento del 9%. La prueba estadística Wilcoxon mostró una significancia estadística de $p = 0.02$ para la población con sobrepeso u obesidad.

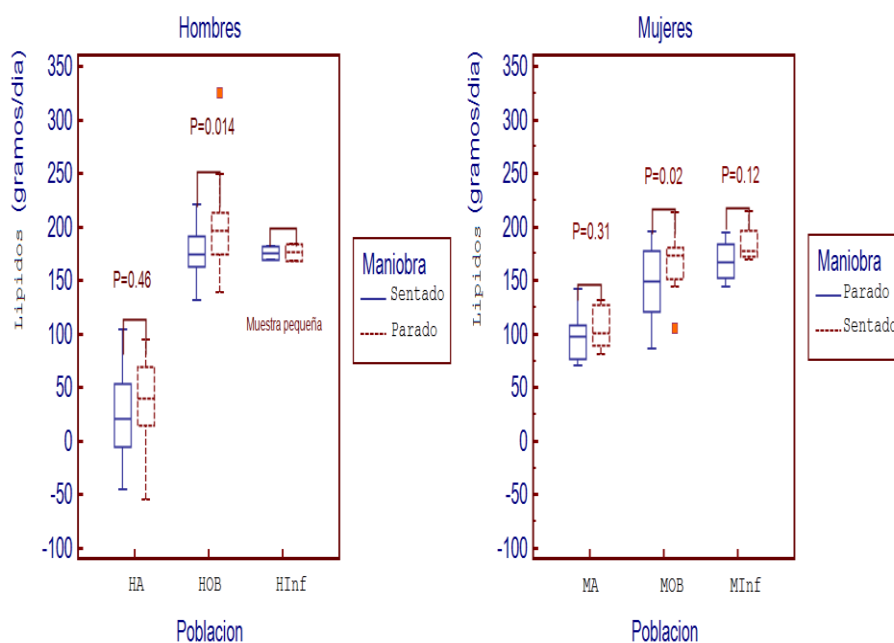


Figura 3.8 Comportamiento poblacional de la oxidación de lípidos
Se observa un incremento en la oxidación de lípidos de izquierda a derecha

Los resultados anteriores para el género femenino concuerdan dado que tomando en cuenta el estudio previo las mujeres tienen un incremento en la oxidación de los lípidos debido a la maniobra. Se observa entonces que la población de mujeres se perfila aún más en la oxidación de lípidos como sustrato preferencial. Donde la población con obesidad sarcopénica tiene un incremento mayor en la oxidación de dicho sustrato con respecto a las dos poblaciones.

La Tabla 3.11 muestra los resultados de aplicar la prueba estadística Mann-Whitney. Se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones asintomáticas y la población con sobrepeso u obesidad, entre las poblaciones asintomáticas y con sobrepeso u obesidad tanto para el género masculino y femenino. Este resultado refleja que la cantidad lípidos oxidados para la población con sobrepeso u obesidad y la población con posible obesidad sarcopénica son parecidos. Posiblemente al aumentar la N y mejorar la metodología se encuentren diferencia estadística entre estas dos poblaciones.

Tabla 3.11 Comparación en la oxidación de lípidos.			
Hombres	P	Mujeres	p
HA-HOB(Sentado)	<0.0001	MA-MOB(Sentado)	0.004
HA-HOB(Parado)	<0.0001	MA-MOB(Parado)	0.001
HA-HInf(Sentado)	0.04	MA-MInf(Sentado)	0.004
HA-HInf(Parado)	0.036	MA-MInf(Parado)	0.004
HOB-HInf(Sentado)	0.84	MOB-MInf(Sentado)	0.5
HOB-HInf(Parado)	0.24	MOB-MInf(Parado)	0.3

HA: Hombres asintomático, HOB: Hombre con sobrepeso u obesidad, HInf: Hombres con posible obesidad sarcopénica, MA: Mujeres asintomáticas, MOB: Mujeres con sobrepeso u obesidad, MInf: Mujeres con posible obesidad sarcopénica.

3.9 Índice simpato-vagal al aplicar las maniobra sentado parado

La Figura 3.9 muestra los resultados del balance simpato-vagal para las poblaciones estudiadas. La población de hombres presentó los siguientes incrementos: La población asintomática fue de 263% (prueba Wilcoxon, $p=0.08$), la población con sobrepeso u obesidad obtuvo 298% de incremento y la población con posible obesidad sarcopénica fue de 121%. En la figura se observa que la población con mayor balance simpato-vagal fue la población con posible obesidad sarcopénica.

En la población de mujeres los incrementos fueron los siguientes: La población asintomática presentó un incremento del 323% ($p=0.008$), la población con sobrepeso u obesidad generó un incremento del 95% ($p=0.027$) y la población con posible obesidad sarcopénica obtuvo un incremento del 47%. La prueba estadística fue aplicada fue Wilcoxon.

Los diagramas de caja y bigote para el género masculino se observa que conforme se llega a una condición de obesidad sarcopénica el índice simpato-vagal se incrementa, mientras en la población de mujeres se observa que disminuye el balance simpato-vagal en posición parada cuando se compara con las población de referencia y la población con obesidad o sobrepeso.

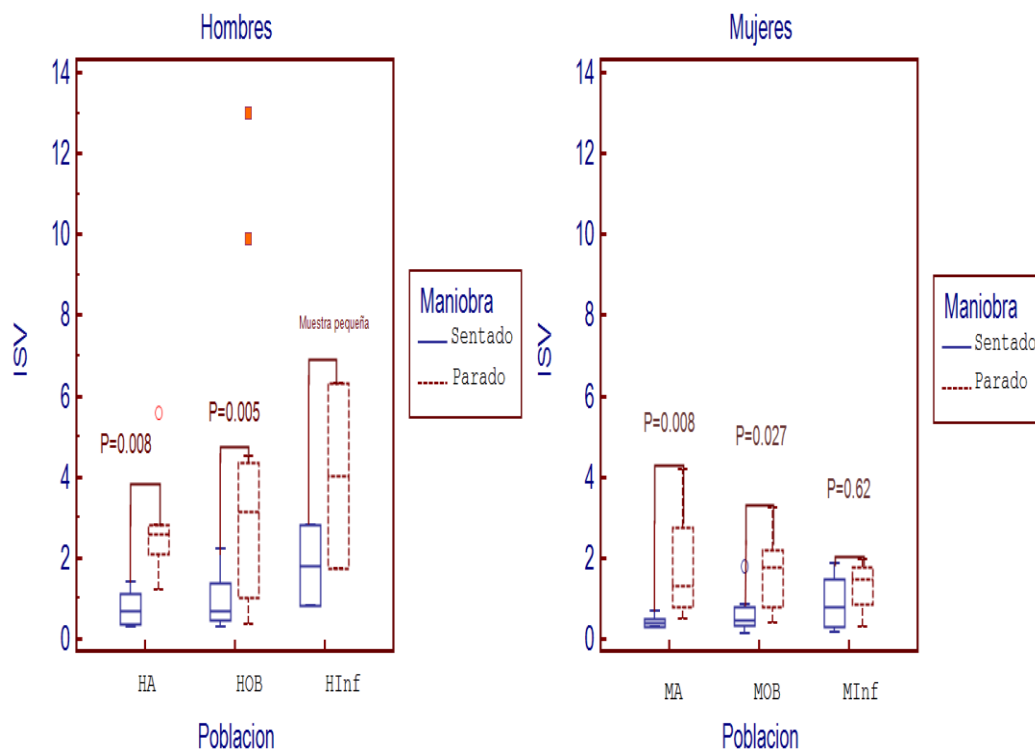


Figura 3.9 Comportamiento del balance simpato-vagal.
Gráfico de caja y bigotes para el índice simpato-vagal. Prueba estadística de Wilcoxon para encontrar diferencias significativas en las medianas de la población en particular estudiada.

La tabla 3.12 muestra los resultados después de aplicar la prueba estadística Mann–Whitney. Se observa no hay significancia estadística entre las medias del ISV de las poblaciones.

Tabla 3.12 Comparación de ISV			
Hombres	p	Mujeres	p
HA-HOB(Sentado)	0.56	MA-MOB(Sentado)	0.29
HA-HOB(Parado)	0.87	MA-MOB(Parado)	0.85
HA-HInf(Sentado)	0.19	MA-MInf(Sentado)	0.31
HA-HInf(Parado)	0.8	MA-MInf(Parado)	0.73
HOB-HInf(Sentado)	0.24	MOB-MInf(Sentado)	0.49
HOB-HInf(Parado)	0.7	MOB-MInf(Parado)	0.54

HA: Hombres asintomático, HOB: Hombre con sobrepeso u obesidad, HInf: Hombres con posible obesidad sarcopénica, MA: Mujeres asintomáticas, MOB: Mujeres con sobrepeso u obesidad, MInf: Mujeres con posible obesidad sarcopénica.

3.10 Frecuencias bajas del sistema nervioso al aplicar la maniobra sentado-parado

La Figura 3.10 muestra el comportamiento de las frecuencias bajas para las poblaciones. En la población de hombres se observó para la población asintomática y la población con sobrepeso u obesidad se incrementaron un 32% y 38% respectivamente. La población con posible obesidad sarcopénica presentó un decremento de sus frecuencias bajas.

La población de mujeres mostró el siguiente comportamiento en sus frecuencias bajas: la población asintomática y la población con posible obesidad sarcopénica presentaron un decremento de 5.6% y del 11% respectivamente, mientras que la población con sobrepeso u obesidad presentó un incremento de 3.3%. No hubo significancia estadística en el decremento de las bajas frecuencias.

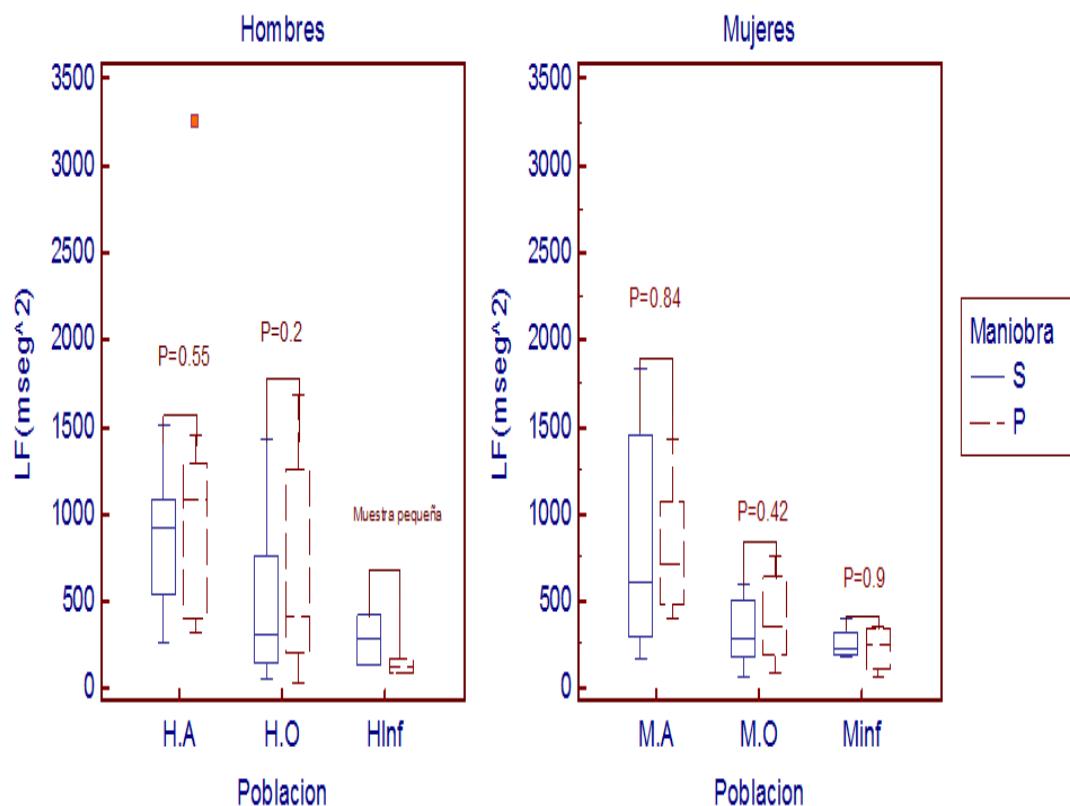


Figura 3.10 Frecuencias bajas de las poblaciones. Gráfico de caja y bigotes para las bajas frecuencias del SNA.

La población con posible obesidad sarcopénica presenta un decremento en sus frecuencias bajas cuando cambia de sentado a parado. Además se observa que dicha población tiene un decremento en sus frecuencias bajas en comparación a las otras dos poblaciones. Posiblemente que este resultado es debido por la inflamación sistémica que tienen los individuos.

La Tabla 3.13 muestra los resultados de la prueba estadística Mann–Whitney. Donde se observa que hay significancia estadística en algunos casos.

Tabla 3.13 Bajas frecuencias del SNA			
Hombres	P	Mujeres	p
HA-HO(Sentado)	0.047	MA-MO(Sentado)	0.05
HA-HO(Parado)	0.3	MA-MO (Parado)	0.03
HA-HInf(Sentado)	0.07	MA-MInf(Sentado)	0.11
HA-HInf(Parado)	0.04	MA-MInf(Parado)	0.004
HO-HInf(Sentado)	0.55	MO-MInf(Sentado)	0.6
HO-HInf(Parado)	0.24	MO-MInf(Parado)	0.33

HA: Hombres asintomático, HOB: Hombre con sobrepeso u obesidad, HInf: Hombres con posible obesidad sarcopénica, MA: Mujeres asintomáticas, MOB: Mujeres con sobrepeso u obesidad, MInf: Mujeres con posible obesidad sarcopénica.

3.11 Frecuencias altas del sistema nervioso al aplicar la maniobra sentado-parado

La Figura 3.11 muestra el comportamiento de la actividad vagal. Se observa un decremento generalizado. Solo existe significancia estadística para la población asintomática y la población con obesidad o sobrepeso. Los decrementos para la población

de hombres fueron los siguientes, población asintomática fue de 68%, para la población con sobrepeso u obesidad fue de 59%, y la población con posible obesidad sarcopénica 86%. En la población de mujeres se observó lo siguiente: para la población asintomática tuvo un decremento de 64%, para la población con sobrepeso u obesidad su decremento fue de 63%, y para la población con posible obesidad sarcopénica 25%.

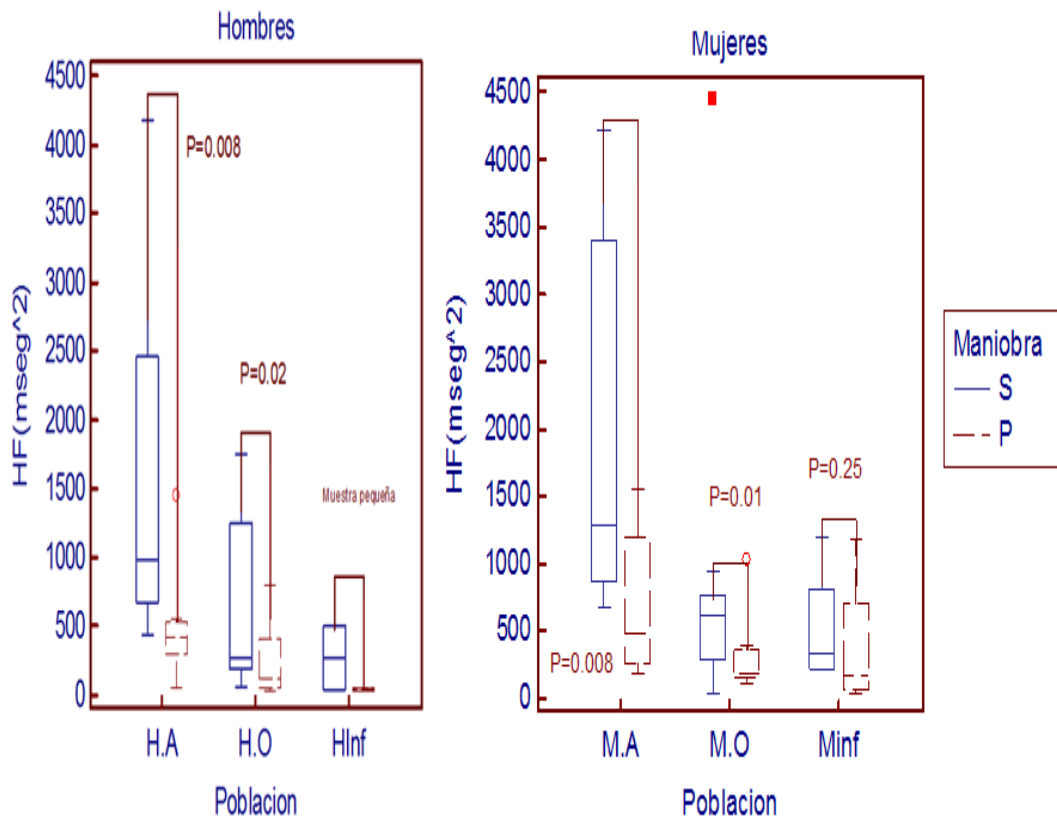


Figura 3.11 Comportamiento poblacional de sus frecuencias altas.

La Tabla 3.14 muestra los resultados de aplicar la prueba estadística. Se encontró lo siguiente, hay diferencias significativas en la población asintomática y la población con sobrepeso u obesidad (género masculino), mientras que la población de mujeres se encuentra diferencias significativas en algunos casos.

La población con obesidad sarcopénica presenta un decremento en sus altas frecuencias, este resultado debido al cambio de maniobra, podría estar reflejando que la

inflamación sistémica inhibe las frecuencias altas o presenta menor actividad cuando se compara con una población de referencia.

Tabla 3.14 Frecuencias altas del SNA			
Hombres	p	Mujeres	p
HA-HO(Sentado)	0.08	MA-MO(Sentado)	0.85
HA-HO(Parado)	0.098	MA-MO (Parado)	0.054
HA-HInf(Sentado)	0.07	MA-MInf(Sentado)	0.04
HA-HInf(Parado)	0.04	MA-MInf(Parado)	0.13
HO-HInf(Sentado)	0.32	MO-MInf(Sentado)	0.44
HO-HInf(Parado)	0.076	MO-MInf(Parado)	0.64

HA: Hombres asintomático, HOB: Hombre con sobrepeso u obesidad, HInf: Hombres con posible obesidad sarcopénica, MA: Mujeres asintomáticas, MOB: Mujeres con sobrepeso u obesidad, MInf: Mujeres con posible obesidad sarcopénica.

3.12 *Discusión sobre los datos encontrados en las secciones 3.4 a la 3.10*

En los resultados anteriores se observa que si la población presenta resistencia a la insulina tiende a oxidar mayor cantidad de lípidos y menor cantidad de hidratos de carbono en comparación a una población de referencia, además se observa que si la población presenta inflamación sistémica presenta un decremento en sus bajas y altas frecuencias en comparación a la población de referencia. En la población con obesidad o sobrepeso se observó que la oxidación de lípidos es mayor que la población asintomática. Esto indica que su sustrato preferencial son los lípidos. Cabe mencionar que las personas respetaron un ayuno no máximo de 12 horas, esto podría indicar el porqué de la oxidación de lípidos pero en la población de hombres se observó un incremento en la oxidación de hidratos de carbono al aplicar la maniobra indicando que existía una reserva de glucosa.

4. DISCUSIÓN

4.1 Vector laboratorio hombres y mujeres

Se observa que SOM separa a las poblaciones, pero es principalmente por las componentes vectoriales de resistencia a la insulina e inflamación sistémica. La estadística de la sección 3.3.11 corrobora este resultado. Esto abre el camino para seguir explorando con otras componentes vectoriales que ayuden hacer una mejor clasificación.

4.2 Vector de imagenología médica hombres y mujeres

Una de las posibles causas sobre el vector de composición corporal no creó agrupaciones en la población de hombres, se debió a los valores parecidos en la componente de relación cintura cadera de la población en general solo se crearon dos grandes agrupaciones. Se observa que el vector de composición corporal no puede diferenciar las personas con obesidad sarcopénica de las personas con obesidad como se aprecia en el grupo de relación cintura cadera igual 1 en la Figura 3.2 inciso A.

En la Figura 3.2 inciso B. Dada la distribución desordenada de las agrupaciones de mujeres. Se observa que la composición corporal no es suficiente para determinar si la persona está en riesgo de sufrir problemas de origen metabólico. Solo alcanza a diferenciar personas con obesidad de las que no tiene obesidad, este resultado se ve reflejado en la estadística de la Tabla 3.3. Este resultado se debe tomar con cautela debido a que los estudios de esta tesis son estudios pilotos.

4.3 Vector compuesto

La combinación del vector composición y el vector de laboratorio creó agrupaciones donde se ven claramente la separación entre los grupos estudiados. Esto indica que la combinación de estos parámetros separa a las tres poblaciones. Este resultado se ve tanto en la población de las mujeres y en la población de hombres. En la Figura 3.3 inciso A. El vector compuesto tiene componentes vectoriales de laboratorio se muestra que la resistencia a la insulina y la inflamación sistémica es la que separa con significancia estadística a las poblaciones.

4.4 Vector ACCF

El vector creado con los parámetros de la técnica de ACCF no muestra la separación de las dos poblaciones asintomático y con obesidad sarcopénica, cuando se observan los gráficos de dispersión de la sección 3.3.5 y 3.3.6. Es decir las personas con obesidad sarcopénica esta dispersas dentro de la población con obesidad. Una posible razón de esto que se tiene pocos individuos de la población con posible obesidad sarcopénica. Al incrementar la población asintomática con sujetos normales de la tesis de Borja [26], se crearon agrupaciones donde se observa la población con posible obesidad sarcopénica separada de la población asintomática. La estadística muestra que solo hay significancia en la relación colesterol HDL ($p < 0.06$) y en el índice aterogénico ($p < 0.06$) en posición de pie esto en la población de hombres, este resultado se muestra en la tabla 3.6. En las poblaciones de mujeres no hay significancia estadística en ninguna de las concentraciones medidas por laboratorio ver tabla 3.7.

4.5 Gasto de energía en posición sentada y de pie.

En el estudio previo donde se evaluó el cambio de maniobra, se encontró que la población masculina tiene una inclinación para obtener la energía a partir de los hidratos de carbono. Mientras que las mujeres para obtener la energía se inclinaban fundamentalmente a la oxidación de lípidos.

4.6 Oxidación de hidratos de carbono y lípidos

En la población de mujeres, la población con posible obesidad sarcopénica presenta un incremento en la oxidación de hidratos de carbono del 59% con respecto a la población referencia, esto en posición sentada, mientras que en posición parada la población con posible obesidad sarcopénica sufre un decremento del 1.6% con respecto a la población asintomática. Este resultado podría ser reflejo del nivel de resistencia a la insulina que presenta la población de mujeres incluso este comportamiento se observa para la población de hombres con posible obesidad sarcopénica. Siguiendo con la idea anterior se nota que en la población con posible obesidad sarcopénica (mujeres) presenta un incremento en la oxidación de lípidos de 74% con respecto a la población de referencia en posición parada. Este último resultado afirma que la maniobra demanda energía, de tal manera que si no la puede obtener de los hidratos de carbono entonces tiene que conseguirla del segundo sustrato, los lípidos, el porcentaje de incremento indica que tiene que oxidar este sustrato en mayor cantidad que la población asintomática y la población con sobrepeso u obesidad.

4.7 Frecuencias bajas y altas del SNA en posición sentada y parada

La literatura indica que las personas con obesidad tienen una tendencia a incrementar la parte simpática del SNA en edad joven [55]. La evidencia resultó contrastante con respecto al enunciado anterior. En la población de mujeres con sobrepeso u obesidad mostró una actividad simpática disminuida en comparación a la población de referencia tanto en posición sentada (-62%) como parada (-59%), además la población con sobrepeso u obesidad, mostró que existe un incremento en su parte simpática pero no es estadísticamente significativo ($p=0.4$), mientras que la parte vagotónica se retira debido a la maniobra con una significancia estadística de $p=0.01$. Entonces el incremento del índice simpato-vagal ($p=0.03$), está dado por el retiro de las altas frecuencias del SNA. En la población de hombres con sobrepeso u obesidad, en posición sentada presenta un decremento de las bajas frecuencias del 44% en comparación a la población de referencia.

Existe una activación del simpático debido a la maniobra del 38% con una $p=0.2$, mientras que en sus altas frecuencias muestran un decremento del 59% con una $p=0.02$. Esto provoca que el balance simpato-vagal se incremente con una $p=0.01$.

La población de referencia (asintomática), masculina y femenina presentan un decremento estadísticamente significativo en sus frecuencias altas ($p=0.01$). En sus frecuencias bajas no existe significancia estadística. Mientras que su balance simpato-vagal muestra una actividad simpática pero es netamente por el retiro de sus altas frecuencias ($p=0.01$)

La población con posible obesidad sarcopénica, masculina y femenina muestran un decremento tanto en sus bajas y altas frecuencias pero sin significancia estadística. Posiblemente la inflamación sistémica provoca un grado de inhibición de sus vías simpática y parasimpática del SNA[65], [66].

5. CONCLUSIONES

A pesar de las limitaciones de la metodología de experimentación y de los recursos económicos para poder tamizar correctamente a la población. Se encontró que la técnica ACCF si puede diferenciar a las poblaciones estudiadas en esta tesis de maestría (ver sección 3.3.8 y 3.3.7).

Al comparar el gasto energético de las tres poblaciones se observa que la población con posible obesidad sarcopénica presenta un mayor gasto energético en comparación a la población asintomática y la población con obesidad o sobrepeso. Es posible que el desorden metabólico que presenta dicha población ponga en evidencia el comportamiento energético de la población.

La población de hombres asintomáticos tiene una oxidación mayor en hidratos de carbono en comparación a la población con obesidad y sobrepeso. Por otro lado, la población con sobrepeso u obesidad tiene una oxidación mayor en los lípidos en comparación de la población asintomática mientras que la población de hombres con posible obesidad sarcopénica oxida más lípidos en comparación a la población obesa. La resistencia a la insulina provoca un principal catabolismo de los lípidos. Además de que conforme la resistencia a la insulina se incrementa el sujeto tiene a oxidar en mayor porcentaje las reservas de lipídicas para obtener la energía que este requiere para sus actividades diarias. Esto en la clínica diaria podría ayudar a las poblaciones que presenten una oxidación mínima de hidratos carbono y estén más perfilados al uso de lípidos para la obtención de energía, esto cuando se comparen con una población de referencia o sana.

En el caso de la población de mujeres con posible obesidad sarcopénica tiene un incremento un poco mayor en la oxidación de lípidos en comparación a la población con obesidad. Posiblemente esto sea porque según los resultados obtenidos en el primer estudio donde queríamos remplazar la maniobra acostado-parado a la maniobra sentado-de pie. Las mujeres tienden a obtener su energía fundamentalmente de la oxidación de los lípidos y conforme la resistencia a la insulina aumenta entonces la paciente tiende a oxidar en mayor

porcentaje su reserva lipídica.

Los resultados obtenidos en el vector de imagenología médica indican que las componentes vectoriales que forman dicho vector no son lo suficiente robustas para poder clasificar personas con obesidad sarcopénica de personas con obesidad [35].

6. LIMITACIONES DE ESTUDIO

La debilidad metodológica no permite concluir con significancia estadística que la técnica ACCF puede distinguir a las poblaciones. Es decir no se reunieron una cantidad de sujetos en la población con posible obesidad sarcopénica para poder obtener resultados positivos para observar diferencias entre los grupos.

Los indicadores de inflamación se midieron a la población con índice HOMA mayor a 3, esta decisión fue tomada debido a recursos monetarios finitos.

La clasificación creada por la herramienta SOM depende de las componentes del vector característico, entonces se necesitan elegir componentes representativos del fenómeno de estudio para elegir atributos que den una mejor clasificación de las poblaciones estudiadas.

Las poblaciones fueron creadas a partir de los efectos negativos asociados a la obesidad sarcopénica: Inflamación sistémica, resistencia a la insulina por el índice HOMA, además se usó el IMC como criterio de clasificación de las poblaciones, no como la literatura lo marca que es por el IMME o MMex y la medición de grasa visceral.

7. PERSPECTIVAS DE TRABAJO

La técnica ACCF es una técnica capaz de realizar un tamiz a la población mexicana dado la capacidad de identificar a las poblaciones que tienen problemas de resistencia a la insulina e inflamación sistémica y posiblemente otro tipo de personas con problemas de origen metabólico. Una pregunta interesante será dado que en la población de hombres asintomáticos analizados se encontró a dos personas con problemas de síndrome metabólico. La pregunta natural a contestar para siguientes trabajos es: ¿La técnica puede encontrar personas con síndrome metabólico en una población de personas delgadas? Nuestra postura es que la técnica sí podrá evidenciarlos. Se necesita entonces hacer más estudios en una población idónea. Es decir tener captada una población delgada sin problemas de síndrome metabólico y una población delgada con síndrome metabólico. La técnica ACCF puede entonces ser un identificador y clasificador de diferentes poblaciones con problemas o con enfermedades de origen metabólico y poder dar una atención oportuna de manera preventiva y así se puedan canalizar los recursos de un gobierno que tiene la tarea de evitar que su población tenga problemas crónicos degenerativos como es el caso de la diabetes.

8. BIBLIOGRAFIA:

- [1] S. B. Kritchevsky and L. Ferrucci, "Sarcopenic obesity - definition, etiology and consequences," *Natl. institutes Heal.*, vol. 11, no. 6, pp. 693–700, 2008.
- [2] I. Janssen, S. B. Heymsfield, Z. M. Wang, and R. Ross, "Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr.," *J. Appl. Physiol.*, vol. 89, no. 1, pp. 81–8, Jul. 2000.
- [3] S. Lim, J. H. Kim, J. W. Yoon, S. M. Kang, S. H. Choi, Y. J. Park, K. W. Kim, J. Y. Lim, K. S. Park, and H. C. Jang, "Sarcopenic obesity: prevalence and association with metabolic syndrome in the Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA).," *Diabetes Care*, vol. 33, no. 7, pp. 1652–4, Jul. 2010.
- [4] C.-W. Lu, K.-C. Yang, H.-H. Chang, L.-T. Lee, C.-Y. Chen, and K.-C. Huang, "Sarcopenic obesity is closely associated with metabolic syndrome.," *Obes. Res. Clin. Pract.*, vol. 7, no. 4, pp. e301–7, 2012.
- [5] J. Yeon Jung, H. Jung Ahn, H. Geum Seok, B. Kyung Koo, H. Jin Kim, H. Jeong Kim, K. Seo Park, K. Ah Han, K. Wan Min, and E.-J. Kim, "P-111 Metabolic syndrome is more prevalent in sarcopenic obesity than in non-sarcopenic obesity in patients with abnormal glucose tolerance in the Korean population," *Diabetes Res. Clin. Pract.*, vol. 79, p. S96, Sep. 2014.
- [6] M. a Schragger, E. J. Metter, E. Simonsick, A. Ble, S. Bandinelli, F. Lauretani, and L. Ferrucci, "Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study.," *J. Appl. Physiol.*, vol. 102, no. 3, pp. 919–25, Mar. 2007.
- [7] M. E. Levine and E. M. Crimmins, "The impact of insulin resistance and inflammation on the association between sarcopenic obesity and physical functioning.," *Obesity (Silver Spring)*, vol. 20, no. 10, pp. 2101–6, Oct. 2012.
- [8] J. L. Atkins, P. H. Whincup, R. W. Morris, L. T. Lennon, O. Papacosta, and S. G. Wannamethee, "Sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: a population-based cohort study of older men.," *J. Am. Geriatr. Soc.*, vol. 62, no. 2, pp. 253–60, Feb. 2014.
- [9] L. J. Dominguez and M. Barbagallo, "The cardiometabolic syndrome and sarcopenic obesity in older persons.," *J. Cardiometab. Syndr.*, vol. 2, no. 3, pp. 183–9, Jan. 2007.
- [10] M. Zamboni, G. Mazzali, F. Fantin, A. Rossi, and V. Di Francesco, "Sarcopenic obesity: A new category of obesity in the elderly," *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, vol. 18, pp. 388–395, 2008.
- [11] J.-Y. Y. Chung, H.-T. T. Kang, D.-C. C. Lee, H.-R. R. Lee, and Y.-J. J. Lee, "Body composition and its association with cardiometabolic risk factors in the elderly: a focus on sarcopenic obesity.," *Arch. Gerontol. Geriatr.*, vol. 56, no. 1, pp. 270–8, 2012.

- [12] A. Álvarez Cosmea, V. López Fernández, S. Suárez García, T. Arias García, M. Á. Prieto Díaz, and L. Díaz González, “Diferencias en la prevalencia del síndrome metabólico según las definiciones del ATP-III y la OMS,” *Med. Clin. (Barc.)*, vol. 124, no. 10, pp. 368–370, Mar. 2005.
- [13] P. Zimmet, K. G. M. M. Alberti, and M. Serrano Ríos, “Una nueva definición mundial del síndrome metabólico propuesta por la Federación Internacional de Diabetes: fundamento y resultados,” *Rev. Española Cardiol.*, vol. 58, no. 12, pp. 1371–1376, Dec. 2005.
- [14] J. Arturo, H. Yero, I. Á. T. Iglesias, and I. I. D. Vargas, “Utilidad del índice HOMA-IR con una sola determinación de insulinemia para diagnosticar resistencia insulínica Usefulness of HOMA-IR index with an only insulinemia determination to diagnose an insulin resistance,” vol. 22, no. 2, pp. 69–77, 2011.
- [15] S. B. Cervera, “Obesidad, actividad física, indicadores antropométricos de riesgo y enfermedades crónicas,” *Inst. Nac. Salud Pública México ¿Cómo*, vol. 49, no. 2, pp. 306–307, 2007.
- [16] J. Salvador, C. Silva, and P. Pujante, “Revisiones Obesidad abdominal : un estandarte del riesgo cardiometabólico,” *Dep. Endocrinol. y Nutr. Clin. Univ. Navarra España.*, vol. 55, no. 9, pp. 420–432, 2008.
- [17] U. Smith, C. X. Andersson, B. Gustafson, A. Hammarstedt, P. Isakson, and E. Wallerstedt, “Adipokines, systemic inflammation and inflamed adipose tissue in obesity and insulin resistance,” *Int. Congr. Ser.*, vol. 1303, pp. 31–34, 2007.
- [18] C. M. M. Prado, J. C. K. Wells, S. R. Smith, B. C. M. Stephan, and M. Siervo, “Sarcopenic obesity: A Critical appraisal of the current evidence.,” *Clin. Nutr.*, vol. 31, no. 5, pp. 583–601, Oct. 2012.
- [19] L. C. Bollheimer, R. Buettner, G. Pongratz, R. Brunner-Ploss, C. Hechtel, M. Banas, K. Singler, O. W. Hamer, C. Stroszczyński, C. C. Sieber, and C. Fellner, “Sarcopenia in the aging high-fat fed rat: a pilot study for modeling sarcopenic obesity in rodents.,” *Biogerontology*, vol. 13, no. 6, pp. 609–20, Dec. 2012.
- [20] S. T. A. Czel, “Adult Treatment Panel III 2001 but Not International Diabetes Federation 2005 Criteria of the Metabolic Syndrome Predict,” *Diabetes Care*, vol. 29, no. 4, pp. 901–907, 2006.
- [21] G. Wilcox, “Insulin and insulin resistance.,” *Clin. Biochem. Rev.*, vol. 26, no. 2, pp. 19–39, May 2005.
- [22] J. MacHann, A. Horstmann, M. Born, S. Hesse, and F. W. Hirsch, “Diagnostic imaging in obesity,” *Best Practice and Research: Clinical Endocrinology and Metabolism*, vol. 27. pp. 261–277, 2013.
- [23] S. H. Park, J. H. Park, P. S. Song, D. K. Kim, K. H. Kim, S. H. Seol, H. K. Kim, H. J. Jang, J. G. Lee, H. Y. Park, J. Park, K. J. Shin, D. Il Kim, and Y. S. Moon, “Sarcopenic obesity as an independent risk factor of hypertension,” *J. Am. Soc. Hypertens.*, vol. 7, pp. 420–425, 2013.

- [24] D. Estrada Reventos and E. Pujol Navarro, "Medida de la presión arterial," *Revista ROL de enfermería*, vol. 31. pp. 15–18, 2008.
- [25] J. L. Grier Borrás and J. Contreras Gilbert, "Are there healthy obese?," *Endocrinol. Nutr.*, vol. 61, no. 1, pp. 47–51, Jan. 2014.
- [26] I. B. Roncallo, *Estudio de la composición corporal funcional mediante bio-impedancia, calorimetría indirecta y variabilidad de la frecuencia cardiaca*. 2010, p. 99.
- [27] J. Vesanto, J. Himberg, E. Alhoniemi, and J. Parhankangas, "SOM toolbox for Matlab 5," vol. 2, no. 60, pp. 1–60, 2000.
- [28] C. M. Prado, J. R. Lieffers, L. J. McCargar, T. Reiman, M. B. Sawyer, L. Martin, and V. E. Baracos, "Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study," *Lancet Oncol.*, vol. 9, pp. 629–635, 2008.
- [29] A. J. C. Jentoft, J. P. Baeyens, J. M. Bauer, Y. Boirie, T. Cederholm, F. Landi, F. C. Martin, J. P. Michel, Y. Rolland, S. M. Schneider, E. V. A. Topinková, and M. Vandewoude, "Sarcopenia : consenso europeo sobre su definición y diagnóstico Informe del Grupo europeo de trabajo sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada," *Age Ageing*, vol. 44, no. 0, pp. 412–423, 2010.
- [30] F. Masanés Torán, M. Navarro López, E. Sacanella Meseguer, and A. López Soto, "¿Qué es la sarcopenia?," *Semin. la Fund. Española Reumatol.*, vol. 11, no. 1, pp. 14–23, Jan. 2010.
- [31] Y.-S. Kim, Y. Lee, Y.-S. Chung, D.-J. Lee, N.-S. Joo, D. Hong, G. E. Song, H.-J. Kim, Y. J. Choi, and K.-M. Kim, "Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in the Korean population based on the Fourth Korean National Health and Nutritional Examination Surveys," *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.*, vol. 67, no. 10, pp. 1107–13, Oct. 2012.
- [32] V. E. Arango-Lopera, P. Arroyo, L. M. Gutiérrez-Robledo, and M. U. Pérez-Zepeda, "Prevalence of sarcopenia in Mexico City," *Eur. Geriatr. Med.*, vol. 3, no. 3, pp. 157–160, Jun. 2012.
- [33] A. M. Santaliestra-Pasías, J. P. Rey-López, and L. a Moreno Aznar, "Obesity and sedentarism in children and adolescents: what should be bone?," *Nutr. Hosp.*, vol. 28 Suppl 5, pp. 99–104, 2013.
- [34] L. G. L. Wiechers, "Artículo de revisión Sarcopenia. Parte 1: los aspectos fisiológicos del músculo y la fisiopatología de este síndrome," vol. 9, no. 4, pp. 114–127, 2011.
- [35] M. Visser, S. Kritchevsky, B. Goodpaster, A. B. Newman, M. C. Nevitt, E. Stamm, and T. B. Harris, "Leg Muscle Mass and Composition in Relation to Lower Extremity Performance in Men and Women Aged 70 to 79: The Health, Aging and Body Composition Study," *J. Am Geriatr Soc*, vol. 50, pp. 897–904, 2002.
- [36] M. Cesari, S. B. Kritchevsky, R. N. Baumgartner, H. H. Atkinson, B. W. H. J. Penninx, L. Lenchik, S. L. Palla, W. T. Ambrosius, R. P. Tracy, and M. Pahor, "Sarcopenia, obesity, and inflammation--results from the Trial of Angiotensin Converting Enzyme Inhibition and

Novel Cardiovascular Risk Factors study.,” *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 82, no. 2, pp. 428–34, Aug. 2005.

- [37] E. Carmeli, B. Imam, and J. Merrick, “The relationship of pre-sarcopenia (low muscle mass) and sarcopenia (loss of muscle strength) with functional decline in individuals with intellectual disability (ID).,” *Arch. Gerontol. Geriatr.*, vol. 55, no. 1, pp. 181–5, 2012.
- [38] S. Hong, H. J. Oh, H. Choi, J. G. Kim, S. K. Lim, E. K. Kim, E. Y. Pyo, K. Oh, Y. T. Kim, K. Wilson, and W. H. Choi, “Characteristics of body fat, body fat percentage and other body composition for Koreans from KNHANES IV,” *J. Korean Med. Sci.*, vol. 26, pp. 1599–1605, 2011.
- [39] M. Y. Chien, T. Y. Huang, and Y. T. Wu, “Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan,” *J. Am. Geriatr. Soc.*, vol. 56, pp. 1710–1715, 2008.
- [40] J. M. Guralnik, E. M. Simonsick, L. Ferrucci, R. J. Glynn, L. F. Berkman, D. G. Blazer, P. A. Scherr, and R. B. Wallace, “A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission.,” *J. Gerontol.*, vol. 49, pp. M85–M94, 1994.
- [41] S. Mathias, U. S. Nayak, and B. Isaacs, “Balance in elderly patients: the ‘get-up and go’ test.,” *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 67, pp. 387–389, 1986.
- [42] J. F. Bean, D. K. Kiely, S. LaRose, J. Alian, and W. R. Frontera, “Is Stair Climb Power a Clinically Relevant Measure of Leg Power Impairments in At-Risk Older Adults?,” *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 88, pp. 604–609, 2007.
- [43] R. N. Baumgartner, K. M. Koehler, D. Gallagher, L. Romero, S. B. Heymsfield, R. R. Ross, P. J. Garry, and R. D. Lindeman, “Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico.,” *Am. J. Epidemiol.*, vol. 147, no. 8, pp. 755–63, Apr. 1998.
- [44] M. J. Delmonico, T. B. Harris, J.-S. Lee, M. Visser, M. Nevitt, S. B. Kritchevsky, F. A. Tylavsky, A. B. Newman, A. for the Health, and B. C. Study, “Alternative Definitions of Sarcopenia, Lower Extremity Performance, and Functional Impairment with Aging in Older Men and Women,” *J. Am. Geriatr. Soc.*, vol. 55, no. 5, pp. 769–774, 2007.
- [45] A. B. Newman, A. V. Kupelian, A. M. Visser, E. Simonsick, B. Goodpaster, A. M. Nevitt, S. B. Kritchevsky, F. A. Tylavsky, and S. M. Rubin, “Sarcopenia: alternative definitions and association with lower extremity function,” *Am. Geriatr. Soc. 0002-8614/03\$15.00*, vol. 51, no. 7, pp. 1602–1609, 2003.
- [46] I. Janssen, “Skeletal Muscle Cutpoints Associated with Elevated Physical Disability Risk in Older Men and Women,” *Am. J. Epidemiol.*, vol. 159, no. 4, pp. 413–421, Feb. 2004.
- [47] I. Janssen, S. B. Heymsfield, and R. Ross, “Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability,” *J. Am. Geriatr. Soc.*, vol. 50, pp. 889–896, 2002.

- [48] F. Lauretani, C. R. Russo, S. Bandinelli, B. Bartali, C. Cavazzini, A. Di Iorio, A. M. Corsi, T. Rantanen, J. M. Guralnik, and L. Ferrucci, "Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia.," *J. Appl. Physiol.*, vol. 95, pp. 1851–1860, 2003.
- [49] L. P. Fried, C. M. Tangen, J. Walston, a. B. Newman, C. Hirsch, J. Gottdiener, T. Seeman, R. Tracy, W. J. Kop, G. Burke, and M. a. McBurnie, "Frailty in older adults: evidence for a phenotype.," *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.*, vol. 56, no. 3, pp. M146–M156, Mar. 2001.
- [50] N. Ramos-ibáñez, "Tejido adiposo intra-abdominal : crecimiento , evaluación y su asociación con el desarrollo de problemas metabólicos en niños y adolescentes," pp. 8–9.
- [51] S. A. Jebb, "Body Composition Assesment: Theory into Practice," no. February, 2010.
- [52] V. Volume and S. Mexicana, "El síndrome metabólico.Posición de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, sobre la definición, fisiopatología y diagnóstico.Características del síndrome metabólico en México," *Rev. Endocrinol. y Nutr.*, vol. 12, no. 23, pp. 109–122, 2004.
- [53] I. Janssen, "Skeletal Muscle Cutpoints Associated with Elevated Physical Disability Risk in Older Men and Women," *Am. J. Epidemiol.*, vol. 159, no. 4, pp. 413–421, Feb. 2004.
- [54] P. Tounian, "Histoire naturelle de l' obésité : comment et pourquoi un enfant devient-il obèse?," vol. 10, pp. 345–350, 2007.
- [55] L. Soares-Miranda, A. J. Alves, S. Vale, L. Aires, R. Santos, J. Oliveira, and J. Mota, "Central fat influences cardiac autonomic function in obese and overweight girls.," *Pediatr. Cardiol.*, vol. 32, no. 7, pp. 924–8, Oct. 2011.
- [56] G. Sachidananda, K. Kishan, M. Ml, B. Rs, and Y. P. Raghavendra, "Impact of Waist Hip Ratio on Autonomic Modulation in Geriatric Population," *Res. J. Pharm. , Biol. Chem. Sci.*, vol. 2, no. 4, pp. 416–420, 2011.
- [57] J. Le Magnen, "[Mechanisms of regulation of energy balance]," *Reprod. Nutr. Dev.*, vol. 24, no. 5B, p. 671—692, 1984.
- [58] N. Tentolouris, S. Liatis, and N. Katsilambros, "Sympathetic system activity in obesity and metabolic syndrome," in *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2006, vol. 1083, pp. 129–152.
- [59] S. B. Heymsfield, D. Gallagher, and Z. Wang, "Body composition modeling. Application to exploration of the resting energy expenditure fat-free mass relationship.," *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 904, pp. 290–297, 2000.
- [60] S. A. McClave and H. L. Snider, "Dissecting the energy needs of the body.," *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, vol. 4, pp. 143–147, 2001.
- [61] M. Cadena, J. Azpiroz, G. Borja, H. Medel, H. Sandoval, F. Rodriguez, F. Flores, and P. Flores, "Active metabolic weight estimation using bioimpedance, indirect calorimetry and

the clino-ortho maneuver,” in *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC'10*, 2010, pp. 2990–2992.

- [62] F. Zurlo, K. Larson, C. Bogardus, and E. Ravussin, “Skeletal muscle metabolism is a major determinant of resting energy expenditure.,” *J. Clin. Invest.*, vol. 86, no. 5, pp. 1423–7, Nov. 1990.
- [63] R. L. Leibel, M. Rosenbaum, and J. Hirsch, “Changes in energy expenditure resulting from altered body weight.,” *N. Engl. J. Med.*, vol. 332, no. 10, pp. 621–8, Mar. 1995.
- [64] G. G. Lastra, C. M. Manrique, and G. L. Lastra, “Síndrome cardiometabólico. Inflamación, tejido adiposo, resistencia a la insulina y aterogénesis se expande el rompecabezas,” *Acta méd. colomb*, vol. 30, pp. 100–111, 2005.
- [65] A. L. Marsland, P. J. Gianaros, A. a Prather, J. R. Jennings, S. a Neumann, and S. B. Manuck, “Stimulated production of proinflammatory cytokines covaries inversely with heart rate variability.,” *Psychosom. Med.*, vol. 69, no. 8, pp. 709–16, Nov. 2007.
- [66] H. R. Peterson, M. Rothschild, C. R. Weinberg, R. D. Fell, K. R. McLeish, and M. A. Pfeifer, “Body fat and the activity of the autonomic nervous system.,” *N. Engl. J. Med.*, vol. 318, pp. 1077–1083, 1988.