

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN PÚBLICA**



**“RELACIÓN ENTRE ÍNDICE DE MASA CORPORAL E ÍNDICE DE  
MASA ADIPOSA CON OBESIDAD ABDOMINAL EN USUARIOS DE  
DOS GIMNASIOS LIMEÑOS”**

**Presentada por:**

**GISELLA AMÉRICA ESPINOZA QUISPE**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN PÚBLICA**

**Lima - Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN PÚBLICA**

**“RELACIÓN ENTRE ÍNDICE DE MASA CORPORAL E ÍNDICE DE  
MASA ADIPOSA CON OBESIDAD ABDOMINAL EN USUARIOS  
DE DOS GIMNASIOS LIMEÑOS”**

**Presentada por:**

**GISELLA AMÉRICA ESPINOZA QUISPE**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN PÚBLICA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dra. María Elena Villanueva Espinoza  
**PRESIDENTE**

Mg. Sc. Elva Ríos Ríos  
**ASESOR**

Dra. María Nilda Varas Castrillo  
**MIEMBRO**

Mg. Sc. Francisco Salas Valerio  
**MIEMBRO**

**ACTA**

## **DEDICATORIA**

Posiblemente hoy no entiendas mis palabras, pero estoy segura que entiendes el lenguaje de amor que a diario pronuncio y dedico para ti. Por tu comprensión y paciencia, por provocar esa corriente que me impulsa a seguir creciendo, por tu alegría y dulzura que absorbe, por tu energía incitante, quiero que recuerdes amada hija Alondra Marié que los sueños están hechos para cumplirlos y cada día que Dios nos regala es para crear magia con acciones que nos lleven a realizarlas, por eso hoy te dedico este largo, pero maestro proceso.

Felizmente te tengo amado esposo y compañero Andrés, dedico este logro a tu fidelidad con mis sueños, por socorrer con tu tiempo y cuidado en mis metas, por motivar mi crecimiento constante, por sostenerme en los momentos escarpados, por alegrar mis días y ser cómplice para conquistar este tramo tan anhelado.

Porque con ustedes mis sueños empezaron a realizarse, honrados padres y hermana. Por haber creído en mí invariablemente, por ser inspiración con sus vidas para cumplir mis metas y por alimentar mi espíritu con nutrientes victoriosos que desde niña en familia siempre lo hemos disfrutado.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios, por darme la oportunidad de vivir y acompañarme en el camino que elegí seguir, por fortalecer mi corazón, iluminar mi mente y por haber puesto en mi sendero a aquellas personas que han sido mi soporte y motivación durante todo este proceso.

Gracias esposo y confidente Andrés, por tu fe en mí, por albergar mis sueños como tuyos y creer sabiamente que el crecimiento debe ser en equipo porque somos uno.

Gracias mamá Silvia, papá José Guillermo y hermana Claudia por haber puesto la semilla del “Yo lo puedo y lo haré” desde niña, por sus oraciones permanentes en los momentos de tensión, por su ejemplo de valentía, perseverancia y esfuerzo, por la contribución de su tiempo oportuno en apoyarme para insistir y nunca desistir en el logro de mis metas.

Agradezco a Mg. Sc. Elva Ríos, quien ha sido mi patrocinadora de tesis, asesora, maestra y motivadora para lograr este objetivo; por sus aportes vitales, su espíritu impulsor y jubiloso que son indispensables para obtener los mejores resultados.

Al Mg. Sc. Walter Salas y Dra. Nilda Varas, quienes son los asesores de la presente tesis, por su tiempo y contribución valiosa para mi trabajo, así como a la Presidenta de la Mesa, Dra. María Elena Villanueva.

Al Mg. Arturo Vergara, por su asesoría, tiempo apreciado y paciencia para acompañar el desarrollo y análisis de esta investigación. También un copioso agradecimiento a la Srta. Edith Gómez, secretaria del ISAN por las facilidades, seguimiento y estímulo a lo largo de todo el tiempo de estudios hasta lograr ver culminada la tesis.

Finalmente, agradezco al Instituto de Seguridad Alimentaria (ISAN) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), quien me ha otorgado la oportunidad de estudiar esta hermosa maestría que ha acrecentado mis competencias y abierto nuevas posibilidades para desempeñarme como Nutricionista Pública al cuidado de la Seguridad Alimentaria.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1	Imagen corporal.....	4
2.2	Obesidad: Epidemia mundial.....	7
2.2.1	Obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles .....	9
2.2.2	Obesidad y enfermedades cardiovasculares .....	11
2.3	Fisiopatología de la obesidad.....	12
2.3.1	Tejido adiposo blanco, marrón y beige .....	15
2.4	Composición corporal.....	18
2.4.1	Variabilidad del peso .....	19
2.4.2	Estimación de la grasa corporal.....	20
2.5	Evaluación nutricional .....	22
2.6	Evaluación nutricional antropométrica.....	24
2.6.1	Medidas antropométricas.....	24
2.7	Indicadores Antropométricos.....	25
2.7.1	Índice de masa corporal (IMC).....	25
2.7.2	Índice de masa adiposa (BAI) .....	27
2.7.3	Obesidad abdominal (OA).....	28
2.8	Actividad física, ejercicio físico y deporte .....	31
2.8.1	Prescripción del ejercicio físico.....	32
2.9	Importancia de la evaluación física en centros de entrenamiento .....	34
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1	Diseño del estudio.....	35
3.2	Población de estudio .....	35
3.2.1	Criterios de selección.....	35
3.3	Muestra .....	36
3.4	Variables de estudio.....	36
3.5	Definición de variables .....	37
3.5.1	Índice de masa corporal (IMC).....	37
3.5.2	Índice de masa adiposa (BAI) .....	37
3.5.3	Obesidad abdominal (OA).....	38
3.6	Procedimiento de recolección de datos.....	39
3.6.1	Toma del peso usando la balanza digital .....	39
3.6.2	Toma de talla usando el tallímetro .....	39
3.6.3	Toma de perímetro abdominal usando cinta métrica.....	40

3.6.4	Toma de perímetro de la cadera usando una cinta métrica.....	41
3.7	Procesamiento de la información.....	41
3.8	Análisis estadístico .....	41
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
V.	CONCLUSIONES.....	57
VI.	RECOMENDACIONES .....	58
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Clasificación internacional de adultos según el IMC .....	37
Cuadro 2: Porcentaje de grasa corporal relacionado con el IMC para determinar el estado nutricional según el BAI.....	38
Cuadro 3: Clasificación de riesgo de enfermar según perímetro abdominal y sexo .....	38
Cuadro 4: Estadísticas descriptivas de los indicadores de estado nutricional. ....	42
Cuadro 5: Estadísticas descriptivas de medidas antropométricas .....	43
Cuadro 6: Contingencia del perímetro de cintura según sexo .....	44
Cuadro 7: Contingencia del IMC según sexo .....	46
Cuadro 8: Contingencia del BAI según sexo.....	48
Cuadro 9: Correlación spearman para el BAI .....	53
Cuadro 10: Correlación spearman para el IMC.....	53
Cuadro 11: Modelos de regresión lineal entre el perímetro de cintura y el BAI.....	54
Cuadro 12: Modelos de regresión lineal entre el perímetro de cintura y el IMC .....	55



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa prospectivo del sistema de obesidad .....	7
Figura 2: Distribución del tejido adiposo blanco, marrón y beige .....	16
Figura 3: Diagrama de dispersión entre el perímetro de cintura y el BAI, según sexo .....	50
Figura 4: Diagrama de dispersión entre el perímetro de cintura y el IMC, según sexo .....	51
Figura 5: Comparativo de diagramas de dispersión entre el perímetro de cintura, el BAI y el IMC, según frecuencia de concurrencia al gimnasio.....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: MODELO I.....	69
ANEXO 2: MODELO II .....	71
ANEXO 3: MODELO III.....	73
ANEXO 4: MODELO IV.....	75
ANEXO 5: MODELO V .....	77
ANEXO 6: MODELO VI.....	79
ANEXO 7: ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	81

## RESUMEN

El incremento de sobrepeso, obesidad y por cuestiones más estéticas que de salud motivan a las personas a acudir a los gimnasios, donde venden soluciones para lograr el peso y características deseadas; sin embargo, se omite una correcta evaluación de la composición corporal. Actualmente, se evalúa a través del Índice de masa corporal (IMC), método poco exacto y limitado, que clasifica sin discriminar masa grasa de masa magra. Asimismo, la Obesidad abdominal (OA) es considerada como el mejor índice y mayor predictor que el IMC para medir el riesgo cardiovascular. No obstante, desde el 2011, existe un método sencillo llamado Índice de masa adiposa (BAI) que requiere la talla y circunferencia de cadera para calcular el porcentaje de grasa, discriminando la masa grasa de masa magra. Por ello, el objetivo de esta investigación observacional, transversal y correlacional fue determinar la relación del IMC y el BAI con la OA en usuarios de gimnasios del Cercado de Lima, para contribuir con un mejor diagnóstico. La población, integrada por 83 personas entre 18 y 52 años que ingresaron al programa nutricional, no superaba el mes de asistencia al gimnasio y realizaban actividad física moderada de 2 a 4 veces por semana; datos recolectados en función a la «Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adulta, Minsa 2012». Se observó que existe relación lineal significativa en los parámetros IMC, BAI y OA, donde el BAI como variable predictora de la OA se ajusta mejor que el IMC. La dependencia lineal entre el IMC y la OA no mostró diferencias marcadas entre sexos; caso contrario, ocurrió en la relación entre el BAI y la OA, en el que pese a tener una relación lineal destacada, los hombres mostraron tendencias mayores de OA que las mujeres en diferentes niveles del BAI.

**Palabras claves:** Índice de masa corporal, Índice de masa adiposa, Obesidad abdominal, Circunferencia de cintura, Composición corporal, Gimnasios.

## ABSTRACT

The increase in overweight, obesity and because of aesthetic interest rather than healthy stability, motivate people to go to the gyms where is it sold solutions to achieve the desired weight and characteristics; however, a correct evaluation of body composition is omitted. Currently, it is evaluated through the Body Mass Index (BMI), an inaccurate and limited method, which classifies without discriminating fat mass of lean mass. Moreover, Abdominal Obesity (AO) is considered a better index and greater predictor than BMI to measure cardiovascular risk. However, since 2011, there is a simple method called Body Adipose Index (BAI) that requires the height and the circumference size of the hip to calculate the fat percentage, discriminating fat mass of lean mass. Therefore, the objective of this observational, cross-sectional and correlational investigation was to determine the relationship between BMI and BAI with OA in gym users in the Cercado de Lima district in Lima Peru, to contribute to a better diagnosis. The population composed of 83 people between 18 and 52 years of age who entered the nutritional program, did not exceed the month of attendance at the gym and performed moderate physical activity 2 to 4 times a week; data was collected according to the «Technical guide for the anthropometric nutritional assessment of the adult, Minsa 2012». It was observed that there is a significant linear relationship in the parameters BMI, BAI and AO, where the BAI as a predictor of AO is better than the BMI. The linear dependence between the BMI and the OA did not show marked differences between sexes; otherwise, it occurred in the relationship between the BAI and the AO, in which despite having an outstanding linear relationship, men showed greater trends in AO than women at different levels of the BAI.

**Keywords:** Body mass index, Fat mass index, Abdominal obesity, Waist circumference, Body composition, Gyms.

## I. INTRODUCCIÓN

La obesidad ha alcanzado proporciones epidémicas a nivel mundial, y cada año mueren como mínimo 2,8 millones de personas a causa de la obesidad o sobrepeso. Aunque anteriormente se consideraba un problema confinado a los países de altos ingresos, en la actualidad también es prevalente en los países de ingresos bajos y medianos (OMS 2017c). Es tal su prevalencia que en el año 2004 se empieza a considerar como una *pandemia del siglo XXI*, acuñándose el término *globesidad* en el año 2010 (aceptado por la WHO en 2011) (Suárez-Carmona et al. 2017).

La obesidad es una enfermedad crónica multifactorial y multicausal con gran trascendencia sociosanitaria y económica, relacionada con mayor riesgo de mortalidad cardiovascular, mayor prevalencia de alteraciones psicopatológicas y disminución de la esperanza de vida (Arrizabalaga et al. 2003, Castellanos et al. 2011, González-Ruíz et al. 2015, Burgos et al. 2017, Martínez et al. 2018).

En el camino para crear alternativas que controlen este problema, han aparecido lugares públicos y privados para desarrollar actividad física de diversa índole. Un informe especial acerca del *mercado de gimnasios* indica que los centros de entrenamiento de *crossfit* y de *functional training* han crecido exponencialmente, debido al crecimiento de la cultura *fitness*. Hace unos tres años sólo había cuatro centros de entrenamiento funcional y en la actualidad existen más de 30. En el mundo se estima que para el 2020 este segmento generará más de US\$ 11,9 mil millones (Mayer 2018).

Baile et al. (2011) indicaron que los sujetos que realizaban actividad deportiva dentro de gimnasios, tenían mayores tendencias a distorsionar su conducta alimentaria y a practicar ejercicio de una forma más alterada que sujetos no usuarios de gimnasios. Varios estudios, como el de Dueñas (2011) y Cedillo (2015), concluyen que el porcentaje más alto de personas que acuden a gimnasios tienen sobrepeso u obesidad, glicemias y valores lipídicos sobre lo recomendado.

Generalmente, en los recintos donde se practica actividad física se utiliza el *Índice de Masa Corporal* (IMC) como método para evaluar el estado nutricional, notándose que algunas personas experimentan que en lugar de perder peso, éste va aumentando con el pasar de las semanas, a pesar de ser masa muscular lo que se está ganando, el IMC los cataloga como personas con alta grasa corporal; datos que confunden el real diagnóstico. En otros casos, pierden peso y su IMC indica normopeso; sin embargo, no han perdido peso graso sino masa muscular y están con exceso de grasa abdominal, encontrándose en riesgo de desarrollar enfermedades crónicas (Salvador et al. 2008).

Diversos estudios realizados en personas que practican deportes, sugieren que para validar el uso del IMC en la evaluación nutricional, éste se combine con algún índice de evaluación del porcentaje de grasa, ya que usado como único método de evaluación puede distorsionar la realidad del diagnóstico nutricional (Alpaca y Yampasi 2014, González-Ruiz et al. 2015).

Bergman et al. (2011) definen un nuevo método, el *Índice de adiposidad corporal* (BAI, por sus siglas en inglés), que calcula el porcentaje de adiposidad corporal para hombres y mujeres, de forma directa sólo a partir de la circunferencia de la cadera y la altura. Además, es buena herramienta para medir la adiposidad debido a sus atributos sobre otros sistemas mecánicos o eléctricos más complejos. Su atributo más importante sobre el IMC es que no se necesita la medida del peso (López et al. 2012).

La Fundación Española del Corazón (FEC) advierte que la zona con grasa acumulada es un factor de riesgo cardiovascular más importante que el diagnóstico de sobrepeso y obesidad (FEC 2011). Recomendando medir el *perímetro de cintura*, como marcador de adiposidad aumentada denominado *Obesidad abdominal* (OA), en lugar de calcular únicamente el IMC. Su uso debería ser rutinario para diagnosticar obesidad, por ser un método sencillo para identificar a personas con alto riesgo de enfermedades crónicas que podrían presentar bajos niveles de colesterol HDL, altos de triglicéridos y colesterol total (Castellanos et al. 2011, Soto-Cáceres 2015).

En los consultorios nutricionales, ubicados en los gimnasios, se ha observado con gran preocupación el aumento de usuarios con IMC normal, pero con OA de forma visible, tomando rutinas de ejercicios que muchas veces no van acorde con su diagnóstico y que

pueden llevarlos a problemas de pérdida de masa muscular afectando su salud cardiovascular. Además, utilizan diferentes suplementos deportivos o quemadores de grasa para intentar lograr el peso y medidas ideales sin poner énfasis en sus hábitos nutricionales, tal situación también la experimentaron otros estudios como los de Behar y Molinari (2010), Baile et al. (2011), Zepeda et al. (2011), Abellán et al. (2014) y Cedillo (2015).

Según Oterino et al. (2017), existe gran preocupación en la salud del sector *fitness*, pues para realizar actividad física es necesario una previa valoración médica y del estado nutricional, entre otras evaluaciones que permitan determinar si el usuario es apto para empezar la práctica física y con ello otorgarle la orientación adecuada para el tipo de ejercicio, tiempo, intensidad, nivel de exigencia y estructura del plan de alimentación más adecuado a sus necesidades (Cereceda 2008, Pairazamán 2016).

El presente trabajo de investigación analizó la relación entre el IMC y el BAI con la OA en usuarios de gimnasios del Cercado de Lima para determinar qué indicadores prácticos revelan de forma más certera el estado nutricional en usuarios que buscan mejorar sus parámetros de composición corporal; evitando un diagnóstico errado por una mala evaluación que conlleven a prescripción de actividad física, suplementación y régimen alimentario inadecuados, además de problemas de salud cardiovascular; sobre todo en espacios donde no hay acceso a un profesional capacitado que pueda evaluarlos de forma integral.

Los objetivos de la presente investigación fueron:

Objetivo General Determinar la relación entre el Índice de masa corporal (IMC) y el Índice de masa adiposa (BAI) con la Obesidad abdominal (OA) en usuarios de gimnasios del Cercado de Lima, durante el periodo 2016 – 2017.

Objetivos específicos

- \_ Determinar la relación entre el Índice de masa corporal (IMC) y la Obesidad abdominal (OA) en los usuarios de gimnasios del Cercado de Lima, durante el periodo 2016 – 2017.
- \_ Determinar la relación entre el Índice de masa adiposa (BAI) y la Obesidad abdominal (OA) en los usuarios de gimnasios del Cercado de Lima, durante el periodo 2016 – 2017.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Imagen corporal

Actualmente, en el medio de los gimnasios hay personas para las que ser cuidadoso con las comidas y realizar actividad física no es suficiente. Desean obtener un cuerpo perfecto y su propósito no es cuidar la salud, sino que el espejo les devuelva una figura bien definida y marcada, y para conseguirlo pasan varias horas al día en el gimnasio cargando pesas de elevado kilaje y exigiendo al máximo a sus músculos y articulaciones. Además, por recomendación no profesional se someten al consumo de dietas extremas que en ningún caso son administradas luego de una evaluación profesional que brinde las indicaciones específicas de acuerdo a sus necesidades individuales.

Diversas investigaciones han mostrado que tanto mujeres como hombres con sobrepeso aumentan el riesgo de presentar insatisfacción corporal. Es importante mencionar que la insatisfacción con la imagen corporal tiene que ver con el autoconcepto que la persona tiene de sí mismo, esto entendido como un indicador de bienestar psicológico y un mediador de la conducta. Por tanto, el ámbito del aspecto físico de las personas ha estado comúnmente constituido por dimensiones de apariencia física y habilidad física (Franco et al. 2011, San Mauro et al. 2014, Cedillo 2015).

El análisis de la imagen corporal incluye la comparación de dos series de construcciones mentales: las representaciones mentales de nuestros propios cuerpos y de los cuerpos de los demás. La insatisfacción con uno mismo, en relación a un ideal, parece motivar un comportamiento deportivo, pero el ejercicio podría hacer poco para mejorar la satisfacción con el cuerpo.

Se reportó que las personas que realizan ejercicio con gran frecuencia están más disconformes con su forma corporal que las personas que lo hacen con una frecuencia moderada o con las que no realizan ejercicios, a pesar de que tenían menor peso y que habían disminuido más de peso que los otros grupos. Da la impresión de que tener una



meta inalcanzable sería la motivación para realizar ejercicio con frecuencia. Quizá las falsas expectativas sobre la magnitud de los efectos que el ejercicio puede tener sobre la forma, el tamaño y la composición corporal, sirven para desalentar a aquéllos que realizan ejercicio con la esperanza de cambiar su cuerpo hacia un ideal perseguido que no necesariamente puede ser saludable. (Norton y Olds 1996).

Cabe destacar que existen factores etiológicos que acompañan esta situación, como socio-ambientales (influencia de los medios, práctica deportiva), psicológicos (insatisfacción corporal, internalización de una imagen corporal ideal, autoestima, distorsión de la imagen corporal, perfeccionismo) y fisiológicos (uso de anabólicos y otras sustancias) (Behar y Molinari 2010, San Mauro et al. 2014).

En la actualidad, en la mujer se toma como patrón de belleza a la delgadez, mientras, en el caso de los hombres el patrón que se ha ido imponiendo ha sido el de la musculatura y el escaso vello corporal. Esta tendencia ha llevado a la popularización de los centros deportivos o gimnasios donde se pueda conseguir la imagen necesaria para la aceptación social. Los trastornos de la conducta alimentaria y otros trastornos dismórficos (como podría ser la dismorfia muscular) están asociados a una presión social de culto al cuerpo, que se manifiesta en conductas patológicas en el ámbito de la alimentación y en el ámbito de la práctica de ejercicio físico.

La dismorfia muscular (DM) es un trastorno que fue descrito por primera vez en 1993 por el Dr. Harrison Pope, denominándose inicialmente como *anorexia inversa*, por presentar características inversas a la anorexia nerviosa; es decir, las personas con anorexia nerviosa se ven obesas y no ingieren alimentos. En tanto, las personas con DM se ven delgadas y débiles, y su dieta es hipercalórica. Los datos epidemiológicos sobre la incidencia de este trastorno a nivel mundial muestran que no se trata de casos aislados, estimándose que la DM afecta entre 1 y 10 por ciento de los usuarios habituales de gimnasios (Zepeda et al. 2011).

Estudios realizados a la fecha por Mayer (2018) concluyen que los hombres en los gimnasios consumen suplementos alimenticios con más frecuencia que las mujeres, y lo hacen con el objetivo principal de mejorar su aspecto físico (50 por ciento de usuarios evaluados consumían suplementos alimentarios).

El uso y abuso de esteroides anabolizantes son un problema relacionado con el deporte en general y con el entrenamiento de musculación en particular, siendo otra característica importante de las personas que padecen DM. Estas sustancias son utilizadas con el propósito de desarrollar masa muscular, aumento de la fuerza, de la potencia, así como para evitar y retrasar el cansancio y la fatiga. Otra estrategia empleada para aumentar la masa muscular es el uso de suplementos alimenticios, como proteína en polvo y barras alimenticias energéticas, creatina, efedrina y hormonas. Siendo la dieta un aspecto muy importante en la DM, las descripciones clínicas de las personas con este trastorno caracterizan su alimentación como restringida, escasa en variedad y alta en cantidad; señalándolas con un incremento en la ingestión de proteínas e hidratos de carbono, reduciendo el consumo de lípidos o grasas y acompañándolos con suplementos proteicos o sustancias ergogénicas (Alsina et al. 2008, Cereceda 2008, Behar y Molinari 2010, Franco et al. 2011, Zepeda et al. 2011, San Mauro et al. 2014, Bautista et al. 2015).

En un estudio de Baile et al. (2011) en el que se buscó determinar si los usuarios de gimnasio tienen peor imagen corporal (insatisfacción corporal), peores hábitos alimentarios o peores hábitos de ejercicio físico que los sujetos no usuarios, se encontró que los que realizan actividad deportiva de gimnasio tienen mayores tendencias a tener alterada su conducta alimentaria y a practicar ejercicio de una forma más alterada que sujetos no usuarios de gimnasio. Además, concluye en que los sujetos de gimnasios realizan la actividad deportiva fundamentalmente por fines estéticos y no por fines de salud, lo que hace que este objetivo de salud no sea prioritario y, por ello, se asuman como necesarias conductas alimentarias o de ejercicio poco sanas (San Mauro et al. 2014).

Generalmente, los individuos obesos son objeto de estigmatización social y discriminación; además, probablemente en relación con los anteriores aspectos, presentan una mayor prevalencia de alteraciones psicopatológicas e inadaptación social. Por ello, cuando se instala la obesidad en un individuo (mujer u hombre) usualmente este va a experimentar una insatisfacción con su imagen corporal, la cual es una evaluación negativa que hace una persona de su cuerpo (San Mauro et al. 2014).

En un entorno obesogénico, como el de nuestra sociedad actual, donde existe un fácil acceso a los alimentos y donde muchos de estos están altamente procesados, viendo mejoradas sus capacidades sensoriales, la persona con obesidad se ve expuesta a una lucha

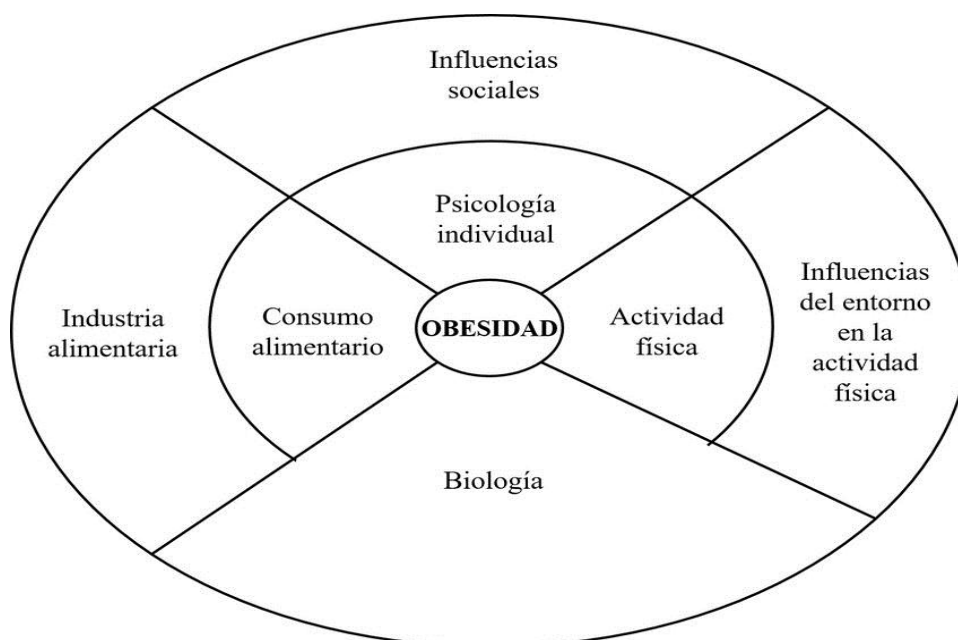
trivial (Martos-Moreno et al. 2017, Suárez-Carmona et al. 2017).

## 2.2 Obesidad: Epidemia mundial

En el 2016, más de 1900 millones de adultos de 18 o más años tenían sobrepeso, de los cuales, más de 650 millones eran obesos (OMS 2017b).

Suárez-Carmona et al. (2017) señalaron que en la obesidad no sólo cambia el aspecto corporal, sino también el hambre (fisiológico), el apetito (hedónico), la saciedad y el balance energético se regulan por un sistema neuroendocrino redundante que se integra a nivel del hipotálamo. Una densa y compleja red de circuitos neuro-hormonales componen un sistema donde se cruzan señales moleculares tanto centrales como periféricas, de corta y de larga duración, que a su vez se integran junto a señales del entorno mecánico, cognitivo y sensorial, que ven alterado su funcionamiento en la obesidad.

El sobrepeso y obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. La causa fundamental del sobrepeso y la obesidad es un desequilibrio energético entre calorías consumidas y gastadas (OMS 2017d).



**Figura 1: Mapa prospectivo del sistema de obesidad**

FUENTE: Tomado de Suárez-Carmona et al. 2017.

De acuerdo con Barrera-Cruz et al. (2013), la obesidad es una enfermedad sistémica, crónica con origen multifactorial y multicausal que involucra la susceptibilidad genética, los estilos de vida y el entorno, con influencia de diversos determinantes implícitos, como la globalización, la cultura, la condición económica, la educación, la urbanización y las condiciones sociopolíticas (ver Figura 1). Por tanto, el sobrepeso y la obesidad son causa de empobrecimiento para muchos países, porque disminuyen la productividad laboral y provocan gastos devastadores relacionados con las enfermedades crónicas no transmisibles.

Otros datos interesantes, como los de Castellanos et al. (2011) y Hernández y Duchi (2015), revelan que el riesgo de muerte súbita se da por el exceso de grasa que se relaciona con condiciones que afectan la salud y la calidad de vida, presentándose muerte súbita en obesos tres veces más que en los no obesos, y dos veces para el desarrollo de insuficiencia cardiaca congestiva (ICC), enfermedad cerebrovascular (ECV) y cardiopatía isquémica (CI), mientras la posibilidad de desarrollar diabetes mellitus (DM) es 93 veces mayor cuando el *Índice de masa corporal* (IMC) pasa de 35.

La complejidad de la obesidad se revela en nuevos estudios donde se determina que el aprendizaje y los hábitos generan estimulación en diferentes áreas del cerebro, cuya respuesta promueve el aumento de la captación de energía y el consecuente aumento de la masa corporal. En estos procesos, el hipocampo y la amígdala están involucrados en el control de señales internas de hambre, memoria y los procesos inhibitorios relacionados con la ingesta alimentaria. Diferentes investigaciones sugieren la existencia de una correlación entre la función del sistema dopaminérgico con marcadores de obesidad durante su progresión. Se afirma que tanto procesos de neuroplasticidad como diferentes endofenotipos individuales estarían jugando un papel importante en el sobrepeso moderado y en la obesidad severa (Horstmann et al.2015, Coppin 2016, Rodríguez et al. 2017).

Rodríguez et al. (2017) refieren que el tejido adiposo actúa como un órgano endocrino integral en la regulación de la homeóstasis energética, la sensibilidad a la insulina y la tolerancia a la glucosa. Adicionalmente al adipocito, el tejido adiposo blanco contiene preadipocitos, células endoteliales, fibroblastos y leucocitos. En la condición de obesidad, el número de leucocitos del tejido adiposo se incrementa dramáticamente, promoviendo un estado crónico, resultando leucocitos activados, macrófagos y células T secretoras de

interleukina-1 (IL-1), interleukina-6 (IL-6), y factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (TNF $\alpha$ ), que son citosinas inflamatorias. Por tanto, el estado de lipoinflamación está íntimamente relacionado a desórdenes metabólicos que están estrechamente asociados con el síndrome metabólico, emergiendo la resistencia a la insulina sistémica, formando un vínculo entre la obesidad y los desórdenes metabólicos que lo acompañan (Klötting y Blüher 2014).

Actualmente existe un ambiente *obesogénico* donde los factores socioeconómicos y culturales determinan el incremento del aporte y la disminución del gasto calórico, condicionando la evolución epidemiológica poblacional de la obesidad en los últimos años (Martos-Moreno et al. 2017).

### **2.2.1 Obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles**

Es alarmante el peligro que confiere padecer de sobrepeso u obesidad, asunto que la población en general no ha asimilado en forma adecuada. Existe clara evidencia médica acerca del incremento en el riesgo de padecer: intolerancia a la glucosa o diabetes mellitus, hipertensión arterial sistémica, hipertrigliceridemia, reducción de HDL, microalbuminuria, estableciendo el síndrome metabólico, así como riesgo de diversas enfermedades, como: enfermedad coronaria, dislipidemia, eventos vasculares cerebrales, osteoartritis, enfermedad hepatobiliar, enfermedad por reflujo gastroesofágico, lumbalgia, apnea obstructiva del sueño, asma, cáncer (de colon, endometrio, próstata y mama), entre otras. A pesar de la basta cantidad de información de la morbilidad y mortalidad asociadas con la obesidad, el número de individuos clasificados como obesos sigue incrementándose anualmente (Díaz et al. 2017, Alarcón-Sotelo et al. 2018, Chamorro et al. 2018).

El A/66/83 (2011) indica que la creciente globalización y la industrialización de la cadena alimentaria están provocando un aumento del consumo de alimentos elaborados, con el consiguiente incremento de grasas saturadas, grasas trans, sal y azúcares refinados en la dieta. La incidencia del sobrepeso en lactantes y niños de corta edad han aumentado indiscriminadamente en las últimas décadas y se espera que siga aumentando, sobre todo el crecimiento más rápido se da en el grupo de países de ingresos medianos inferiores. En este sentido, las enfermedades cardiovasculares derivadas de esta globalización son responsables de la mayor parte de las muertes por enfermedades no transmisibles en personas menores de 70 años (39 por ciento), seguidas por el cáncer (27 por ciento). Junto

con las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes, son la causa de casi el 80 por ciento de las muertes por enfermedades no transmisibles.

Un IMC elevado es un factor determinante para el riesgo de enfermedades no transmisibles, como las cardiovasculares (principalmente las cardiopatías y los accidentes cerebrovasculares), diabetes, trastornos del aparato locomotor (en especial la osteoartritis, y algunos cánceres (endometrio, mama, ovarios, próstata, hígado, vesícula biliar, riñones y colon) (Bray 1992, González-Ruíz et al.2015, OMS 2017c, Burgos et al. 2017, Suárez-Carmona et al. 2017, Norton y Olds 1996).

La epidemia de enfermedades no transmisibles acarrea graves consecuencias socioeconómicas, empobreciendo aún más a las personas y los hogares, truncando el desarrollo humano y económico (A/66/83 2011).

Según la OMS (2017d), los cambios en los hábitos alimentarios y de actividad física son consecuencia de cambios ambientales y sociales asociados al desarrollo y de la falta de políticas de apoyo en sectores, como la salud, agricultura, transporte, planificación urbana, medio ambiente, procesamiento, distribución y comercialización de alimentos, y la educación.

La buena noticia es que el sobrepeso y la obesidad, así como las enfermedades no transmisibles vinculadas, son prevenibles. Para ello, son fundamentales unos entornos y comunidades favorables que permitan influir en las elecciones de las personas, de modo que la opción más sencilla (la más accesible, disponible y asequible) sea la más saludable en materia de alimentos y actividad física periódica.

Por tanto, la OMS (2017d) plantea estas acciones en el plano individual:

- \_ Limitar la ingesta energética procedente de la cantidad de grasa total y de azúcares.
- \_ Aumentar el consumo de frutas y verduras, así como de legumbres, cereales integrales y frutos secos.
- \_ Realizar una actividad física periódica (60 minutos diarios para los jóvenes y 150 minutos semanales para los adultos).

La responsabilidad individual es posible siempre que haya accesibilidad a un modo de vida

sano que incluye el apoyo con las recomendaciones mencionadas bajo la ejecución sostenida de políticas demográficas que permitan que la actividad física periódica y las opciones alimentarias más saludables estén disponibles, sean asequibles y fácilmente accesibles para todos (OMS 2017d).

### **2.2.2 Obesidad y enfermedades cardiovasculares**

La obesidad se acompaña de un aumento de la mortalidad y de la comorbilidad cardiovascular y metabólica, hecho ampliamente demostrado por evidencia científica, que ha llevado a considerarla un factor de riesgo de gran trascendencia, tanto en sí mismo como en su papel promotor de enfermedades prevalentes generadoras de riesgo cardiometabólico (Bray 1992, Castellanos et al. 2011, Mardones et al. 2018).

En este sentido, las enfermedades cardiovasculares son las principales causas de muerte a nivel mundial, su etiología multifactorial y su evolución está ligada a la presencia de factores de riesgo cardiovascular. Estos factores pueden ser: modificables y no modificables. Los no modificables son componentes propios de la persona y no es posible revertirlos o eliminarlos, como la edad, género, antecedentes personales y familiares directos de enfermedades cardiovasculares. Los modificables son aquellos que pueden ser corregidos o eliminados a través de cambios en el estilo de vida (Hidalgo y Tovar 2014, Lanas et al. 2017).

La hipertensión arterial, dislipidemia, tabaquismo y la diabetes mellitus tipo II, son los cuatro factores de riesgo de mayor relevancia. Por su parte, la obesidad, el sedentarismo y el síndrome metabólico, al igual que una dieta inadecuada, incluyendo el consumo excesivo de alcohol, son otros factores de riesgo considerados como modificables (Hidalgo y Tovar 2014, Martínez et al.2018).

Varias publicaciones coinciden que la prolongada obesidad favorece la enfermedad cardiovascular, afectando la función cardíaca y favoreciendo la hipertrofia ventricular, la disfunción sistólica y la dilatación atrial izquierda. Ella también aumenta el riesgo a fibrilación atrial, pero no a la trombosis. Los pacientes obesos presentan 3,5 veces más posibilidad de desarrollar hipertensión arterial; y de ellos, en los adultos hipertensos el 60 a 70 por ciento se puede atribuir a la adiposidad (Anderson et al.2017, Ne et al. 2017).

Se conoce que el tejido adiposo constituye una de las mayores glándulas endocrinas del organismo, que produce factores tales como resistina, interleukina 6 (IL-6), factor de necrosis tumoral alfa (TNF $\alpha$ ), entre otros, que a su vez favorecen tanto la resistencia a la insulina como a la disfunción endotelial, ambos procesos contribuyen tanto a desarrollo de aterosclerosis como de HTA, y estas entidades al daño vascular de los órganos. Por otro lado, la resistencia a la insulina provoca retención de sodio y un aumento de la actividad del sistema nervioso simpático, fenómenos que incrementan la presión arterial y causan más resistencia a la insulina. Concentraciones elevadas de ácidos grasos libres (AGL), aumentan el estrés oxidativo, que a su vez produce alteraciones en la regulación de adipocinas proinflamatorias y protrombóticas, como IL-6, TNF $\alpha$ , el inhibidor-1 del activador del plasminógeno (PAI-1) y proteína quimioatrayente de monocitos (MCP-1), así como alteraciones antiinflamatorias y de efecto insulinosensibilizador, como ocurre con la adiponectina (Castellanos et al. 2011).

Las defunciones por enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes representan aproximadamente el 65 por ciento de todas las muertes, y la adiposidad general y principalmente la adiposidad abdominal se asocian con un mayor riesgo de muerte para todos estos trastornos (Paniagua 2016).

La Obesidad abdominal (OA), también conocida como obesidad central, particularmente se encuentra altamente relacionada con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, tal como lo sustenta el estudio INTERHEART, realizado en 30000 pacientes de 52 países de los cinco continentes, donde mostró que la OA es uno de los factores de riesgo modificables con mayor peso en la determinación del infarto de miocardio en América Latina, seguido de la dislipidemia y el tabaquismo; observándose los valores de mortalidad más altos en Guyana, Trinidad y Tobago, y Venezuela, mientras que Puerto Rico y Chile presentaron los valores más bajos (Lanas et al. 2013, Martín-Castellanos et al. 2017).

### **2.3 Fisiopatología de la obesidad**

El tejido adiposo constituye un órgano endocrino extremadamente activo con una red de vías de señalización que permite que el organismo se adapte a una extensa gama de diferentes desafíos metabólicos, como la inanición, el estrés, la infección y los cortos períodos de exceso de energía. Este tejido es un tejido conectivo suelto especial que contienen adipocitos y varios tipos de células rodeados por redes capilares e inervaciones,



en las que los adipocitos comprenden entre el 35 – 70 por ciento de la masa adiposa y los otros tipos de células encontrados en la fracción estroma vascular incluyen preadipocitos, células madre mesenquimales, macrófagos y otras células inmunes, y células endoteliales y de músculo liso, entre otras. El pleiotropismo funcional del tejido adiposo se basa en su capacidad para sintetizar y liberar una gran variedad de hormonas, citoquinas, factores de crecimiento y complemento, proteínas de la matriz extracelular y factores vasoactivos, denominados colectivamente adipocinas (Rodríguez et al. 2015).

Las adipocinas intervienen en las funciones de otros órganos y tejidos, regulando la secreción de hormonas y participando en procesos tan complejos como la regulación térmica, la homeostasis de carbohidratos y lípidos y, por ende, la regulación metabólica general. Su relevancia es aún mayor si se considera que estas células son protagonistas en el complejo proceso de la obesidad y el síndrome metabólico (Klötting y Blüher 2014, Sánchez et al. 2016).

La obesidad se vincula con disfunción del tejido adiposo que ocasiona la aparición de varias patologías, como diabetes tipo 2, dislipidemia, hígado graso no alcohólico o hipertensión, entre otros. Los mecanismos subyacentes al desarrollo de la obesidad y sus comorbilidades asociadas incluyen la hipertrofia y/o hiperplasia de los adipocitos, la inflamación del tejido adiposo, la remodelación de la matriz extracelular dañada y la fibrosis, junto con una secreción alterada de adipocinas.

Asimismo, la obesidad se asocia con un aumento de la masa y el tamaño del tejido adiposo. Los preadipocitos dentro del tejido adiposo pueden diferenciarse en adipocitos maduros a lo largo de la vida, permitiendo la expansión hiperplásica del tejido adiposo. Los adipocitos maduros generalmente se expanden en tamaño durante períodos de balance energético positivo, como la sobrealimentación o el estilo de vida sedentario, convirtiéndose en hipertróficos. La expansión patológica del tejido adiposo durante el aumento de peso se acompaña de inflamación del tejido adiposo, fibrosis y perfil de adipocina alterado, que finalmente promueve las alteraciones metabólicas asociadas a la obesidad (Cereceda 2008, Rodríguez et al.2015).

El crecimiento del tejido adiposo es un proceso biológico estrechamente regulado, ya que tanto el exceso (sobrepeso y obesidad) como la ausencia parcial o total (lipodistrofias) del

tejido adiposo se asocian con trastornos metabólicos. La masa del tejido adiposo está determinada por dos mecanismos: hipertrofia (aumento en el tamaño celular) e hiperplasia (aumento en el número de células) (Rodríguez et al.2015, Suárez-Carmona et al. 2017).

El tamaño de los adipocitos aumenta en la obesidad y disminuye con la pérdida de peso; no obstante, los progenitores de células grasas se establecen durante el período prenatal, provocando el aumento del número de adipocitos después del nacimiento y durante la adolescencia, lo que representa períodos críticos para el desarrollo de obesidad posterior, pero varía poco durante la edad adulta sin reaccionar a los cambios de peso, donde el tejido adiposo crece principalmente por hipertrofia de adipocitos. Sin embargo, la adipogénesis, la rotación y la renovación de los adipocitos continúa a lo largo de la vida y es alto en todas las edades adultas y en varias masas de grasa corporal (Heinonen et al. 2014, Rodríguez et al.2015).

Según Heinonen et al. (2014), se puede cuestionar si la obesidad es el resultado de hipertrofia o hiperplasia. La hipertrofia es la principal contribuyente al agrandamiento del tejido adiposo para satisfacer la necesidad de acumulación de grasa en la progresión de la obesidad, mientras que la hiperplasia contribuye menos a este aumento porque ocurre en células pequeñas con baja capacidad de almacenamiento de grasa. Empero, la hiperplasia se puede correlacionar con propiedades metabólicas beneficiosas, mientras que la hipertrofia se asocia con el desarrollo de trastornos metabólicos y un riesgo cardiovascular elevado en la obesidad. El aumento en el tamaño del adipocito está asociado con resistencia a la insulina, dislipidemia y esteatosis hepática, y predice la aparición de diabetes tipo 2. En contraste, un número total reducido de adipocitos se asocia con diabetes tipo 2.

Las mujeres presentan una mayor proporción de adipocitos diferenciados tempranamente que los hombres, con preadipocitos subcutáneos abdominales que tienen una mayor capacidad de adipogénesis que las células omentales. Aunque el número de adipocitos tiende a ser estable durante la vida adulta, los depósitos de grasa visceral y subcutánea pueden aumentar de tamaño a través de la hiperplasia o la hipertrofia durante el aumento de peso (Rodríguez et al. 2015, Suárez-Carmona et al. 2017).

El aumento del volumen de adipocitos en pacientes obesos se asocia con un deterioro de la función mitocondrial y cambios en las proteínas de la membrana, así como una mayor muerte celular e inflamación, que contribuyen al desarrollo de trastornos metabólicos asociados con la obesidad. Estas alteraciones metabólicas asociadas con la hipertrofia de los adipocitos muestran diferencias específicas de depósitos de grasa, ya que los adipocitos viscerales aumentados están vinculados a la dislipidemia, mientras que las células grasas subcutáneas grandes se asocian con un metabolismo deficiente de la glucosa y resistencia a la insulina (Heinonen et al. 2014).

Debido a su limitada capacidad hiperplásica, desarrollo por hipertrofia y generación inflamatoria, y a su mayor respuesta a catecolaminas y menor respuesta inhibitoria de la insulina a la lipólisis, el tejido adiposo visceral se convierte en el primer almacén de triglicéridos ante la incompetencia del tejido adiposo subcutáneo para almacenar el exceso de energía (Palmer y Clegg 2015).

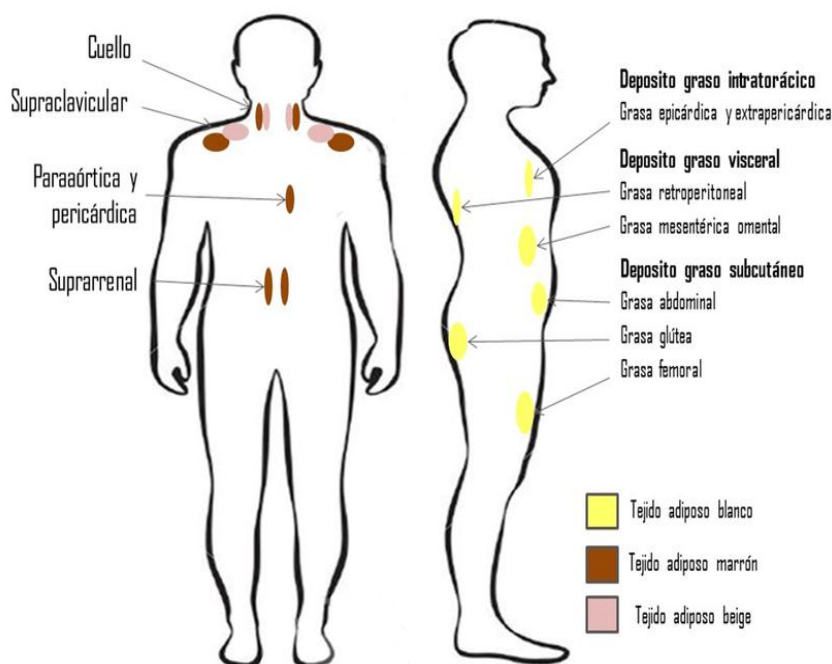
La correcta capacidad de expansión del tejido adiposo, hiperplasia frente a hipertrofia, define la existencia de sujetos obesos metabólicamente sanos y sujetos delgados metabólicamente enfermos. Aunque actualmente se considera al fenotipo obeso metabólicamente sano como un estado de transición a la enfermedad (Suárez-Carmona et al. 2017).

### **2.3.1 Tejido adiposo blanco, marrón y beige**

El tejido adiposo tiene origen y desarrollo mesodérmico. Los adipocitos se clasificaban en dos principales clases de tejido, según el tipo de adipocito predominante: adipocitos blancos (AB) en el tejido adiposo blanco (TAB), que almacenan energía en forma de grasa, y adipocitos marrones o pardos (AP) en el tejido adiposo marrón o pardo (TAP), que inducen la termogénesis. Ambos tejidos muestran diferencias estructurales en su composición, en su función, así como en su distribución por el organismo (ver Figura 2). No obstante, el esquema de clasificación actual incluye una tercera categoría de adipocitos, denominados adipocitos beige (ABg) o brite (término que mezcla las palabras inglesas *brown* y *white*, dado que se consideran células que comparten ciertas características con ambos), encontrados en el TAB en cantidades menores y que pueden considerarse como células inducibles de color marrón con propiedades termogénicas (Rodríguez et al. 2015, Sánchez et al. 2016, Suárez-Carmona et al. 2017).

Los adipocitos rosas (AR) y las células estrelladas hepáticas (CEH), son tipos especiales que hacen parte de un tejido, en el cual no predominan como tipo celular (glándula mamaria e hígado respectivamente) (Sánchez et al. 2016).

En humanos, el TAB se encuentra distribuido a nivel visceral en diferentes depósitos grasos y a nivel subcutáneo en forma generalizada. El TAP, en cambio, se encuentra en regiones anatómicas particulares, como alrededor de algunos órganos, como los riñones y las glándulas suprarrenales (ver Figura 2) (Sánchez et al. 2016, Suárez-Carmona et al. 2017).



**Figura 2: Distribución del tejido adiposo blanco, marrón y beige**

FUENTE: Tomado de Suárez-Carmona et al. 2017

### a. Adipocito blanco (AB)

El AB tiene origen mesodérmico y es el principal efector de los procesos de lipogénesis y lipólisis, regulados por diversos agentes hormonales y bajo la influencia de otros órganos y sistemas. También, es el más importante productor de leptina, hormona reguladora de la producción de otras adipocinas en forma autocrina. A través de la leptina los ABs intervienen en la regulación de todos los ejes hormonales del organismo y en una serie de funciones, que van desde la regulación del apetito, hasta la regulación de la respuesta inmune. En la obesidad hay una sobreproducción de esta hormona por parte de un TAB hipertrófico, que ocasiona la debacle metabólica característica de esta enfermedad, y que

lleva al síndrome metabólico (SM). La leptina producida por los ABs estimula la síntesis de resistina, cuya principal fuente son los macrófagos del TAB, e inhibe la de adiponectina en forma autocrina, y así empeora el desequilibrio metabólico en el SM. Además, la proliferación de ABs se relaciona con la disminución de APs, fuente de adiponectina. La leptina promueve la producción de otros factores proinflamatorios, así como la misma resistina, el factor de necrosis tumoral alfa y IL-6, factores inductores del estado de inflamación crónica sistémica; además, es promotora del almacenamiento de triglicéridos por medio de la estimulación del transporte de glucosa, la inhibición de la lipólisis y el aumento de la reesterificación de ácidos grasos. Los ABs periviscerales producen también la omentina, la cual incrementa la sensibilidad a la insulina, inhibe la producción del factor de necrosis tumoral alfa (FNT $\alpha$ ) y posee efectos antiinflamatorios y cardioprotectores; su producción se disminuye en pacientes con SM y diabetes mellitus tipo 2 (Bartelt y Heeren 2014, Klötting y Blüher 2014, Sánchez et al. 2016, Suárez-Carmona et al. 2017).

#### **b. Adipocito pardo (AP)**

Los APs son más abundantes en fetos humanos y recién nacidos, y su cantidad disminuye gradualmente hacia la adultez, dependiendo de la exposición al frío y el ejercicio. Su principal función es la termogénesis, proceso de elevada eficiencia pues genera unos 300 W/kg, en contraste con otros tejidos que producen tan solo 1 W/kg. Su origen es también mesodérmico, pero independiente del AB. Además, el AP produce adiponectina, hormona que aumenta la sensibilidad a la insulina en músculos, hígado y otros órganos, además de favorecer la oxidación de ácidos grasos (Sánchez et al. 2016, Suárez-Carmona et al. 2017).

#### **c. Adipocito beige (ABg)**

Estos adipocitos son también de origen mesodérmico y presentan características comunes con los APs. Se desarrollan en la fase *pardeamiento (browning)* o reclutamiento de APs en el TAB, a partir de ABs (transdiferenciación), por exposición a temperaturas bajas, o estimulación de receptores  $\beta$ 3 adrenérgicos. Se desarrollan en el TAB, principalmente en la región inguinal. Son denominados con el término *brite*, pues parecen proceder de los ABs, pero que adquieren características similares a los APs (Sánchez et al. 2016, Suárez-Carmona et al. 2017).

#### **d. Adipocito rosa (AR)**

Por su lado, el AR es una célula secretora de leche y fue denominado de esta forma en referencia a su existencia exclusiva en glándulas mamarias lactantes de los mamíferos hembras, cumplen con la definición de adipocitos porque pueden almacenar grandes cantidades de grasa, son productores de adipocinas y están sometidos a regulación funcional por estas. Existe evidencia que sugiere que se originan por transdiferenciación de los ABs. En condiciones fisiológicas basales, el TAB ocupa 90 por ciento del volumen de las mamas; durante el embarazo y la lactancia (Sánchez et al. 2016).

#### **e. Célula estrellada hepática (CEH)**

La CEH es llamada lipocito hepático Tiene un origen embriológico controversial, pero es más probable que su origen sea mesodérmico. Las respuestas de las CEHs a diferentes adipocinas, y su potencial actividad proinflamatoria y reguladora del metabolismo, permiten asociarlas al órgano adiposo como un componente adicional, regulador de la función hepática, que responde ante estímulos sistémicos. En la obesidad, un estado que cursa con hiperleptinemia, hiperresistinemia y adiponectinemia, se puede producir esteatosis, y posteriormente fibrosis hepática, como consecuencia de la regulación alterada ejercida por estas adipocinas sobre las CEHs (Sánchez et al. 2016).

### **2.4 Composición corporal**

El estudio de la composición corporal es un aspecto importante de la valoración del estado nutricional, pues permite cuantificar las reservas corporales del organismo y, con ello, detectar y corregir problemas nutricionales como situaciones de obesidad o desnutrición.

Así, a través del estudio de la composición corporal se pueden juzgar y valorar la ingesta de energía y los diferentes nutrientes, el crecimiento o la actividad física. Los nutrientes de los alimentos pasan a formar parte del cuerpo por lo que las necesidades nutricionales dependen de la composición corporal.

De acuerdo con Norton y Olds (1996), la *antropometría* es una de las técnicas más ampliamente utilizadas para valorar la composición corporal, pues su simplicidad la hace apropiada en grandes poblaciones, aunque requiere de personal calificado y con una estandarización de la toma de las medidas. Su finalidad es cuantificar los principales componentes del peso corporal e indirectamente valorar el estado nutricional mediante el

empleo de medidas muy sencillas, como peso, talla, longitud de extremidades, perímetros o circunferencias corporales, medida de espesores de pliegues cutáneos, etc. y, a partir de ellas, calcular diferentes índices que permiten estimar la masa libre de grasa y la grasa corporal.

La heterogeneidad de la composición corporal, la distribución de la grasa y la función del tejido adiposo puede subyacer al riesgo variable de desarrollar enfermedades metabólicas y cardiovasculares asociadas con el aumento de la masa grasa corporal (Klötting y Blüher 2014).

#### **2.4.1 Variabilidad del peso**

El peso corporal total y los cambios en el peso son instrumentos antropométricos relativamente generales en cuanto a estado de salud se refiere. No distinguen entre masa grasa y no grasa, y existe una amplia evidencia que indica que la primera está más estrechamente implicada en los procesos de enfermedades cardiovasculares. La proporción de aumento de peso en forma de grasa y la proporción que es masa magra (fraccionamiento de nutrientes) muestran una gran variabilidad interindividual (Norton y Olds 1996).

Por años, la valoración del exceso de peso es medido por el IMC, datos que no tienen en cuenta la distribución de la grasa corporal. Se ha demostrado que algunas personas que presentan un peso normal o leve sobrepeso, pero con un exceso de grasa abdominal, podrían tener un alto riesgo de padecer eventos cardiovasculares (Bray 1992, González-Ruíz et al. 2015, OMS 2017c, Suárez-Carmona et al. 2017, Norton y Olds 1996).

Estudios de sobrealimentación realizados con hermanos gemelos (Bouchard 1991) han mostrado que la constitución genética influye en el fraccionamiento de nutrientes. La proporción entre masa grasa y masa magra podría variar entre 1:2 y 4:1. Los sujetos que tuvieron un mayor incremento en el peso total, por lo general, también aumentaron una mayor proporción de masa grasa. Esto podría deberse al hecho de que los sujetos con sobrepeso pueden tener menores tasas de oxidación de grasas, las cuales disminuyen aún más a través de la sobrealimentación. Asimismo, una reducción significativa en el peso normalmente conlleva a la disminución tanto de masa grasa como magra. Debido a que el valor calórico de las grasas es de 37 kJ.gr, y que el del tejido magro (- 20 por ciento de proteínas) es de 5 kJ.gr, una persona obesa (que disminuye proporcionalmente más grasas)

mostrará menor reducción en el peso corporal, para un determinado déficit calórico, que una persona magra.

Debido a estas razones, las variaciones en el peso no son índices confiables de cambios en la masa grasa. Es por eso que los ciclos de disminución de peso seguidos por aumentos hasta llegar al peso original (dieta yo-yo) parecen aumentar la intolerancia a la glucosa, la resistencia a la insulina, la hipertensión y aumentan la mortalidad por toda causa y por enfermedades cardiovasculares, particularmente en los hombres (Norton y Olds 1996).

#### **2.4.2 Estimación de la grasa corporal**

La medición precisa de la grasa corporal es un punto clave para hacer diagnósticos nutricionales y de salud; por tanto, necesarios para realizar las rutinas de ejercicios en los centros deportivos. La distribución de grasa corporal es diferente en hombres y mujeres, por lo que las bases para la clasificación del porcentaje de grasa corporal son diferentes para ambos géneros (Pairazamán 2016).

La grasa visceral y la grasa subcutánea son dos de los compartimientos de la grasa corporal que han sido estudiados en relación a sus posibles consecuencias para la salud humana. La grasa visceral está compuesta por la grasa mesentérica y la grasa de los epiplones, y está contenida dentro de la cavidad abdominal, donde envuelve a los órganos intraabdominales. Los depósitos de grasa visceral representan cerca del 20 por ciento de la grasa corporal en el hombre y el 6 por ciento en la mujer. Mientras que el IMC provee información acerca del volumen y masa corporal, la grasa visceral provee información sobre la distribución de la grasa. Por su parte, la grasa subcutánea se encuentra por debajo de la piel y representa el 70 por ciento del peso corporal del ser humano (Martínez et al. 2015).

La distribución de la grasa subcutánea es diferente entre hombres y mujeres, con los valores de pliegues en todos los sitios con tendencia a ser mayores en las mujeres que en los hombres.

Según Rosales (2012), de acuerdo al lugar donde se acumula el exceso de grasa corporal la obesidad puede ser:

- \_ Obesidad ginecoide o periférica. Tiene menor concentración de grasa en la zona abdominal y mayor en la cadera, los glúteos y los muslos. Es más frecuente en las mujeres y tiene menos riesgo para las enfermedades cardiovasculares.



- \_ Obesidad androide o central. Tiene mayor concentración de grasa en la zona abdominal y menor en las otras partes del cuerpo. Es más frecuente en los hombres y es la de mayor riesgo para las enfermedades del corazón, por estar la grasa más cerca de órganos importantes (corazón, hígado, riñones, etc.).

Esta última es la más agresiva y con más desencadenantes negativos para el organismo, pues diversos estudios han demostrado que el exceso de grasa abdominal puede duplicar el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular. Esta acumulación de grasa es consecuencia de factores genéticos, hormonales y de seguir unos hábitos de vida poco saludables que es la suma de una mala alimentación, el consumo de tabaco, el sedentarismo y el estrés (Cereceda 2008, FEC 2011, Martos-Moreno et al. 2017).

Se han desarrollado una variedad de métodos de evaluación que van desde la estimación visual de la grasa corporal hasta métodos con tecnología muy sofisticada, como el uso de la conductividad eléctrica total del cuerpo, el ultrasonido, el *scanning* con rayos infrarrojos, la densitometría, la impedancia eléctrica, la medición con potasio 40, entre otros (Rosales 2012).

El pesaje subacuático y la absorción de rayos X de energía dual (DXA) son los más precisos para cuantificar la grasa corporal; mientras que las tomografías computarizadas y las imágenes de resonancia magnética pueden evaluar la distribución de esta grasa corporal (Ferland et al. 1989, Després et al. 1991, Norton y Olds 1996).

Sin embargo, tales métodos, tecnológicamente complejos, requieren de un equipamiento costoso, de un tiempo considerable, junto con evaluadores experimentados y, por lo general, no son adecuados para evaluar grandes números de personas ni aplicarlos de forma rutinariamente en entornos clínicos.

Dado que se conocen los riesgos notables asociados con los depósitos de grasa corporal ubicados como reservas profundas (tal como la grasa abdominal), el reto ha sido cuantificar la grasa corporal total usando métodos simples y eficientes, en costos y tiempo. Por tanto, se considera que las mediciones de los pliegues externos representan no sólo la adiposidad subcutánea sino también las reservas de grasa interna. Esto ha provocado la

reproducción del número de ecuaciones de regresión disponibles para llevar a cabo la transformación de las mediciones antropométricas superficiales a las estimaciones de la grasa corporal total, normalmente expresada en porcentaje de grasa corporal (Norton y Olds 1996).

## **2.5 Evaluación nutricional**

Entendido como el conjunto de procedimientos que permite determinar el estado nutricional de una persona, valorar las necesidades o requerimientos nutricionales y determinar los posibles riesgos de salud que pueda presentar con relación a su estado nutricional (Aguilar et al. 2012).

Para la FAO (2018) la evaluación nutricional es la mejor manera de determinar si efectivamente se están cumpliendo con las necesidades nutricionales de las personas, una vez que la comida está disponible y es de fácil acceso.

Según Cruz y Herrera (2013), la evaluación nutricional es un proceso que debe constar de nueve pasos desarrollados en estricto orden, de los cuales los seis primeros deben ser de aplicación obligatoria al evaluar personas tanto aparentemente sanas como enfermas. Los tres restantes deben agregarse a la evaluación en caso de tratarse de enfermos con cuadros fisiopatológicos con un nivel de complejidad elevado.

- \_ Paso I: Evaluación de signos clínicos de deficiencias y de excesos nutricionales.
- \_ Paso II: Evaluación de la interacción entre nutrientes y fármacos.
- \_ Paso III: Evaluación de la ingesta de alimentos y factores que la afectan.
- \_ Paso IV: Evaluación de la actividad física.
- \_ Paso V: Evaluación del crecimiento y la composición corporal.
- \_ Paso VI: Evaluación bioquímica nutricional.
- \_ Paso VII: Evaluación de las reservas viscerales.
- \_ Paso VIII: Evaluación del componente inmunológico.
- \_ Paso IX: Evaluación del componente catabólico.

Al evaluar a los pacientes con sobrepeso y obesidad se debe realizar una historia clínica específica para determinar la etiología de la obesidad, investigar la historia familiar de obesidad, los factores de riesgo cardiovascular, la comorbilidad asociada y los estilos de

vida con énfasis en el estado nutricional (frecuencia de ingesta de alimentos e historia dietética) y los hábitos de actividad física (Cereceda 2008, Cruz y Herrera 2013).

La historia clínica nutricional requiere identificar los factores de riesgo que causan obesidad, los hábitos alimentarios (tipo y horarios), consumo de alcohol, hábito de fumar, frecuencia de consumo de alimentos, horas de sueño, tipo de actividad laboral y física, además de las fallas de tratamientos previos a la consulta, entre otros (Cruz y Herrera 2013, Chamorro et al. 2018).

Como parte de esta indagación de información en los pacientes, se debe tomar en cuenta recientes datos en los que se afirma que la regulación de la ingesta alimentaria responde a factores homeostáticos, hedónicos y sociales, pero también circadianos, todos los que contribuyen al patrón de alimentación habitual. La nutrición, la alimentación y las respuestas metabólicas a la ingesta de alimentos son reguladas por los ritmos circadianos y también por variaciones diurnas a través del día. Es de esperar entonces que un patrón de alimentación-ayuno relativamente estable influya positivamente en una adecuada regulación circadiana y metabólica. La mantención de horarios regulares de alimentación podría constituir un factor importante para una mejor utilización metabólica y estabilidad del peso corporal (Chamorro et al. 2018).

En muchos recintos (nómbrese hospitales, clínicas, centros deportivos, gimnasios, etc.) los pasos para una correcta evaluación no son cumplidos por escases de tiempo, por rapidez de evaluación y protocolos de evaluación diseñados de forma particular sin tener en cuenta lo que realmente se necesita para determinar el estado nutricional real de un individuo. Sin embargo, para realizar una evaluación nutricional óptima se deberían seguir por lo menos los seis primeros pasos y a cargo de un *nutricionista*, quien es el profesional idóneo y capacitado para realizarlo.

En la mayoría de los gimnasios no se cuenta con nutricionistas para practicar dicha evaluación y los encargados son los entrenadores físicos, también llamados *trainers*, quienes se limitan a realizar escasas preguntas sobre patologías o dificultades físicas y medida del peso. Finalmente, en base al IMC determinan un estado nutricional y elaboran el plan de entrenamiento.

Para Barrera-Cruz et al. (2013), Hidalgo y Tovar (2014) y Díaz et al. (2017), una medida de gran practicidad es la circunferencia abdominal, dato sencillo de recoger en cualquier lugar y momento; además, es válido para promover la salud e identificar a las personas en riesgo de enfermedad cardiovascular, trastornos del sueño y diabetes. Medida indispensable que debería ir acompañada del cálculo del IMC para evaluar el riesgo de comorbilidad asociado con la obesidad en recintos como los gimnasios.

## **2.6 Evaluación nutricional antropométrica**

Es la determinación de la valoración nutricional de la persona adulta mediante la medición de variables, como el peso, la talla, el perímetro abdominal y otras medidas antropométricas (Aguilar et al. 2012).

### **2.6.1 Medidas antropométricas**

La antropometría es una de las técnicas más utilizadas para valorar objetivamente el tamaño, forma y composición corporal. Su simplicidad la hace apropiada en grandes poblaciones, aunque se necesita personal entrenado y técnicas estandarizadas para aplicarlo de forma correcta (Norton y Olds 1996).

Este sistema de mediciones corporales nos indica de forma concreta el porcentaje de agua, músculo y masa ósea; mediante las medidas de perímetros, diámetros y pliegues en todo el cuerpo, para reconocer en que zonas alojamos los mayores o menores porcentajes de masas grasas y musculares. Además, se pueda cuantificar los niveles generales y regionales de grasa corporal.

Las técnicas antropométricas de superficie, a menudo, representan las únicas herramientas disponibles para la mayoría de evaluadores en situaciones múltiples, siendo fundamental optimizar su uso para un buen manejo de la salud. Estas utilizan calípers, balanzas y cintas métricas que producen estimaciones bastante válidas y fiables del grado de obesidad. La antropometría se ha convertido en una de las técnicas primordiales para diagnosticar obesidad en poblaciones adultas mal nutridas por exceso, debido a la relativa sencillez de su aplicación, su generalización y su aceptable rango de exactitud (Rosales 2012).

Diferentes medidas antropométricas miden de forma indirecta el contenido de grasa abdominal y su correlación con las medidas de otros segmentos corporales, permitiendo tener la noción del contenido graso visceral sobre diferentes parámetros metabólicos y cardiovasculares (Hernández y Duchi. 2015).

## **2.7 Indicadores Antropométricos**

Los indicadores antropométricos son valores de composición corporal usados para el diagnóstico nutricional de un individuo.

Ciertos indicadores antropométricos, como IMC, porcentaje de grasa corporal, perímetro de cintura y el índice de cintura/cadera determinan si un individuo tiene obesidad y son recomendados para la vigilancia y el seguimiento de las enfermedades crónicas no transmisibles, aunque algunos de estos indicadores no miden adiposidad, ni siquiera de forma indirecta, es importante analizarlos en conjunto para tener una mejor decisión diagnóstica (Martín-Castellanos et al. 2017, Norton y Olds 1996).

### **2.7.1 Índice de masa corporal (IMC)**

El IMC es el método más utilizado para clasificar a las personas con sobrepeso y obesidad. Inicialmente denominado como *Índice de Quetelet* y descrito por Adolphe Quetelet en 1832.

Aguilar et al. (2012) la definen como la relación entre el peso corporal con la talla elevada al cuadrado de la persona. Su fórmula de cálculo es:

$$\text{IMC} = \text{Peso}_{(\text{kg})} / (\text{talla}_{(\text{m})})^2$$

Se ha utilizado para clasificar a la población según su estado ponderal, estableciéndose los siguientes criterios:

- \_ Bajo peso:  $\text{IMC} < 18,5 \text{ kg/m}^2$
- \_ Normopeso:  $\text{IMC}: 18,5 - 24,9 \text{ kg/m}^2$
- \_ Sobrepeso:  $\text{IMC}: 25 - 29,9 \text{ kg/m}^2$ 
  - \_ Obesidad:  $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ :
  - \_ Tipo I:  $\text{IMC}: 30 - 34,9 \text{ kg/m}^2$
  - \_ Tipo II:  $\text{IMC}: 35 - 39,9 \text{ kg/m}^2$

\_ Mórbita:  $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$

Sin embargo, el IMC es una medida imperfecta de la adiposidad corporal, pues el término de peso en el IMC no distingue entre masa muscular y masa grasa, por lo que no describe el depósito de grasa total en una persona. Sin embargo, a pesar de estos contrastes, los mismos puntos de corte del IMC para el sobrepeso y la obesidad a menudo se aplican en todos los grupos de edad y sexo (Lichtash et al. 2013).

Según el rango en el que se encuentre el IMC, tenemos:

- \_  $IMC < 18,5$  (delgadez): Las personas adultas con un  $IMC < 18,5$  son clasificadas con valoración nutricional de *delgadez*, y presentan un bajo riesgo de comorbilidad para enfermedades no transmisibles. Sin embargo, presentan un riesgo incrementado para enfermedades digestivas y pulmonares, entre otras. Un valor de IMC menor de 16 se asocia a un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad.
- \_  $IMC 18,5 \text{ a } < 25$  (normal): Las personas adultas con valores de IMC entre 18,5 y 24,9 son clasificadas con valoración nutricional de *normal*. En este rango el grupo poblacional presenta el más bajo riesgo de morbilidad y mortalidad.
- \_  $IMC 25 \text{ a } < 30$  (sobrepeso): Las personas adultas con un IMC mayor o igual a 25 y menor de 30, son clasificadas con valoración nutricional de *sobrepeso*, lo cual significa que existe riesgo de comorbilidad, principalmente de las enfermedades crónicas no transmisibles como: diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares incluida la hipertensión arterial, enfermedad coronaria, cáncer, entre otras.
- \_  $IMC \geq 30$  (obesidad): Las personas adultas con valores de IMC mayor o igual a 30 son clasificadas con valoración nutricional de *obesidad*, lo cual significa que existe alto riesgo de comorbilidad, principalmente de las enfermedades crónicas no transmisibles como: diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares incluida la hipertensión arterial, enfermedad coronaria, cáncer, entre otras.

Existen muchos estudios realizados en personas que practican deportes que para validar el uso del IMC en la evaluación nutricional, sugieren que éste se combine con algún índice de evaluación del porcentaje de grasa, ya que usado como único método de evaluación puede llevar a encontrar datos que distorsionen la realidad del diagnóstico nutricional calculando como grasa lo ganado en masa muscular (Alpaca y Yampasi 2014, González-Ruiz et al. 2015).

Aunque el IMC se utiliza tanto en la clínica como en estudios epidemiológicos, es necesario contar con otros indicadores hallados de forma práctica y accesible, además de certeros para lograr un diagnóstico más real (Bustamante et al. 2012).

### **2.7.2 Índice de masa adiposa (BAI)**

El BAI (Body adiposity index) se puede utilizar para reflejar el porcentaje de grasa corporal, tanto para hombres como para mujeres adultos, de diferentes etnias sin corrección numérica.

La circunferencia de la cadera y la altura están fuertemente correlacionados con el porcentaje de grasa corporal y, por tanto, elegidas como las medidas antropométricas principales sobre las que se basa el BAI, se puede medir sin un peso; lo que puede hacer que sea útil en situaciones en las que la medición de peso corporal exacto sea compleja (Lichtash et al. 2013).

El BAI se ha desarrollado como una alternativa al IMC para calcular el estado nutricional de las personas con las mismas características que el IMC, pero que sí discrimina entre masa grasa y masa libre de grasa, aunque que no ha visto una diferencia significativa en estudios desarrollados en obesos, por tipo de raza, en adultos, o por sexo (Bergman et al. 2011, López et al. 2012, Alpaca y Yampasi 2014).

Alpaca y Yampasi (2014), y González-Ruiz et al. (2015) revelan que el BAI es una herramienta útil para predecir el porcentaje de grasa corporal de manera directa en entornos remotos, haciendo posible obtener una estimación confiable de la adiposidad, con el uso del instrumento más sencillo y económico como es la cinta métrica. Pero que debe ser evaluado y comparado, porque para una óptima evaluación de la composición corporal se necesitan indicadores confiables y certeros.

El BAI se diseñó como una sola ecuación para predecir la adiposidad corporal en el análisis agrupado de ambos sexos (Lichtash et al. 2013).

$$\text{BAI} = \text{circunferencia de la cadera}_{(\text{cm})} / (\text{altura}_{(\text{m})})^{1.5} - 18$$

Para el diseño de este indicador se desarrolló cortes de porcentaje de grasa corporal en función de la relación entre la absorciometría de rayos X de energía dual medida de la masa grasa y el IMC estratificados por sexo, edad y raza y etnicidad utilizando datos de NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) en el periodo 1999 – 2004 (Heo et al. 2012).

En los hombres, el porcentaje de grasa corporal que correspondió a un IMC de 18,5; 25; 30; 35 y 40 en todas las edades y grupos étnico-raciales variaron de 12,2 a 19,0; 22,6 a 28,0; 27,5 a 32,3; 31,0 a 35,3 y 33,6 a 37,6 por ciento, respectivamente. Los rangos correspondientes en mujeres fueron de 24,6 a 32,3; 35,0 a 40,2; 39,9 a 44,1; 43,4 a 47,1 y 46,1 a 49,4 por ciento, respectivamente. El grupo de mayor edad tenía los mayores valores de corte de porcentaje de grasa corporal (Heo et al. 2012).

### **2.7.3 Obesidad abdominal (OA)**

La OA es el marcador de adiposidad aumentada que se halla con la medición del *perímetro de cintura*, es la medida antropométrica más práctica para promocionar la salud pues proporciona información útil y aplicable en cualquier lugar.

Bustamante et al. (2012) indican que en la población comprendida entre 25 – 59 años, el criterio internacional con mayor validez, seguridad, utilidad y exactitud para diagnosticar obesidad es la medición de perímetro de cintura (Castellanos et al. 2011, Namoc 2014, Soto-Cáceres 2015). La OA es reconocida como un mejor marcador para pronosticar el riesgo de padecer enfermedades como aterosclerosis y diabetes que el IMC, y buen predictor de riesgo de morbimortalidad cardiovascular, síndrome metabólico y diabetes (Aguilar et al. 2012, Rosales 2012, Ruiz et al. 2012, Gutiérrez et al. 2014, Soto-Cáceres 2015).

Soto-Cáceres (2015) en su estudio utiliza el término de *obesidad central* para dirigirse al perímetro de cintura o *circunferencia de cintura* (CC), donde hace referencia al Programa Nacional de Educación del Colesterol (NCEP-ATP III), Federación Internacional de Diabetes (IDF) y Consorcio de Estudios Latinoamericanos sobre obesidad (LASO) quienes lo denominan de la misma forma.



Además, en países como México, catalogan a la CC como mejor indicador de riesgo para la población que el IMC, pues lo consideran como un índice antropométrico destacado en relación al riesgo de enfermedad cardiovascular (Sánchez-Castillo et al. 2004).

La OA constituye, junto con la resistencia insulínica, la base fisiopatológica del síndrome metabólico. El exceso de tejido adiposo visceral desempeña un papel clave en las comorbilidades de la OA. La esteatosis multiorgánica promueve la resistencia insulínica, el estrés oxidativo y la inflamación, lo que da lugar a disfunción endotelial y arteriosclerosis. El exceso de tejido adiposo visceral conduce a un perfil metabólico de riesgo independientemente de la cifra del IMC.

Es notable resaltar que el tejido adiposo visceral, está compuesto por grasa omental y mesentérica; así como también, por grasa retroperitoneal. El consumo de una dieta de alta densidad energética, es la principal causa de obesidad central, ya que el exceso de energía se almacena en los adipocitos, los cuales pueden presentar hipertrofia e hiperplasia o ambas principalmente la grasa visceral, lo cual inicia una disfunción del tejido adiposo, que trae consigo un aumento en la tasa de lipólisis, que a su vez, estimula la secreción de citoquinas por leucocitos, macrófagos y adipocitos, y conduce a un estado proinflamatorio, y resistencia a la insulina, favoreciendo la disfunción endotelial que puede ser el vínculo de unión entre la obesidad y la enfermedad cardiovascular (Paniagua 2016, Anderson et al. 2017).

Asimismo, Després et al. (1991) refieren que la OA al asociarse con una mayor lipólisis está vinculada al aumento de la liberación de ácidos grasos libres plasmáticos al hígado a través del drenaje portal. Las citosinas inflamatorias liberadas por el tejido visceral dentro del drenaje portal provocan resistencia a la insulina, pues al haber hipertrofia celular producen sustancias que promueven la infiltración de células inmunológicas como macrófagos que al ingresar cambian de un fenotipo a otro produciendo citosinas proinflamatorias como IL6, TNF $\alpha$ , IFN $\gamma$  que reducen la presencia de adiponectina, disminuyendo la captación de glucosa, lo que incrementa la posibilidad que el uso de insulina sea inhibido, llevando a elevados niveles periféricos de insulina en sangre y mayor resistencia a la insulina (Mehta 2015a, Mehta 2015b).

Los recientes estudios epidemiológicos defienden que es necesario medir sistemáticamente el perímetro de cintura en la valoración de la obesidad, así como incluir el valor de este perímetro y los parámetros de síndrome metabólico en las escalas de valoración del riesgo cardiometabólico. La potencial capacidad patógena de la OA debe ser tomada en cuenta en la valoración de cualquier cuadro en que el riesgo cardiometabólico, sea un objetivo de acción preventiva o terapéutica (Salvador et al. 2008, Klöting y Blüher 2014).

Sangrós et al. (2018) en su análisis, muestra que la mayor asociación de OA es con la presencia de prediabetes. La hipertrigliceridemia, altos valores de colesterol total, sumado a bajos niveles de colesterol HDL mostraron ser la asociación más alta con la OA, datos que también fueron encontrados en otros estudios anteriores (Castellanos et al. 2011).

La reducción de la adiposidad abdominal a través de intervenciones sobre la salud (como ejercicio aeróbico regular) atenúa la resistencia a la insulina asociada con el síndrome metabólico (Pairazamán 2016). Esta disminución de la adiposidad reduce el nivel de ácidos grasos libres depositados en la circulación portal, lo cual mejora la captación hepática de insulina. El aumento en el clearance (depuración) de insulina se presenta como un mecanismo inicial de la mayor sensibilidad a la insulina. Por tanto, lo analizado indica que las reducciones en la grasa abdominal interna son necesarias para producir cambios positivos en el metabolismo de la glucosa, niveles de triglicéridos, y en el cociente HDL/LDL (Després et al. 1991, Díaz et al. 2017).

Según Ferland et al. (1989) y Després et al. (1991) los componentes de grasa superficial y profunda no responden de modo similar a las intervenciones alimentarias o de ejercicio. Precisamente, las reducciones en la grasa abdominal subcutánea preceden a las del compartimento abdominal interno. Se ha mostrado que el ejercicio aeróbico prolongado reduce significativamente la grasa abdominal subcutánea, pero no la grasa abdominal interna.

Según el rango en el que se encuentre el OA, tenemos:

- \_ OA < 94 cm en varones y < 80 cm en mujeres (bajo): existe bajo riesgo de comorbilidad, de enfermedades crónicas no transmisibles (como diabetes mellitus tipo 2), enfermedades cardiovasculares incluida la hipertensión arterial, enfermedad

coronaria, entre otras.

- \_ OA  $\geq$  94 cm en varones y  $\geq$  80 cm en mujeres (alto): es considerado factor de alto riesgo de comorbilidad, de enfermedades crónicas no transmisibles (como diabetes mellitus tipo 2), enfermedades cardiovasculares incluida la hipertensión arterial, enfermedad coronaria, entre otras.
- \_ OA  $\geq$  102 cm en varones y  $\geq$  88 cm en mujeres (muy alto): es considerado factor de muy alto riesgo de comorbilidad, de enfermedades crónicas no transmisibles (como diabetes mellitus tipo 2), enfermedades cardiovasculares incluida la hipertensión arterial, enfermedad coronaria, entre otras.

## **2.8 Actividad física, ejercicio físico y deporte**

Está demostrado que la actividad física practicada con regularidad reduce el riesgo de cardiopatías coronarias y accidentes cerebrovasculares, diabetes de tipo II, hipertensión, cáncer de colon, cáncer de mama y depresión; sin embargo, en nuestro país, existe un bajo nivel de actividad física en los miembros del hogar en entre 15 a 69 años, siendo más frecuente en las mujeres y en la zona urbana (OMS 2010, Tarqui-Mamani et al.2013, Pairazamán 2016).

Según Abellán et al. (2014), la especificación y diferenciación de los conceptos actividad física, ejercicio físico y deporte es necesaria para realizar una correcta prescripción de ejercicio físico, ya que en ocasiones son utilizados como sinónimos:

- \_ Actividad física es cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que produce un gasto energético. Dentro de la vida diaria, puede ser catalogada como ocupacional, práctica de deportes, tareas caseras y otras actividades.
- \_ Ejercicio físico constituye un subgrupo en el que la actividad física es planificada, estructurada y repetitiva, y tiene como objetivo final e intermedio la mejora o el mantenimiento de la forma física. Incrementa la capacidad funcional del organismo.
- \_ Deporte es la realización de un ejercicio físico sometido a unas reglas de juego y realizado con una metodología que lo dirija a un objetivo que es la competición.

Debido a que los manuales de prescripción de ejercicio físico y las distintas investigaciones utilizan los términos actividad física y ejercicio físico indistintamente, es

más apropiado hablar de ejercicio físico, ya que no toda la actividad física produce un estímulo positivo para la salud. El objetivo de la prescripción de ejercicio físico es obtener los mayores beneficios en salud con los menores riesgos, teniendo siempre presente las necesidades específicas e individuales (Abellán et al. 2014, Pairazamán 2016).

El ejercicio físico determina cambios fisiológicos consistentes en un incremento del consumo de energía y una activación de la circulación sanguínea. El sistema nervioso vegetativo de predominio simpático interviene en el proceso. Se conoce la existencia de centros en el hipotálamo posterior en donde existen diversas sustancias neurotransmisoras que regulan las respuestas cardiorrespiratorias al ejercicio físico (Escolar et al.2003).

Un análisis de Franco et al. (2011) en España, detectó que la falta de ejercicio está involucrada, junto con otros hábitos pocos saludables, en la creación de siete de las diez principales causas de muerte en ese país, que no sólo tienen carácter físico como las enfermedades cardiovasculares, la obesidad y el cáncer, sino también carácter psicológico, como la ansiedad, el estrés o la depresión.

La OMS cataloga al sedentarismo como uno de los cuatro factores de mayor riesgo de muerte a nivel mundial y lo define como el *estado en el cual los movimientos son reducidos al mínimo y el gasto energético es próximo al reposo*. El sedentarismo es un gran factor de riesgo para desarrollar diferentes patologías, como diabetes de tipo 2, HTA, exceso de lípidos en la sangre o problemas cardiovasculares, entre otras. Asociado al tabaquismo, HTA y obesidad, es un factor de debilitamiento de la función cardiaca (OMS 2010, OMS 2017a).

### **2.8.1 Prescripción del ejercicio físico**

La prescripción de ejercicio es el proceso por el que se recomienda un régimen de actividad física de manera programada e individualizada, según sus necesidades y preferencias, con el fin de obtener los mayores beneficios con los menores riesgos. El conjunto ordenado y sistemático de recomendaciones constituye el programa de ejercicio físico. (Abellán et al. 2014, Pairazamán 2016).

Según Pairazamán (2016), el entrenamiento físico es un proceso complejo dinámico de ejercicios, que originarán cambios en el estado físico, fisiológico, metabólico, motor, cognitivo y afectivo de la persona. Estos procesos se sustentan en las variables fisiológicas, bioquímicas y kinesiológicas de los sistemas del cuerpo humano, los cuales serán activados a través de los ejercicios físicos o cargas de entrenamiento indicados para realizar.

El objetivo fundamental es el incremento de la actividad física habitual de los individuos, sabiendo que la actividad física programada parece ser más eficaz que la no programada, es necesario conseguir mejoras en los diferentes parámetros que definen la condición física (resistencia física medida en watos, VO<sub>2</sub> máx. y frecuencia cardíaca en la zona de transición aeróbica-anaeróbica) (Escolar et al.2003).

Además, según Abellán et al. (2014), un programa de entrenamiento individualizado provoca mayores adaptaciones que un programa estandarizado. Los objetivos específicos de la prescripción de ejercicio varían en función de los intereses individuales, el estado de salud y el entorno de la persona (Pairazamán 2016).

Estudios indican que una baja condición muscular se asocia con un perfil clínico y lipídico-metabólico menos saludable relacionado con la presencia de dislipidemia, rigidez arterial, obesidad y con menor capacidad cardiorrespiratoria, además que la mejora de la condición física, especialmente el fortalecimiento muscular, puede desempeñar un papel protector sobre el riesgo cardiovascular (Ramírez-Vélez et al. 2014).

La OMS (2010) en su publicación «Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud», aconseja que los adultos de 18 a 64 años dediquen como mínimo 150 minutos semanales a la práctica de actividad física aeróbica, de intensidad moderada, o 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa cada semana, o una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas. Dos veces o más por semana, realicen actividades de fortalecimiento de los grandes grupos musculares.

La American College of Sports Medicine (ACSM) recomienda que para conseguir niveles de actividad física óptima es preciso mantener un gasto calórico semanal aproximado de 2000 kcal, siempre que la salud y la forma física lo permitan. Sin embargo, también sugiere que para conseguir una reducción significativa de la grasa corporal se requiere un

umbral mínimo de gasto calórico semanal entre 800 y 900 kcal. Lo que supone un mínimo de 300 kcal por sesión cuando se practica 3 días por semana, o 200 kcal/sesión en 4 días por semana (Abellán et al. 2014).

## **2.9 Importancia de la evaluación física en centros de entrenamiento**

Es de suma importancia la adecuada valoración previa, asociando anamnesis, exploración física y, si es posible, un electrocardiograma o ecocardiograma en usuarios de gimnasios con sospecha de riesgo coronario que estarían en riesgo de sufrir problemas con la práctica deportiva. Estas pruebas son importantes en toda la población, independientemente de su situación cardiovascular, edad y nivel de entrenamiento o capacidad deportiva, y permitirían disminuir drásticamente la incidencia de muerte súbita en el deporte (Oterino et al. 2017).

Todas las normas que se dan sobre conductas sanitarias generales, ya sean sobre la actividad física o los regímenes alimenticios, encuentran la dificultad del cumplimiento a mediano y largo plazo. Haciéndose necesario que las evaluaciones e indicaciones sean personalizadas, simples y claras, para que se entiendan y se acepten. Los conceptos fundamentales deben saberse individualizar en cada caso concreto, de acuerdo con las características y circunstancias de la persona (Escolar et al.2003).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Diseño del estudio**

El diseño de estudio fue observacional cuantitativo analítico porque no se intervino manipulando el fenómeno, sólo se observaron, midieron y analizaron las variables en juego, obtenidas durante el periodo de estudio.

Fue un estudio retrospectivo porque los datos analizados han sido recogidos entre los años 2016 y 2017; además, fue una investigación de tipo transversal porque se midieron una sola vez para después proceder a la cuantificación y análisis. También fue un estudio correlacional porque permitió relacionar las variables independientes con las variables dependientes en la población en estudio (usuarios de dos gimnasios del Cercado de Lima).

#### **3.2 Población de estudio**

La población de estudio estuvo integrada por mujeres y hombres de 18 a 52 años que fueron usuarios de dos gimnasios del Cercado de Lima entre los años 2016 y 2017.

##### **3.2.1 Criterios de selección**

Los criterios de inclusión que se tomaron en cuenta son los siguientes:

- \_ Mujeres y hombres entre 18 y 52 años de edad quienes asistían al gimnasio con una antigüedad no mayor a un mes, con frecuencia de actividad física de 2 a 4 veces por semana de forma moderada e ingresaron al programa de seguimiento nutricional.

Los criterios de exclusión que se usaron son:

- \_ Historias clínicas de usuarios que ingresan al programa nutricional dentro de gimnasios que no tengan completos los datos de medidas a evaluar.
- \_ Cualquier situación patológica (enfermedad) o limitación física que pueda desvirtuar los resultados de medidas de indicadores nutricionales a estudiar.

### **3.3 Muestra**

La muestra fue integrada por mujeres y hombres con edades entre 18 y 52 años, que ingresaron a un programa de seguimiento nutricional en dos gimnasios del Cercado de Lima, entre los años 2016 y 2017.

El programa nutricional incluye: evaluación nutricional, asesoría y educación alimentaria semanal, conocimiento sobre la evolución de sus resultados según los indicadores del estado nutricional; todo ello hasta lograr la rehabilitación alimentaria final.

Los usuarios fueron evaluados dentro de los horarios de atención de los consultorios, 2 veces por semana y en 2 horarios (7 a.m. a 11 a.m. y de 6 p.m. a 10 p.m.). Al inicio de cada programa nutricional, los usuarios fueron encuestados para conocer sus datos basales de estado nutricional, además de otros datos de análisis de consumo alimentario.

Cabe indicar que los usuarios sometidos al estudio serán tomados como referencia de la totalidad de personas inscritas al gimnasio.

### **3.4 Variables de estudio**

VARIABLES DEPENDIENTES:

- \_ Índice de masa corporal (IMC).
- \_ Índice de masa adiposa (BAI).

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- \_ Obesidad abdominal (OA).

VARIABLES INTERVINIENTES:

- \_ Edad.
- \_ Sexo.
- \_ Medida de perímetro de cadera
- \_ Frecuencia de asistencia al gimnasio.



### 3.5 Definición de variables

#### 3.5.1 Índice de masa corporal (IMC)

Aguilar et al. (2012) la definen como la relación entre el peso corporal con la talla elevada al cuadrado de la persona. Se le conoce también como índice de *Quetelet*, y su fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / (\text{talla (m)})^2$$

Se ha utilizado para clasificar a la población según su estado ponderal, tal como lo describe la WHO (2017) en el Cuadro 1, estableciéndose los siguientes criterios:

**Cuadro 1: Clasificación internacional de adultos según el IMC**

Classification	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	
	Principal cut-off points	Additional cut-off points
<b>Underweight</b>	<b>&lt;18.50</b>	<b>&lt;18.50</b>
Severe thinness	<16.00	<16.00
Moderate thinness	16.00 - 16.99	16.00 - 16.99
Mild thinness	17.00 - 18.49	17.00 - 18.49
<b>Normal range</b>	<b>18.50 - 24.99</b>	<b>18.50 - 22.99</b>
		<b>23.00 - 24.99</b>
<b>Overweight</b>	<b>≥25.00</b>	<b>≥25.00</b>
Pre-obese	25.00 - 29.99	25.00 - 27.49
		27.50 - 29.99
<b>Obese</b>	<b>≥30.00</b>	<b>≥30.00</b>
Obese class I	30.00 - 34.99	30.00 - 32.49
		32.50 - 34.99
Obese class II	35.00 - 39.99	35.00 - 37.49
		37.50 - 39.99
Obese class III	≥40.00	≥40.00

FUENTE: Tomado de WHO 2017.

#### 3.5.2 Índice de masa adiposa (BAI)

El BAI es una estimación directa del porcentaje de grasa corporal, refleja ese valor tanto para hombres como en mujeres adultos de diferentes etnias sin corrección numérica.

Este indicador utiliza como medidas antropométricas principales a la circunferencia de cadera y la altura, quienes están fuertemente correlacionados con el porcentaje de grasa corporal, en las que se basa el BAI. Éste se puede medir sin conocer el peso, lo que la hace útil en entornos en los que la medición exacta del peso corporal es un problema (Bergman et al. 2011).

**Cuadro 2: Porcentaje de grasa corporal relacionado con el IMC para determinar el estado nutricional según el BAI**

IMC	% de grasa - Hombres		% de grasa - Mujeres	
Bajo peso (< 18.5)	< 12.2%		< 24.6%	
Normal (18.5 - 24.9)	12.2%	22.5%	24.6%	34.9%
Sobrepeso (25 - 29.9)	22.6%	27.4%	35.0%	39.8%
Obesidad Grado I (30 - 34.9)	27.5%	30.9%	39.9%	43.3%
Obesidad Grado II (35 - 39.9)	31.0%	33.5%	43.4%	46.0%
Obesidad Grado III (> 40)	33.6%	37.6%	46.1%	49.4%

FUENTE: Tomado de Heo et al. 2012.

Los puntos de corte del porcentaje de grasa corporal que corresponden a los puntos de corte actuales del IMC de EE.UU. (ver Cuadro 2), están en función al sexo y la edad. Estos factores deben tenerse en cuenta al considerar la adecuación de los niveles de porcentaje de grasa corporal (Heo et al. 2012).

### 3.5.3 Obesidad abdominal (OA)

Es la medición del perímetro de cintura o perímetro abdominal, que se realiza para determinar el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, como cardiovasculares, diabetes, gota, entre otras (Aguilar et al. 2012).

La OA es reconocida como el método más simple y aplicable en cualquier situación, teniendo valores de corte fáciles de recordar para un diagnóstico rápido (ver Cuadro 3); además, es considerado mejor predictor de riesgo que el IMC, en casos de morbilidad cardiovascular, síndrome metabólico y diabetes (Aguilar et al. 2012, Rosales 2012, Ruiz et al. 2012, Gutiérrez et al. 2014, Soto-Cáceres 2015).

**Cuadro 3: Clasificación de riesgo de enfermar según perímetro abdominal y sexo**

Sexo	Riesgo		
	Bajo	Alto	Muy Alto
Hombre	< 94 cm	≥ 94 cm	≥ 102 cm
Mujer	< 80 cm	≥ 80 cm	≥ 88 cm

FUENTE: Adaptado de Aguilar et al. 2012.

### **3.6 Procedimiento de recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizarán los instrumentos y/o materiales:

- \_ Balanza digital (marca *Omrom*).
- \_ Tallímetro estandarizado.
- \_ Cinta métrica inextensible *Rosscraft* de 200 cm.
- \_ Ficha de evaluación antropométrica de recolección de datos.

A continuación, se describen los pasos del procedimiento de la recolección de datos basados en la «Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adulta» del Ministerio de Salud (Aguilar et al. 2012) y complementado con información del libro «Antropométrica» (Norton y Olds 1996).

#### **3.6.1 Toma del peso usando la balanza digital**

Procedimiento:

- \_ Se verificó la ubicación y condiciones de la balanza. La balanza debía estar ubicada en una superficie lisa, horizontal y plana, sin desnivel ni presencia de algún objeto extraño bajo la misma.
- \_ Se solicitó a las personas quitarse los zapatos y el exceso de ropa.
- \_ Se ajustó la balanza a cero antes de realizar la toma del peso.
- \_ Se solicitó a las personas colocarse en el centro de la plataforma de la balanza, en posición erguida y mirando al frente de la balanza, con los brazos a los costados del cuerpo, con las palmas descansando sobre los muslos, talones ligeramente separadas y la punta de los pies separados formando una V.
- \_ Luego de leer en voz alta el peso en kilogramos y la fracción en gramos, se registra el peso obtenido en kilogramos y la fracción en gramos (con letra clara y legible).

#### **3.6.2 Toma de talla usando el tallímetro**

Procedimiento:

- \_ Se verificó la ubicación y condiciones del tallímetro, que el tope móvil se deslice suavemente y se validó las condiciones de la cinta métrica a fin de dar una lectura correcta.

- \_ Se explicó a la persona el procedimiento de medición de la talla. Luego se le solicita que se quite los zapatos y el exceso de ropa, no debe contar con accesorios u otros objetos en la cabeza o cuerpo que interfieran con la medición.
- \_ Se indicó que se ubique en el centro de la base del tallímetro, de espaldas al tablero, en posición erguida, mirando al frente, con los brazos a los costados del cuerpo, con las palmas de las manos descansando sobre los muslos, los talones juntos y las puntas de los pies ligeramente separados, asegurándonos que los talones, pantorrillas, nalgas, hombros, y parte posterior de la cabeza se encuentren en contacto con el tablero del tallímetro. Con la mano derecha se desliza el tope móvil del tallímetro hasta hacer contacto con la superficie superior de la cabeza (*vertex* craneal), comprimiendo ligeramente el cabello; luego deslizar el tope móvil hacia arriba. Después del procedimiento se tomó el valor de la medición, en metros, centímetros y milímetros.
- \_ Finalmente se registra el dato en la ficha de evaluación antropométrica.

### **3.6.3 Toma de perímetro abdominal usando cinta métrica**

Procedimiento:

- \_ Se solicitó a la persona que se ubique en posición erguida, sobre una superficie plana, con el torso descubierto y con los brazos relajados y paralelos al tronco.
- \_ Después de asegurarnos que la persona se encuentre relajada, de ser el caso, se le solicitó sujete el polo hacia arriba o desabroche el cinturón o correa que pueda comprimir el abdomen, además de tener los pies separados por una distancia de entre 25 a 30 cm para que su peso se distribuya sobre ambos miembros inferiores. Luego de palpar el borde inferior de la última costilla y el borde superior de la cresta iliaca, ambos del lado derecho, se determina la distancia media entre ambos puntos y se procede a marcarlo, realizando este mismo procedimiento para el lado izquierdo. Seguidamente se coloca la cinta métrica horizontalmente alrededor del abdomen, tomando como referencia las marcas de las distancias medias de cada lado, sin comprimir el abdomen de la persona.
- \_ Se realiza la lectura en el punto donde se cruzan los extremos de la cinta métrica. Es importante resaltar que se toma la medida en el momento en que la persona respira lentamente y expulsa el aire (al final de una exhalación normal).
- \_ Finalmente se lee en voz alta la medida y se registra en la ficha de evaluación antropométrica.

### **3.6.4 Toma de perímetro de la cadera usando una cinta métrica.**

Procedimiento:

- \_ Para esta medida se solicitó a la persona rebajar la ropa interior y que ésta no ajuste; además, se le indicó permanecer de pie erguido, con los brazos a los costados del cuerpo y los pies juntos. Luego se fija el nivel de extensión máxima de las nalgas y se coloca la cinta métrica alrededor de estas en un plano horizontal. Se le pide a la persona pararse con los pies juntos, sin contraer los glúteos.
- \_ Por último, al momento de la medición la cinta estuvo pegada a la piel. Para luego registrar la medición.

### **3.7 Procesamiento de la información**

La información de la investigación fue recogida por personal capacitado con los procedimientos idóneos dentro de los horarios de atención en los consultorios de los dos gimnasios. Los usuarios fueron encuestados al iniciar el programa nutricional, con lo que se obtenían datos para su historia nutricional. Finalmente, eran evaluados y se registraban sus medidas en las fichas de evaluación antropométrica.

Para la investigación se eligieron los datos de los usuarios que cumplieron con los criterios de selección, se codificaron las fichas y se recategorizaron de acuerdo a la frecuencia de actividad física, además de realizar el cálculo del BAI para cada usuario. Para el procesamiento de la información se utilizó el programa *SPSS Statistics versión 22*.

### **3.8 Análisis estadístico**

Los datos se analizaron mediante el uso de tablas de distribución de frecuencias unidimensionales y bidimensionales, con sus valores absolutos y relativos. Asimismo, medidas de resumen, como la media, desviación estándar, proporciones; además, gráficos adecuados para presentar los resultados.

En una segunda etapa, para evaluar la relación entre el IMC y el BAI con la OA (medido por el perímetro de cintura), se usó el análisis de correlación de *Spearman* para establecer si las variables estaban relacionadas. Así como el análisis de tablas de contingencia para evaluar la relación con las variables categóricas considerando un nivel de significancia de 0,05. Finalmente, se construyó un modelo que permita predecir el perímetro de cintura en función del BAI mediante el análisis de regresión lineal.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra estuvo conformada por 46 mujeres (55,4 por ciento) y 37 hombres (44,6 por ciento), quienes acudieron a los gimnasios del Cercado de Lima con una frecuencia de 2 a 4 veces por semana para realizar actividad física de forma moderada. Además, el 78,3 por ciento de los participantes registraron una edad entre 20 y 40 años de edad.

En el Cuadro 4 se puede observar que la media del perímetro de cintura para mujeres y hombres fue del 88,5 cm y 96 cm, respectivamente, diferencia que resultó ser estadísticamente significativa. En relación al BAI e IMC, si bien se observa diferencias de medias entre hombres y mujeres, estas no resultaron ser estadísticamente significativas.

De toda la población evaluada, según el coeficiente de variación de las variables, en el perímetro de cintura, BAI e IMC, hay mayor dispersión de los datos en mujeres que en hombres.

**Cuadro 4: Estadísticas descriptivas de los indicadores de estado nutricional**

Estadística	Perímetro de Cintura (cm)		BAI (%)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
Media	88,5	96	29,8	25,2	26,2	27,1
IC (95.0%)	[85,1 - 91,8]	[92,8 - 99,2]	[28,4 - 31,3]	[23,9 -26,5]	[25,0 - 27,4]	[25,9 - 28,2]
Mediana	86,5	97	29,1	24,9	26,5	27,2
Desviación	11,3	9,6	4,9	3,8	4	3,5
C.V (%)	12,8	10	16,3	15	15,3	12,7

De acuerdo a lo hallado, se manifiesta que las mujeres tienen en promedio mayores índices de elevación del perímetro de cintura, pues el máximo rango saludable es hasta 80 cm y el riesgo más alto a 88 cm. En tanto, para los hombres el riesgo menor de perímetro de cintura es 94 cm y el riesgo más alto es 102 cm, encontrándose los hombres con este indicador en mejor estado que las mujeres.

Con respecto al BAI, el promedio de mujeres se encuentra dentro de la recomendación normal de porcentaje de grasa de 24,6 a 34,9 por ciento; en el caso de hombres encontramos mayor tendencia de porcentaje de grasa elevado, pues el promedio sobrepasa el rango de normalidad de 12,2 a 22,5 por ciento, hallándose en sobrepeso según el BAI.

Además, en el Cuadro 4 se observa que el IMC describe sobrepeso en promedio tanto para mujeres como para hombres. Ambas poblaciones tienen más de 25 kg/m<sup>2</sup> de IMC, sin llegar al 30 kg/m<sup>2</sup> que describiría que están en tendencia a obesidad.

Lo importante de esto es que hay una clara evidencia de incrementar el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares siempre que al evaluar exista OA, aún más en usuarios de gimnasio, pues si no llevan una alimentación guiada, práctica regular y metodológica de la actividad física, se podría caer en daños severos a la salud. Sin embargo, según el IMC, los varones son quienes tienen mayores niveles de IMC en comparación con las mujeres, punto donde cabe mencionar que la principal limitación del IMC es no discriminar masa grasa y masa magra, por lo que es posible que los varones tengan un mayor porcentaje de masa muscular respecto las mujeres, lo cual pudiera hacer notar un mayor sobrepeso cuando en realidad es músculo, similares datos fueron analizados por Cedillo (2015).

El Cuadro 5 muestra los resultados obtenidos en relación a las otras variables como edad, talla, peso y el perímetro de cadera. La variabilidad en la edad es razonable debido a que los participantes provienen de diferentes grupos etarios. En relación a la talla y peso, tanto para hombres como para mujeres, se observa cierta similitud debido a la poca heterogeneidad dentro de cada grupo.

**Cuadro 5: Estadísticas descriptivas de medidas antropométricas**

Estadísticas	Edad (años)		Talla (m)		Peso (kg)		Perímetro de cadera (cm)	
	F	M	F	M	F	M	F	M
Media	29,1	30,2	1,6	1,7	64,1	76,2	93,3	93,8
IC	[26,4 - 31,8]	[27,6 - 32,8]	[1,5 - 1,6]	[1,7- 1,7]	[60,7- 67,4]	[72,6 - 79,3]	[90,3 - 96,2]	[90,9 - 96,7]
Mediana	26,5	29	1,6	1,7	63,4	75,3	91	92
Desviación	9,1	7,9	0,06	0,06	11,4	10,7	10	8,7
C.V (%)	31,1	26,1	3,7	3,3	17,8	14	10,7	9,3

También se observa que el promedio de la edad es 29,1 años con una mediana de 26,5 años en mujeres y en hombres el promedio es de 30,2 años con una mediana de 29 años. El peso promedio de la población femenina es de 64,1 kg con una mediana similar de 63,4 kg y en hombres, el peso promedio es 76,2 kg con una mediana de 75,3 kg. El perímetro de cadera en promedio es similar tanto en mujeres como el de hombres, siendo 93,3cm y 93,8 cm respectivamente.

En el Cuadro 6 se muestra que al evaluar el comportamiento de hombres y mujeres a través de los diferentes niveles de OA (perímetro de cintura), se tiene que las mujeres se concentran más en los niveles alto y muy alto; mientras que en los hombres la distribución es uniforme para los diferentes niveles de riesgo.

Desglosando la información, se revela que la mayoría de la población femenina evaluada tiene perímetros de cintura altos (39,1 por ciento) y muy altos (45,7 por ciento). Los hombres tienen 35,1 por ciento de alto riesgo y 29,7 por ciento de muy alto riesgo de desarrollar una enfermedad crónica no transmisible, como las cardiovasculares, diabetes, gota, entre otras.

**Cuadro 6: Contingencia del perímetro de cintura según sexo**

Perímetro de cintura	Sexo				Total	
	Femenino		Masculino			
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	7	15,2%	13	35,1%	20	24,1%
Alto	18	39,1%	13	35,1%	31	37,3%
Muy alto	21	45,7%	11	29,7%	32	38,6%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100,0%</b>	<b>37</b>	<b>100,0%</b>	<b>83</b>	<b>100,0%</b>

Los datos describen que la mayoría de la población femenina se encuentra en OA más que los hombres; por tanto, podrían tener mayor tendencia del riesgo de enfermar o padecer de algún otro indicador de riesgo alterado. Por ello, cabe mencionar que la medida antropométrica de perímetro de cintura alterada en la mayoría de mujeres podría estar relacionada con aspectos de la distribución de la grasa subcutánea, pues esta es diferente entre hombres y mujeres, con tendencia a ser mayores en las mujeres que en los hombres. Por otro lado, también podría estar enmascarando algunos otros indicadores no medidos, pero de trascendencia en salud, como hipertensión, dislipidemia, pre diabetes, entre otros.



Similar caso ocurrió con Bautista et al. (2015) quienes llevaron a cabo un estudio con usuarios de ambos géneros que acuden regularmente a gimnasios comerciales en México, a quienes se les evaluó el perímetro de cintura, obteniendo que las mujeres se concentran más en los niveles alto y muy alto de riesgo, al contrario de los hombres donde la distribución fue uniforme para los diferentes niveles, relacionándolo con un consumo alterado de suplementos alimentarios en mujeres para la pérdida de grasa y aumento de masa muscular; tema álgido que es importante monitorear dentro de un programa de alimentación para realmente ver si la suplementación es necesaria o está siendo un factor agravante para el logro de objetivos corporales.

Ferland et al. (1989) y Després et al. (1991) señalaron que los componentes de grasa superficial y profunda no responden de modo similar a las intervenciones alimentarias o de ejercicio, debido a que la grasa abdominal subcutánea precede a la del compartimento abdominal interno, mostrando que el ejercicio aeróbico prolongado reduce significativamente la grasa abdominal subcutánea, pero no la grasa abdominal interna. Muchos usuarios creen que al tomar medidas drásticas como entrenar a diario y por varias horas, o al restringirse las comidas, obtendrán mejores resultados en corto tiempo, sin saber que están depletando su salud por la falta de una asesoría profesional.

Es importante señalar que la distribución de grasa es un factor de salud independiente del total de grasa corporal, pues aquellos que acumulan un exceso de grasa en el abdomen (obesidad visceral o central) son más propensos a trastornos metabólicos, como diabetes independiente de la insulina, hipertensión, hiperlipidemias y enfermedades cardiovasculares, que los que depositan el exceso de grasa en los miembros inferiores o cadera (Martínez et al. 2018).

Lo mismo sucedió con el estudio de Sangrós et al. (2018) al estimar la asociación de diversos indicadores antropométricos de obesidad con hipertensión, dislipidemia y prediabetes, los indicadores de OA mostraron la mayor asociación con la presencia de prediabetes. La hipertrigliceridemia y los valores bajos de colesterol HDL mostraron la asociación más alta con OA en mujeres y la obesidad general en varones.

Después de lo revisado extensamente, hay muchos estudios que concluyen que la presencia de OA trae consigo un riesgo mayor de presentar alteraciones metabólicas, tales como

bajos niveles de colesterol HDL, altos valores de triglicéridos y de colesterol total, así como también, alteraciones de la glucemia e hipertensión, tal como lo analizó Castellanos (2011) y Díaz et al. (2017). Es por ello que será de suma importancia evaluar consistentemente a aquellos usuarios que mantienen estos resultados a pesar de su entrenamiento físico pues podrían tener valores bioquímicos alterados, por lo que deberán mejorar su alimentación y tener un seguimiento adecuado para lograr equilibrar estos valores bioquímicos que si no son controlados a tiempo podrían traer consecuencias negativas en la salud, tal como lo recomienda Cereceda (2008).

Al analizar los datos bajo el indicador del IMC según el sexo, en el Cuadro 7, se observa que alrededor del 50 por ciento, tanto entre hombres y mujeres, presentaron problemas de sobrepeso. Sólo el 39,1 y 29,7 por ciento de mujeres y hombres, respectivamente, presentaron niveles normales en su peso. Sin embargo, el 18,9 por ciento de los hombres presentan un grado de obesidad tipo I.

**Cuadro 7: Contingencia del IMC según sexo**

IMC	Sexo				Total	
	Femenino		Masculino		Frecuencia	Porcentaje
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje		
Normal	18	39,1%	11	29,7%	29	34,9%
Sobrepeso	23	50,0%	19	51,4%	42	50,6%
Obesidad I	2	4,4%	7	18,9%	9	10,9%
Obesidad II	3	6,5%	0	0,0%	3	3,6%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100,0%</b>	<b>37</b>	<b>100,0%</b>	<b>83</b>	<b>100,0%</b>

De acuerdo a lo observado en el Cuadro 7, el IMC ha reflejado que la mayoría de la población, entre hombres y mujeres, tiene riesgo de padecer obesidad (sobrepeso) y un 14,5 por ciento ya se encuentra en obesidad. De este grupo sólo las mujeres alcanzan grado una obesidad II con un 6.5 por ciento. No menos preocupante son los valores que arroja la población masculina donde el 18,9 por ciento se encuentra concentrado en obesidad I.

El IMC es particularmente inexacto en sujetos con masa corporal magra elevada, como los atletas o personas que realizan ejercicio de alta intensidad, y no puede generalizarse entre diferentes grupos étnicos (Rahman y Berenson 2010, Garrido-Chamorro et al. 2009).

Tal como ocurre con el peso corporal, el IMC muchas veces no refleja la verdadera composición corporal del individuo, por ejemplo, en aquellos casos de individuos con IMC normal pero que poseen un alto contenido adiposo; además, no diferencia entre las masas magra y grasa, por ello, no es extraño que en algunos casos, como lo describe Norton y Olds (1996), los incrementos en el IMC pueden deberse a aumentos en la masa muscular, por lo que deben ser analizados junto a otros parámetros de forma individual en individuos que realizan algún tipo de ejercicio muscular.

Por tanto, el IMC no debería usarse en forma exclusiva para cuantificar la adiposidad corporal y debería hacerse la medición de la grasa corporal y grasa visceral para aportar más información sobre la composición corporal que permitiría conocer con mayor exactitud el nivel de riesgo cardiovascular que presenta el individuo (Martínez et al.2018). Sin embargo, en la mayoría de gimnasios el IMC se aplica de forma rutinaria para estimar la grasa corporal, a pesar de las advertencias de que no es una medida muy precisa de la adiposidad en pacientes individuales (Garrido-Chamorro et al. 2009, Rahman y Berenson 2010, Bergman et al. 2011).

La desinformación y limitación en profesionales capacitados para la evaluación física pueden perjudicar el estado nutricional de los usuarios de gimnasios, pues es probable que a menudo se brinde un diagnóstico errado de la grasa corporal en base al IMC, como si se encontrara en niveles saludables. En ocasiones, los usuarios de gimnasios varían su composición corporal obteniendo como resultado una disminución de peso; sin embargo, esto se puede deber a una pérdida de masa muscular y una acumulación de grasa, ocultando una adiposidad significativa dentro de un peso menor.

Otra preocupación en los gimnasios lo muestra un estudio de Alsina et al. (2008), donde el 67,7 por ciento de la población encuestada logra elevadas ingestas proteicas a través del consumo de suplementos, la obtención del plan hiperproteico en la mayoría de los evaluados fue sin asesoramiento profesional, y solo un individuo recurrió a un nutricionista para obtener la dieta; tales desbalances en la práctica dentro de los gimnasios hacen que los estados nutricionales de los usuarios empeoren, obteniendo un resultado adverso como el caso de la pérdida de masa muscular que al ser evaluados por IMC, se asume que se perdió peso por perdida de grasa, cuando fue lo contrario.

**Cuadro 8: Contingencia del BAI según sexo**

BAI	Sexo				Total	
	Femenino		Masculino			
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Bajo Peso	7	15,2%	0	0,0%	7	8,4%
Normal	33	71,7%	12	32,5%	45	54,2%
Sobrepeso	3	6,5%	11	29,7%	14	16,9%
Obesidad I	2	4,4%	11	29,7%	13	15,7%
Obesidad II	1	2,2%	3	8,1%	4	4,8%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100,00%</b>	<b>37</b>	<b>100,00%</b>	<b>83</b>	<b>100,00%</b>

Usando el BAI como medida para evaluar el estado nutricional, se observó que este desenmascara los niveles de obesidad que con el IMC no se podía reflejar en el Cuadro 7. En el Cuadro 8 se observa que, según el BAI, hay mayores diagnósticos de obesidad en los hombres (37,8 por ciento) que con el IMC (18,9 por ciento). Para el caso de las mujeres, mientras que el IMC indica que el 50,0 por ciento se encuentran en sobrepeso, según el BAI solo el 6,5 por ciento se encuentra en este nivel. Esto lleva a la reflexión de que para la evaluación del estado nutricional el BAI podría ser un mejor predictor que el IMC.

Es importante señalar que según Cuadro 8, el BAI muestra 71,7 por ciento de normalidad en mujeres y solo 32,5 por ciento para los hombres. Además, muestra en riesgo de obesidad (sobrepeso) al 29,7 por ciento de la población masculina; caso contrario en mujeres donde solo existen un 6,5 por ciento. El BAI ha clasificado a las mujeres solo en 4,4 por ciento de obesidad I y 2,2 por ciento en obesidad II; en contraste, los hombres tienen mayor diagnóstico de obesidad I con un 29,7 por ciento y obesidad II con un 8,1 por ciento.

Es importante mencionar que a diferencia del IMC, el BAI proporciona el porcentaje de grasa corporal en hombres y mujeres sin corrección estadística. Recordar que el cálculo de BAI no requiere una medición del peso corporal y que se diseñó como una sola ecuación para predecir la adiposidad corporal en el análisis agrupado de ambos sexos (Bergman et al. 2011, Heo et al. 2012, Lichtash et al. 2013).

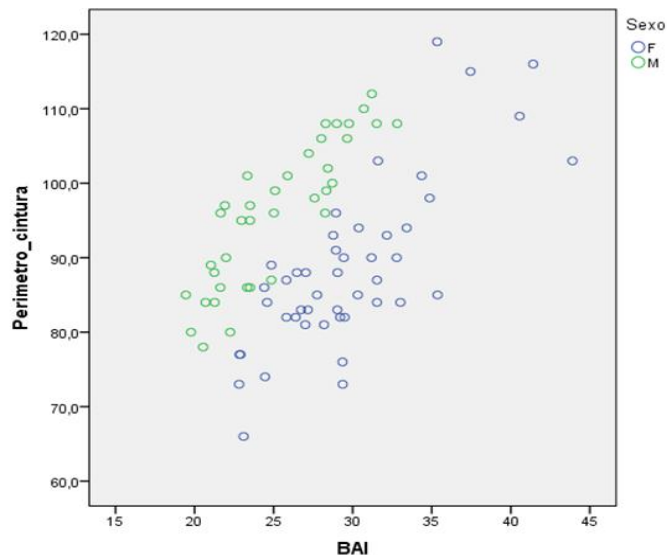
Por otro lado, Lichtash et al. (2013) encontraron en su estudio que el IMC se asoció con todos menos dos indicadores medidos (grosor íntima-media carotídeo y glucosa en ayunas

en los hombres); mientras que el BAI carecía de asociación con varias variables, y no superó al IMC en sus asociaciones con ningún rasgo cardiometabólico. El BAI se correlacionó más fuertemente que el IMC con el porcentaje de grasa en los análisis agrupados por sexo. Además, el porcentaje de grasa derivada de la absorciometría de rayos X de energía dual mostró menos correlaciones con los factores de riesgo cardiometabólico que el IMC.

Sin embargo, González-Ruiz et al. (2015) refirieron en su estudio que el BAI sobreestima el porcentaje de grasa, en adultos entre los 18 y 30 años, en especial en sujetos con niveles bajos de adiposidad (diferencia de medias:  $10,2 \pm 3,3$ ). Tras ajustar por edad, el BAI mostró correlaciones significativas con el IMC ( $r = 0,480$ ), la relación cintura-estatura ( $r = 0,557$ ) y el porcentaje de grasa por bioimpedancia eléctrica tetrapolar ( $r = 0,777$ ),  $p < 0,001$ . No obstante, su estudio indica que el BAI puede ser una herramienta útil para predecir el porcentaje de grasa en adultos, a pesar de las limitaciones descritas en este estudio.

Con la finalidad de construir un modelo que permita predecir el perímetro de cintura u OA en función del BAI se procedió a realizar el análisis de correlación. Para explorar la relación funcional entre el perímetro de cintura y el BAI se tiene la Figura 3 donde se observa que el diagrama de dispersión muestra una notable relación lineal entre ambas variables; además, hay una diferencia marcada según el sexo, ya que el grupo de los hombres muestra una tendencia a tener un mayor perímetro de cintura que el de las mujeres, en los diferentes niveles del BAI.

El comportamiento de correlación lineal positiva de las variables se desprende claramente de la Figura 3, pues a medida que aumenta el valor de la variable BAI aumenta también el valor de la variable perímetro de cintura.



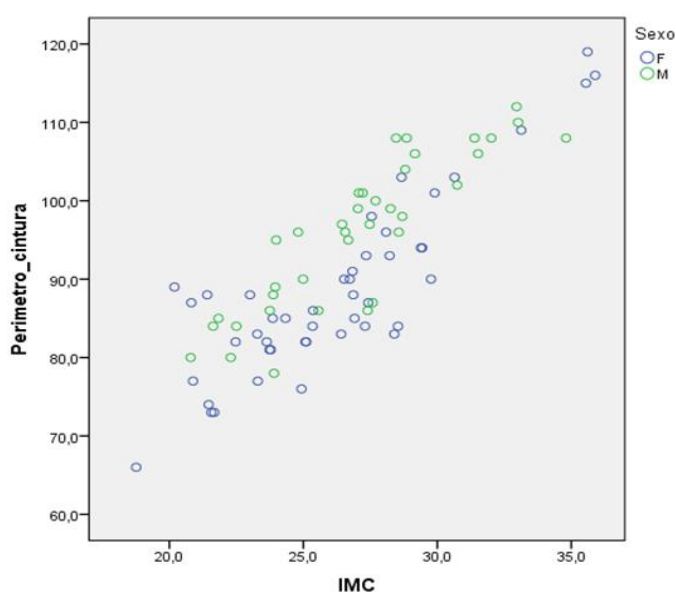
**Figura 3: Diagrama de dispersión entre el perímetro de cintura y el BAI, según sexo**

Los recientes estudios epidemiológicos defienden que es necesario medir el perímetro de cintura en la valoración de la obesidad, pues la potencial capacidad patógena de la OA debe ser tomada en cuenta en la valoración de cualquier cuadro en que el riesgo cardiometabólico, sea un objetivo de acción preventiva o terapéutica (Salvador et al. 2008) La adiposidad, la distribución de la grasa y el peso deberían evaluarse de modo regular, a lo largo de toda la vida según González-Ruiz et al. (2015), pues son indicadores de la masa grasa que están más relacionados con problemas de salud a medida que los estados de sobrepeso y obesidad se incrementan.

La reducción de la adiposidad abdominal a través de intervenciones sobre la salud (como ejercicio aeróbico regular) puede atenuar la resistencia a la insulina asociada con el síndrome metabólico (Klötting y Blüher 2014). Després et al. (1991) reportaron en su estudio que luego de 14 meses de actividad aeróbica regular en mujeres obesas ( $IMC = 34,5 \pm 4,3 \text{ kg/m}^2$ ) redujeron la grasa abdominal subcutánea más que la grasa femoral. Aportando que las intervenciones parecen reducir la grasa subcutánea antes que la grasa abdominal interna. El ejercicio aeróbico prolongado (14 meses) llevó a una disminución del 11 por ciento en la grasa abdominal subcutánea, pero sólo a una reducción del 2,5 por ciento en la adiposidad abdominal profunda.

En un metaanálisis de cinco estudios de Barrera-Cruz et al. (2013), se concluyó que la intervención (cambio en el estilo de vida y actividad física y dieta saludable) es más

efectiva en la reducción de grasa corporal en comparación con la dieta sola, el cambio de peso promedio fue de - 4,60 kg (rango de - 3,33 a - 5,87 kg) para la intervención conjunta, mientras que fue de - 0,48 kg (rango de 0,53 a - 2,40 kg) para la dieta sola. Por ello, para trabajar objetivos de mejora de la composición corporal, se recomienda prescribir una dieta saludable y actividad física regular como tratamiento de primera línea para lograr la reducción del sobrepeso o la obesidad. Los programas para la pérdida y el mantenimiento del peso en pacientes con sobrepeso y obesidad deben incluir intervenciones en la actividad física, cambios en la dieta y modificación de la conducta.



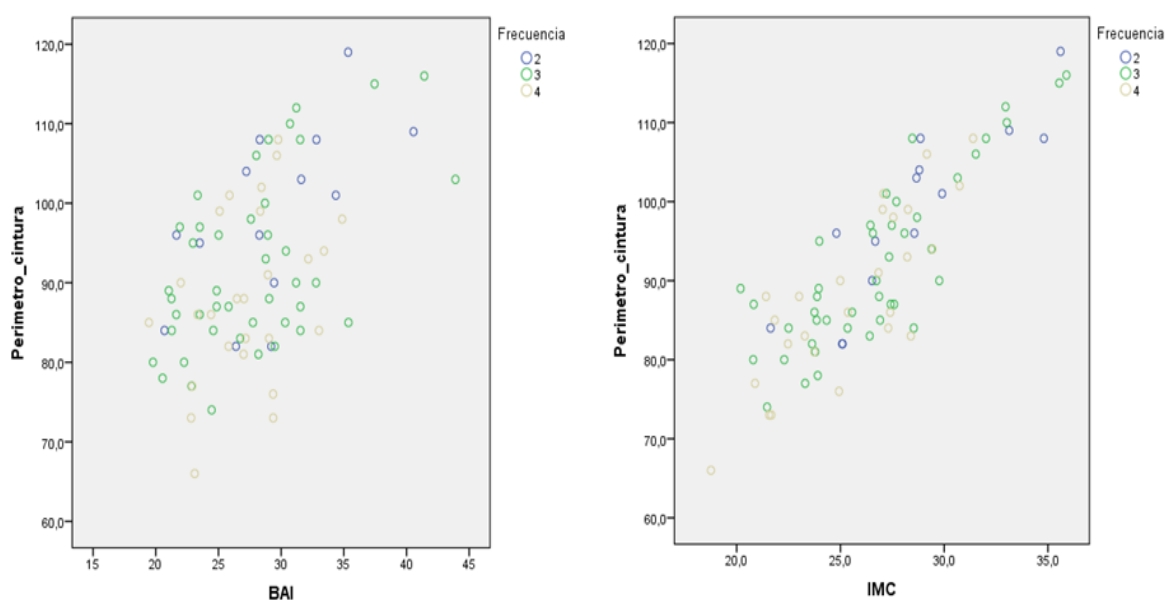
**Figura 4: Diagrama de dispersión entre el perímetro de cintura y el IMC, según sexo**

Si se explora la relación del perímetro de cintura con el IMC, se vuelve a observar en el diagrama de dispersión de la Figura 4, una relación lineal; sin embargo, ya no existe una diferencia marcada entre hombres y mujeres, estos se confunden. Por tanto, se confirma la relación positiva entre las variables OA y el IMC (el valor creciente del IMC está asociado con el valor creciente del OA).

En este punto cabe resaltar que la práctica regular de ejercicio físico induce cambios sobre la composición de la masa corporal; tal como lo refieren Abellán et al. (2014) y Pairazamán (2016), en donde apoyan la idea de que una buena práctica del ejercicio produce pérdida de masa grasa y aumento de la masa magra. Resaltan que si el tratamiento de la obesidad se realiza solo con dieta se producirá una pérdida tanto de masa grasa como de masa muscular, por lo que la pérdida de masa magra se debe compensar con la

realización de ejercicio físico. Recomiendan que el tratamiento de la obesidad no debe limitarse a seguir una dieta o sólo ejercicios, sino que ambas intervenciones se deben realizar de forma conjunta para potenciar sus efectos.

Además, la pérdida de peso por sí sola no reduce el número de adipocitos, sólo su tamaño; el someter a una persona con obesidad a un ciclo de pérdida y de subsiguiente recuperación de peso pueden impactar negativamente sobre su salud. Por tanto, el tratamiento de la obesidad no debería circunscribirse a un tratamiento de pérdida de peso durante unos meses o algunos años, sino que debe incluir un cambio en los hábitos de vida que se prolongue a lo largo de los mismos (Suárez-Carmona et al. 2017).



**Figura 5: Comparativo de diagramas de dispersión entre el perímetro de cintura, el BAI y el IMC, según frecuencia de concurrencia al gimnasio.**

Por todo lo anterior, es importante el buen inicio del proceso, donde la prescripción de ejercicio físico en el paciente con sobrepeso u obesidad es esencial y debería ser realizada bajo parámetros de una adecuada evaluación de la composición corporal, diagnóstico nutricional y de salud, incluyendo un análisis de la actividad física que desarrolla el paciente, tanto en su tiempo libre como durante su vida cotidiana y laboral habitual, datos que son descritos ampliamente por Pairazamán (2016).

En la Figura 5 se observa que en la relación del perímetro de cintura con la frecuencia de concurrencia promedio por semana al gimnasio no se visualizan diferencias marcadas entre



las frecuencias de concurrencia tanto para el BAI y el IMC. Similar comportamiento se muestra para los diferentes grupos etarios considerados en el presente análisis.

Las relaciones halladas son respaldadas por los coeficientes de correlación lineal, tanto para la relación perímetro de cintura y BAI (ver Cuadro 9) y para la relación perímetro de cintura e IMC (ver Cuadro 10).

**Cuadro 9: Correlación *spearman* para el BAI**

	Sexo	PC	BAI
F	PC	1,000	0,681*
	BAI	0,681*	1,000
M	PC	1,000	0,884*
	BAI	0,884*	1,000

(\*) La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

**Cuadro 10: Correlación *spearman* para el IMC**

	Sexo	PC	IMC
F	PC	1,000	0,763*
	IMC	0,763*	1,000
M	PC	1,000	0,895*
	IMC	0,895*	1,000

(\*) La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La correlación sin diferenciar sexo es de 0.45 y 0.81 (ver Anexo 7) para el BAI e IMC, respectivamente. Por lo que, si en el BAI no se considera la estratificación por sexo, su efecto para pronosticar estadísticamente el perímetro de cintura estaría confundido. Por tanto, con este análisis se puede observar que el BAI sería igualmente una variable predictora para la OA al igual que el IMC. Recordar que el IMC no discrimina entre hombres y mujeres.

En el Cuadro 11 se muestra los modelos de regresión lineal planteados considerando como variable dependiente al perímetro de cintura y entre sus variables independientes al BAI.

**Cuadro 11: Modelos de regresión lineal entre el perímetro de cintura y el BAI**

	Modelo I	Modelo II	Modelo III
<b>ANVA (Ftest)</b>	29,57 (p = 0.00)	88,69 (p = 0.00)	36,8 (p = 0.00)
<b>R<sup>2</sup> (coeficiente de determinación)</b>	25,8%	68,1%	68,6%
<b>Homocedasticidad</b> (Breusch Pagan Test)	P = 0,139	P = 0,02	P = 0,124
<b>Autocorrelación</b> (Durbin-Watson Statistic) menor a 2	1,77	1,81	1,82
<b>Normalidad</b>	P = 0,119	P = 0,658	P = 0,387
<b>Coef.</b>			
Intercepto	59,4 (p = 0,00)	30,9 (p = 0,00)	35,9 (p = 0,00)
BAI	1,17 (p = 0,00)	1,93 (p = 0,00)	1,9 (p = 0,00)
Sexo		16,4 (p = 0,00)	16,2 (p = 0,00)
Edad			-0,06 (p = 0,536)
Frec. (3)			-3,3 (p = 0,095)
Frec. (4)			-4,2 (p = 0,055)

Como se puede observar, los resultados del modelo de regresión lineal muestran que la variable BAI y el sexo son altamente significativas. La frecuencia muestra tener una cierta significancia estadística. Sin embargo, la edad no muestra estar relacionada con el perímetro de cintura.

Según el ANVA del modelo 2, el valor del  $F = 88,69$  explicó la variable del perímetro de cintura con un  $p = 0.00$ , lo que afirma su significancia para la regresión lineal con el BAI. Además, los valores del coeficiente de determinación  $R^2 = 68.1$  por ciento reflejan relevancia de las variables para predecir el modelo.

Asimismo, en el Cuadro 12 se muestra los modelos de regresión lineal planteados considerando como variable dependiente al perímetro de cintura y entre sus variables independientes al IMC.

**Cuadro 12: Modelos de regresión lineal entre el perímetro de cintura y el IMC**

	Modelo I	Modelo II	Modelo III
<b>ANVA (Ftest)</b>	213,4	134,4	57,23
<b>R<sup>2</sup> (coeficiente de determinación)</b>	72,5%	77,7%	77,4%
<b>Homocedasticidad</b>	P = 0 ,247	P = 0,335	P = 0,679
(Breusch Pagan Test)			
<b>Autocorrelación</b>	1,9	1,7	1,7
(Durbin-Watson Statistic) menor a 2			
<b>Normalidad</b>	P = 0,889	P = 0,526	P = 0,439
<b>Coef.</b>			
Intercepto	24,9 (p = 0,00)	24,7 (p = 0,00)	27,6 (p = 0,00)
IMC	2,5 (p = 0,00)	2,4 (p = 0,00)	2,3 (p = 0,00)
Sexo		5,4 (p = 0,00)	5,3 (p = 0,00)
Edad			0,04 (p = 0,600)
Frec. (3)			-2 (p = 0,233)
Frec. (4)			-2,3 (p = 0,217)

Estos resultados del modelo de regresión lineal muestran que la variable IMC y el sexo son altamente significativas. La frecuencia muestra tener una cierta significancia estadística. Sin embargo, la edad nuevamente no muestra estar relacionada con el perímetro de cintura. Según el ANVA del modelo 2, el valor del  $F = 134,4$  explicó la variable del perímetro de cintura con un  $p = 0.00$ , lo que afirma su significancia para la regresión lineal con el IMC. Además, los valores del coeficiente determinación  $R^2 = 77,7$  por ciento reflejan relevancia de las variables para predecir el modelo.

Los supuestos de homogeneidad de residuales, autocorrelación y el de normalidad para modelos lineales estimados por el método de mínimos cuadrados ordinarios fueron cumplidos, llevándonos a la conclusión que las pendientes estimadas son los mejores estimadores linealmente independientes que se pueden extraer de la muestra. Ver Anexos del 1 al 7.

Cabe indicar que no se encontraron posibles efectos confusores ni de interacción que justificaran su análisis en los datos trabajados.

Martínez et al. (2018) recomienda el uso de varias medidas antropométricas en forma combinada, independientemente de la edad y el sexo, como el IMC, perímetro de cintura y grasa corporal, para evaluar la composición corporal total y el riesgo cardiovascular. Esto debido a que en los resultados de su estudio el porcentaje de grasa corporal se asoció significativamente con las demás variables antropométricas, no así con las variables lipídicas; por lo que su uso en forma independiente no sería un buen predictor de enfermedades cardiovasculares. Concluyendo en su análisis que el IMC y perímetro de cintura serían los parámetros de elección como marcadores de obesidad, por la sencillez de su medición y cálculo.

En nuestro estudio se cumplió con los supuestos estadísticos de:

- \_ Homocedasticidad. Es cuando la varianza de los errores de medición de nuestro análisis es igual para todas las variables independientes. A su vez, cuando esta varianza es diferente entre las diferentes variables independientes tenemos un problema de Heterocedasticidad. La Heterocedasticidad puede arruinar nuestros resultados y hacernos caer en el error: de asumir que algo está relacionado cuando en realidad no lo está.
- \_ Normalidad de residuos. Cuando los errores de las variables tienen distribución no normal pueden afectar las relaciones y la significancia.
- \_ Autocorrelación en residuales. La existencia de autocorrelación se define como la existencia de correlación entre perturbaciones aleatorias correspondientes a períodos (u observaciones) distintas.

## V. CONCLUSIONES

Luego de observar los resultados y realizar el análisis de los mismos, se puede concluir:

1. Se determinó que existe una relación positiva del tipo lineal estadísticamente significativa en los parámetros y en las variables. El BAI, usado como una variable para predecir OA, se ajusta mejor que el IMC.
2. Se halló la relación entre el IMC y la OA, observándose una dependencia lineal estadística fuerte, sin la existencia de diferencias marcadas entre sexos.
3. Se encontró una relación lineal destacada entre el BAI y la OA. Además, hay una diferencia marcada según el sexo, donde el grupo de los hombres muestra mayores tendencias de OA que el de las mujeres, en los diferentes niveles del BAI.
4. Los resultados en la población estudiada, muestran que tanto mujeres y varones se encontraron en promedio en estado nutricional de sobrepeso medido bajo diferentes parámetros, lo que motivo su decisión de ingresar al programa nutricional, guiados por su apariencia física y no necesariamente conscientes de mejorar su composición corporal y trabajar en sus hábitos alimentarios.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Utilizar el BAI como una alternativa para descubrir el porcentaje de grasa cuando no se tengan los equipos sofisticados o el tiempo suficiente que determine tal dato.
2. Complementar la evaluación del IMC con la medida de la OA para definir el tipo de distribución adiposa y el BAI para determinar el porcentaje de masa grasa.
3. Hacer un análisis para conocer la relación entre las variables de percepción de la imagen corporal, indicadores antropométricos y hábitos alimentarios en usuarios de gimnasios.
4. Exhortar que en los centros de entrenamiento físico se cuente con la presencia activa del profesional nutricionista para tener un mejor manejo de los resultados en la composición corporal y al mismo tiempo velar por la nutrición y prevención en la salud de los usuarios.
5. Realizar estudios para validar la relación de los indicadores en poblaciones altoandinas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A/66/83. 2011. Prevención y control de las enfermedades no transmisibles. Informe del Secretario General Naciones Unidas. s.l. 19 may.

Abellán, J; Sainz, P; Ortín, EJ. 2014. Guía para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con riesgo cardiovascular. España, Sociedad Española de Hipertensión - Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial.

Aguilar, L; Contreras, M; del Canto, J; Vílchez, W. 2012. Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adulta. Lima, Perú, MINSA.

Alarcón-Sotelo, A; Gómez-Romero, P; Regules-Silva, S; Pardinás-Llargo, M; Rodríguez-Weber, F; Díaz-Greene, E. 2018. Actualidades en el tratamiento farmacológico a largo plazo de la obesidad. ¿Una opción terapéutica? Medicina interna de México 34(6):946-958.

Alpaca, CJ; Yampasi, KG. 2014. Correlación entre el índice de masa corporal (IMC) con el índice de masa adiposa (BAI) en el personal en formación de una institución militar de Lima durante el 2014. Tesis Mg. Lima, Perú. UPC. 115 p.

Alsina, E; Pinto, S; Dolado, M. 2008. Dietas Hiperproteicas en Gimnasios. Tesis Lic. Buenos Aires, Argentina, Universidad de Ciencias de la Salud. 50 p.

Anderson, H; Márquez, M; Barboza, H; González, L. 2017. Indicadores antropométricos y riesgo cardiovascular en adultos con sobrepeso y obesos. REDIELUX 7(2):24-37.

Arrizabalaga, JJ; Calañas-Contiente, A; Vidal, J; Masmiquel, L; Díaz-Fernández, MJ; García-Luna, P.P; Monereo, S; Moreira, J; Moreno, B; Ricart, W; Cordido F. 2003. Guía

de práctica clínica para el manejo del sobrepeso y la obesidad en personas adultas. Grupo de Trabajo sobre la Obesidad de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. Madrid, España 50 supl. 4:1-38.

Baile, JI; González, A; Ramírez, C; Suárez, P. 2011. Imagen corporal, hábitos alimentarios y hábitos de ejercicio físico en hombres usuarios de gimnasio y hombres universitarios no usuarios. *Revista de Psicología del Deporte* 20(2):353-366.

Barrera-Cruz, A; Ávila-Jiménez, L; Cano-Pérez, E; Molina-Ayala, MA; Parrilla-Ortiz, JI; Ramos-Hernández, RI; Sosa-Caballero, A; Sosa-Ruiz, MR; Gutiérrez-Aguilara, J. 2013. Guía de práctica clínica Prevención, diagnóstico y tratamiento del sobrepeso y la obesidad exógena. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 51(3):344-357.

Bartelt, A; Heeren, J. 2014 Adipose tissue browning and metabolic health. *Nature Reviews Endocrinology* 10(1): 24-36.

Bautista, A; Mejía, R; Hoyos, G. 2015. Frecuencia del uso de suplementos alimenticios en usuarios de gimnasios comerciales. *EPISTEMUS* 18(9):72-77.

Behar, R; Molinari, D. 2010. Dismorfia muscular, imagen corporal y conductas alimentarias en dos poblaciones masculinas. *Revista Médica de Chile* 138(11):1386-1394.

Bergman, RN; Stefanovski, D; Buchanan, TA; Sumner, AE; Reynolds, JC; Sebring, NG; Xiang, AH; Watanabe, RM. 2011. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity* 19(5):1083-1089.

Bouchard, C. 1991. Heredity and the path to overweight and obesity. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 23(3):285-291.

Bray, GA. 1992. Pathophysiology of obesity. *American Journal of Clinical Nutrition* 55(2):488S-494S.

Burgos, C; Henríquez-Olguín, C; Ramírez-Campillo, R; Mahecha, S; Cerda-Kohler, H. 2017. ¿Puede el ejercicio físico per se disminuir el peso corporal en sujetos con sobrepeso/obesidad? *Revista Médica de Chile* 145(6):765-774.



Bustamante-Sandoval, M; Becerra-Vallejos, J; García-León, E; Arias-Facundo, I; Gallardo-Farroñan, J; Vílchez-Chapoñan, A; Soto-Cáceres, V; Díaz-Vélez, C. 2012. Validez, seguridad, utilidad y exactitud de circunferencia de cintura para diagnosticar obesidad en población adulta de establecimientos. *Revista Medicocientífica del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo* 5(1):21-25.

Castellanos, M; Benet, M; Morejón, AF; Colls, Y. 2011. Obesidad abdominal, parámetro antropométrico predictivo de alteraciones del metabolismo. *Revista Finlay* 1(2):81-90.

Cedillo, CM. 2015. Asociación del índice de masa corporal y dimensiones del auto concepto general en usuarios de gimnasio. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa* 2(4).

Cereceda, MP. 2008. *Dietética de la teoría a la práctica: alimentación en las diferentes etapas de la vida*. Lima, Perú, Fondo Editorial de la UNMSM. 202 p.

Chamorro, R; Farías, R; Peirano, P. 2018. Regulación circadiana, patrón horario de alimentación y sueño: enfoque en el problema de obesidad. *Revista Chilena de Nutrición* 45(3):285-292.

Coppin, G. 2016. The anterior medial temporal lobes: Their role in food intake and body weight regulation (en línea, sitio web). Consultado el 5 abr. 2019. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031938416307466?via%3Dihub>

Cruz, R; Herrera, T. 2013. *Procedimientos Clínicos para la Atención Nutricional en Hospitalización y en Consulta*. Lima, Perú, IIDENUT. 329 p.

De Pablos, PL; Martínez, FJ. 2007. Significado clínico de la obesidad abdominal. *Endocrinol Nutr* 54(5):265-271.

Després, JP; Pouliot, MC; Moorjani, S; Nadeau, A; Tremblay, A; Lupien, PJ; Thériault, G; Bouchard, C. 1991. Loss of abdominal fat and metabolic response to exercise training in obese women. *American Journal of Physiology* 261(2):E159-E167.

Díaz, O; Rodríguez, J; Domínguez, E; Martínez, I; Bosch, Y; del Busto, A; García, DM; Rodríguez, L. 2017. Valor de corte de la circunferencia de la cintura como predictor de disglucemia. *Revista Cubana de Endocrinología* 28(1):1-15.

Dueñas, HA. 2011. Prevalencia de Sobrepeso y Obesidad en el Gimnasio Muscle Company. Tesis Lic. Ciudad de Quito, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. s. p.

Escolar, JL; Pérez, C; Corrales, R. 2003. Actividad física y enfermedad. *Anales de Medicina Interna* 20(8):427-433.

FAO (Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Evaluación nutricional (en línea, sitio web). Consultado 19 nov. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/nutrition/evaluacion-nutricional/es/>

FEC (Fundación Española del Corazón). 2011. La medida del perímetro abdominal es un indicador de enfermedad cardiovascular más fiable que el IMC (en línea, sitio web). Consultado 30 nov. 2017. Disponible en <http://www.fundaciondelcorazon.com/prensa/notas-de-prensa/2264-medida-perimetro-abdominal-es-indicador-enfermedad-cardiovascular-mas-fiable-imc-.html>

Ferland, M; Després, JP; Tremblay, A; Pinault, S; Nadeau, A; Moorjani, S; Lupien, PJ; Thériault, G; Bouchard, C. 1989. Assessment of adipose tissue distribution by computed axial tomography in obese women: association with body density and anthropometric measurements. *British Journal of Nutrition* 61(2):139-148.

Fernández, P; Pértega, S. 2001. Estadística descriptiva de los datos (en línea, sitio web). Consultado el 2 nov. 2018. Disponible en <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/10descriptiva/10descriptiva.asp>

Franco, AM; Ayala, JE; Ayala, CF. 2011. La salud en los gimnasios: una mirada desde la satisfacción. *Hacia la Promoción de la Salud* 16(1):186-199.

Garrido-Chamorro, RP; Sirvent-Belando, JE; Gonzalez-Lorenzo, M; Martin-Carratala, ML; Roche, E. 2009. Correlation between body mass index and body composition in elite

athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 49(3):278–284 (en línea, sitio web). Consultado 30 oct. 2018. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19884877>

González-Ruíz, K; Correa-Bautista, JE; Ramírez-Vélez, R. 2015. Evaluación del índice de adiposidad corporal en la predicción del porcentaje de grasa en adultos de Bogotá, Colombia. *Nutrición Hospitalaria* 32(1):55-60.

Government Office for Science of United Kingdom. 2007. Obesity System Map (en línea, sitio web). Consultado 2 oct. 2018. Disponible en [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/296290/obesity-map-full-hi-res.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/296290/obesity-map-full-hi-res.pdf)

Gutiérrez, AI; García-Galbis, MR; Rizo, MM; Cortés, E; Mur, N; Aguilar, MJ. 2014. Unidades de medida utilizadas en los tratamientos para reducir el peso y la obesidad: revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria* 30(3):478-485.

Heinonen, S; Saarinen, L; Naukkarinen, J; Rodríguez, A; Frühbeck, G; Hakkarainen, A; Lundbom, J; Lundbom, N; Vuolteenaho, K; Moilanen, E; Arner, P; Hautaniemi, S; Suomalainen, A; Kaprio, J; Rissanen, A; Pietiläinen, K. 2014. Adipocyte morphology and implications for metabolic derangements in acquired obesity (en línea, sitio web). *International Journal of Obesity* 38:1423-1431. Consultado el 2 abr. 2019. Disponible en <https://www.nature.com/articles/ijo201431>

Heo, M; Faith, MS; Pietrobelli, A; Heymsfield, SB. 2012. Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999–2004. *The American journal of clinical nutrition* 95(3):594-602.

Hernández, J; Duchi, PN. 2015. Índice cintura/talla y su utilidad para detectar riesgo cardiovascular y metabólico. *Revista Cubana de Endocrinología* 26(1):66-76.

Hidalgo, AF; Tovar, JR. 2014. Factores de riesgo cardiovascular en participantes de un programa masivo de actividad física. *Investigaciones Andina* 16(28):949-962.

Horstmann, A; Fenske, W; Hankir, M. 2015. Argument for a non-linear relationship

between severity of human obesity and dopaminergic tone (en línea, sitio web).. Consultado el 25 mar. 2019. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/obr.12303>

Klötting, N; Blüher, M.2014. Adipocyte dysfunction, inflammation and metabolic syndrome. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders* 15(4): 277–287.

Lanas, F; Serón, P; Lanás, A. 2013. Coronary Heart Disease and Risk Factors in Latin America. *Global Heart* 8(4):341-348.

Lanas, F; Serón, P; Muñoz, S; Margozzini, P; Puig, T. 2017. Latin American Clinical Epidemiology Network Series - Paper 7: Central obesity measurements better identified risk factors for coronary heart disease risk in the Chilean National Health Survey (2009-2010) (en línea, sitio web). Consultado el 20 abr. 2019. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27765654>

Lichtash, CT; Jinrui Cui, J; Guo, X; Chen, YI; Hsueh, WA; Rotter, JI; Goodarz, MO. 2013. Body Adiposity Index versus Body Mass Index and Other Anthropometric Traits as Correlates of Cardiometabolic Risk Factors. *PLOS ONE* 8(6):e65954- e65954.

López, AA; Cespedes, ML; Vicente, T; Tomas, M; Bennasar-Veny, M; Tauler P, Aguilo, A. 2012. Body Adiposity Index Utilization in a Spanish Mediterranean Population: Comparison with the Body Mass Index (en línea, sitio web). *PLoS ONE* 7(4):e35281. Consultado el 10 oct. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035281>

Mardones, F (ed.); Arnaiz, P; Barja, S; Rosso, P (ceds.). 2018. *Obesidad en Chile: ¿Qué podemos hacer?* (en línea, sitio web). Consultado el 1 mar. 2019. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=0VyGDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=fisioLOGIA+de+la+obesidad&ots=rq9Iknf0zZ&sig=lzWTdFUvRZyJx5Hd-36ZRjqaC6Q#v=onepage&q&f=false>

Martín-Castellanos, A; Cabañas, MD; Barca, FJ; Castellanos, PM; Gómez, JJ. 2017. Obesidad y riesgo de infarto de miocardio en una muestra de varones europeos: el índice cintura-cadera sesga el riesgo real de la obesidad abdominal. *Nutrición Hospitalaria* 34(1):88-95.

Martínez, M; Barceló, M; Gómez, R; Ramírez, D. 2015. Circunferencia de la cintura, tamaño de la grasa visceral y trastornos metabólicos en la obesidad mórbida. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* 25(1):28-47.

Martínez, SM; Sticchi, FX; Goicochea, PN; Serrano, NA; Leyex, EA. 2018. Grasa corporal y su relación con factores de riesgo. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica* 4:100-112.

Martos-Moreno, GA; Serra-Juhé, C; Pérez-Jurado, LA, Argente, J. 2017. Aspectos genéticos de la obesidad. *Revista Española Endocrinología Pediátrica* 8 supl. 1:21-32.

Mayer, S. 2018. Crossfit y funcional, los negocios fitness de moda. *La Cámara* (817):12-14.

Mehta, R. 2015a. Mecanismos de resistencia a la insulina en obesidad - Part.1 – HD (en línea, videoconferencia). *In Conferencia Científica Anual Síndrome Metabólico*. México D.F., México. 19 min. 45 seg., son., color. Consultado 1 jul. 2019. Disponible en [https://www.youtube.com/watch?v=S9yhfA6rf\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=S9yhfA6rf_8)

Mehta, R. 2015b. Mecanismos de resistencia a la insulina en obesidad - Part.2 – HD (en línea, videoconferencia). *In Conferencia Científica Anual Síndrome Metabólico*. México D.F., México. 17 min. 45 seg., son., color. Consultado 1 jul. 2019. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=hOGjLwxlQpQ>

Namoc, JC. 2014. Relación entre el índice de masa corporal, perímetro abdominal y el índice cintura cadera con el perfil lipídico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en el centro de atención primaria ESSALUD Laredo. Tesis Mg. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 33 p.

Ne, J; Cai, T; Celermajer, D; Caterson, I; Gill, T; Lee, C; Skilton, M. 2017. Obesity, arterial function and arterial structure - a systematic review and meta-analysis (en línea, sitio web). Consultado el 4 abr. 2019. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/osp4.108>

Norton, K; Olds, T. 1996. Antropométrica. Maza, JC. Rosario, Argentina, Biosystem Servicio Educativo. 273 p.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2010. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. Suiza. 58 p.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2017a. Actividad Física (en línea, sitio web). Consultado 3 jun. 2017. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2017b. 10 Datos sobre la Obesidad (en línea, sitio web). Consultado 20 jul. 2018. Disponible en <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/es/>

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2017c. Enfermedades no transmisibles (en línea, sitio web). Consultado 30 jul. 2018. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/es/>

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2017d. Obesidad y Sobrepeso (en línea, sitio web). Consultado 5 oct. 2018. Disponible en <http://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/obesity-and-overweight>

Oterino, A; Moreiras, J; González, D; Cadenas, S; Álvarez, P; Sánchez, PL. 2017. Corazón y deporte. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado* 12(5): 27000-2705.

Pairazamán, R. 2016. Prescripción del ejercicio físico: como diseñar un programa de entrenamiento físico en personas saludables. Lima, Perú, MACRO. 598 p.

Palmer, BF; Clegg, DJ. 2015. The sexual dimorphism of obesity. *Molecular and Cellular Endocrinology* 402: 113-119.

Paniagua, A. 2016. Nutrition, insulin resistance and dysfunctional adipose tissue determine the different components of metabolic syndrome (en línea, sitio web). Consultado el 15 mar. 2019. Disponible en <https://www.wjgnet.com/1948-9358/full/v7/i19/483.htm>

Rahman, M; Berenson A. 2010. Accuracy of current body mass index obesity classification for white, black, and Hispanic reproductive-age women. *Obstet Gynecol* 115(5):982–988 (en línea, sitio web). Consultado 10 oct. 2018. Disponible en [https://journals.lww.com/greenjournal/fulltext/2010/05000/Accuracy\\_of\\_Current\\_Body\\_Mass\\_Index\\_Obesity.17.aspx](https://journals.lww.com/greenjournal/fulltext/2010/05000/Accuracy_of_Current_Body_Mass_Index_Obesity.17.aspx)

Ramírez-Vélez, R; Meneses-Echavez, JF; González-Ruíz, K; Correa, JE. 2014. Fitness muscular y riesgo cardio-metabólico en adultos jóvenes colombianos. *Nutrición Hospitalaria* 30(4):769-775.

Rodríguez, A; Echandía, C; Sánchez, A; Satizábal, J; Montoya, J; García, F. 2017. Complejidad de la expresión de genes asociados a obesidad en el tejido adiposo humano. *Revista Med* 26(1)14-25.

Rodríguez, A; Ezquerro, S; Méndez-Giménez, L; Becerril, S; Frühbeck1, G. 2015. Revisiting the adipocyte: a model for integration of cytokine signaling in the regulation of energy metabolism. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 309(8):E691–E714.

Rosales, Y. 2012. Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión. *Nutrición Hospitalaria* 27(6):1803-1809.

Ruiz, AJ; Aschner, PJ; Puerta, MF; Alfonso-Cristancho, R. 2012. Estudio IDEA (International Day for Evaluation of Abdominal Obesity): prevalencia de obesidad abdominal y factores de riesgo asociados en atención primaria en Colombia. *Biomédica* 32(4):610-616.

Salvador, J; Silva, C; Pujantea, P; Frühbeck, G. 2008. Obesidad abdominal: un estandarte del riesgo cardiometabólico. *Endocrinol Nutr.* 55(9):420-432.

San Mauro, M; Garicano, Elena; González, Miguel; Villacorta, P; Gamarra, AM; Miralles, B; Figueroa, M; Sánchez, NA; Bonilla, A; Arranz, P; Bernal, D; Ruiz, AM; Moraleda, E; Calle, L. 2014. Hábitos alimentarios y psicológicos en personas que realizan ejercicio físico. *Nutrición Hospitalaria* 30(6):1324-1332.

Sánchez, JC; Romero, CR; Muñoz, LV; Rivera, RA. 2016. El órgano adiposo, un arcoiris de regulación metabólica y endocrina. *Revista Cubana de Endocrinología* 27(1):105-119.

Sánchez-Castillo, CP; Pichardo-Ontiveros, E; López-R., P. 2004. Epidemiología de la obesidad. *Gac Med Mex* 140 supl. 2:s3-s20.

Sangrós, F; Torrecilla, J; Giráldez-García, C; Carrillo, L; Mancera, J; Mur, T; Franch, J; Díez, J; Goday, A; Serrano, R; García-Soidán, F; Cuatrecasas, G; Igual, D; Moreno, A; Millaruelo, J; Carramiñanao, F; Ruiz, MA; Pérez, F; Regidor, E. 2018. Asociación de obesidad general y abdominal con hipertensión, dislipemia y presencia de prediabetes en el estudio PREDAPS. *Revista Española de Cardiología* 71(3):170-177.

Soto-Cáceres, V. 2015. Punto de Corte de Valor de Circunferencia de Cintura para el diagnóstico de Síndrome Metabólico en Latinoamericanos. *Revista Experiencia en Medicina del Hospital Regional Lambayeque: REM* 1(1):33-35.

Suárez-Carmona, W; Sánchez-Oliver, AJ; González-Jurado, JA. 2017. Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual. *Revista Chilena de Nutrición* 44(3):226-233.

Tarqui-Mamani, C; Sánchez, J; Álvarez-Dongo, D; Valdívía, S. 2013. Niveles de actividad física en la población peruana. *Instituto Nacional de Salud* 19(5-6):148-9 (en línea, sitio web). Consultado 2 nov. 2018. Disponible en <http://repositorio.ins.gob.pe/handle/INS/307>

Vandenbroeck, F; Goossens, J; Clemens, M. 2007. *Future Choices - Obesity System Atlas. United Kingdom. UK Government's Foresight Programme.* 46 p.

Wayne, D. 2007. *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud.* 4 ed. México, LIMUSA. 923 p.

WHO (World Health Organization). 2017. BMI Classification (en línea, sitio web). Consultado 30 jul. 2017. Disponible en [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html)

Zepeda, E; Franco, K; Valdés, E. 2011. Estado nutricional y sintomatología de dismorfia muscular en varones usuarios de gimnasio. *Revista Chilena de Nutrición* 38(3):260-267.



## VIII. ANEXO 1

### MODELO I

#### Análisis de regresión: Perímetro de la cintura VS BAI

##### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	2742.1	2742.06	29.57	0.000
BAI	1	2742.1	2742.06	29.57	0.000
Error	81	7510.9	92.73		
Lack-of-Fit	77	7489.9	97.27	18.53	0.006
Pure Error	4	21.0	5.25		
Total	82	10253.0			

##### Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
9.62950	26.74%	25.84%	23.35%

##### Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	59.39	6.06	9.80	0.000	
BAI	1.169	0.215	5.44	0.000	1.00

##### Regression Equation

$$\text{Perimetro\_cintura} = 59.39 + 1.169 \text{ BAI}$$

##### Fits and Diagnostics for Unusual Observations

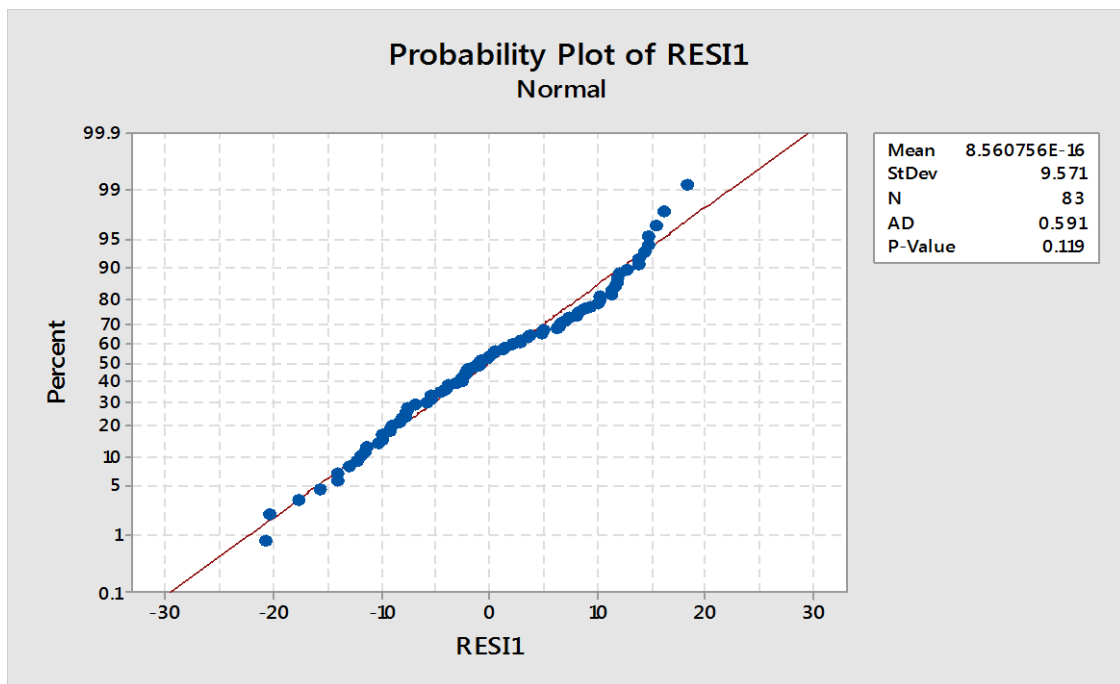
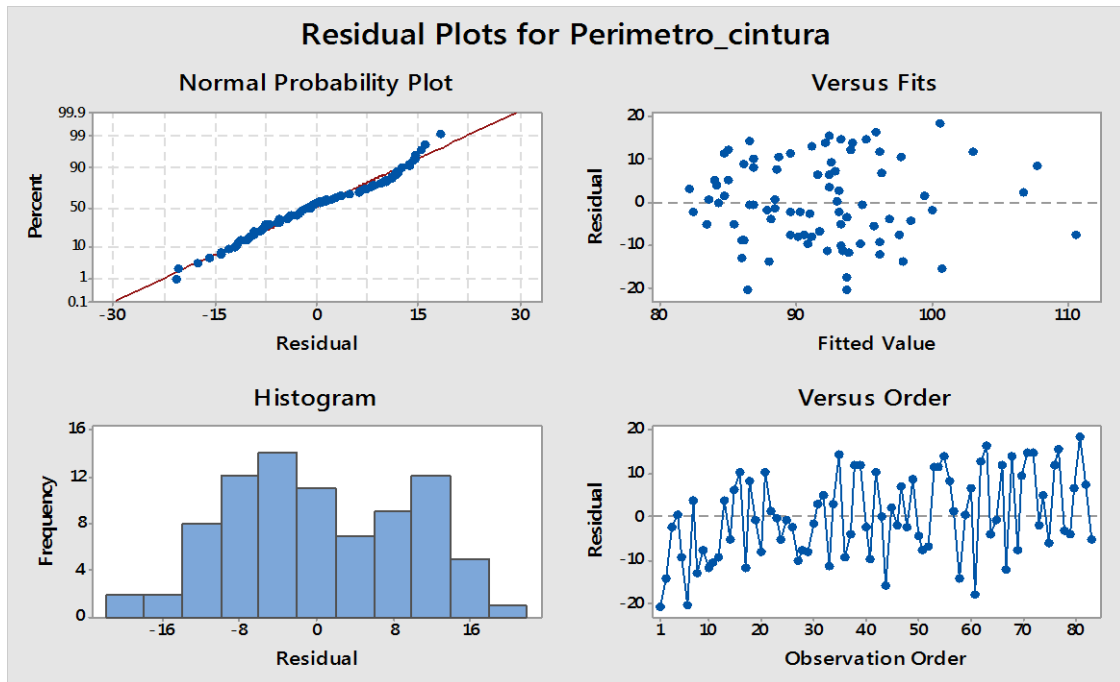
Obs	Perimetro_cintura	Fit	Resid	Std Resid	
1	73.00	93.71	-20.71	-2.17	R
6	66.00	86.38	-20.38	-2.14	R
45	109.00	106.79	2.21	0.24	X
56	116.00	107.79	8.21	0.90	X
69	103.00	110.69	-7.69	-0.86	X

R Large residual

X Unusual X

##### Durbin-Watson Statistic

Durbin-Watson Statistic = 1.77162



```

> bptest(regrel)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  regrel
BP = 2.1808, df = 1, p-value = 0.1397

```

## ANEXO 2

### MODELO II

#### Análisis de regresión: Perímetro de la cintura VS BAI, incluyendo el sexo

Method

Categorical predictor coding (1; 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	7066.0	3532.99	88.69	0.000
BAI	1	5897.5	5897.46	148.04	0.000
Sexo	1	4323.9	4323.92	108.54	0.000
Error	80	3187.0	39.84		
Lack-of-Fit	77	3168.0	41.14	6.50	0.073
Pure Error	3	19.0	6.33		
Total	82	10253.0			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.31169	68.92%	68.14%	66.17%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	30.90	4.82	6.41	0.000	
BAI	1.932	0.159	12.17	0.000	1.27
Sexo					
M	16.37	1.57	10.42	0.000	1.27

Regression Equation

Sexo

F Perimetro\_cintura = 30.90 + 1.932 BAI

M Perimetro\_cintura = 47.26 + 1.932 BAI

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

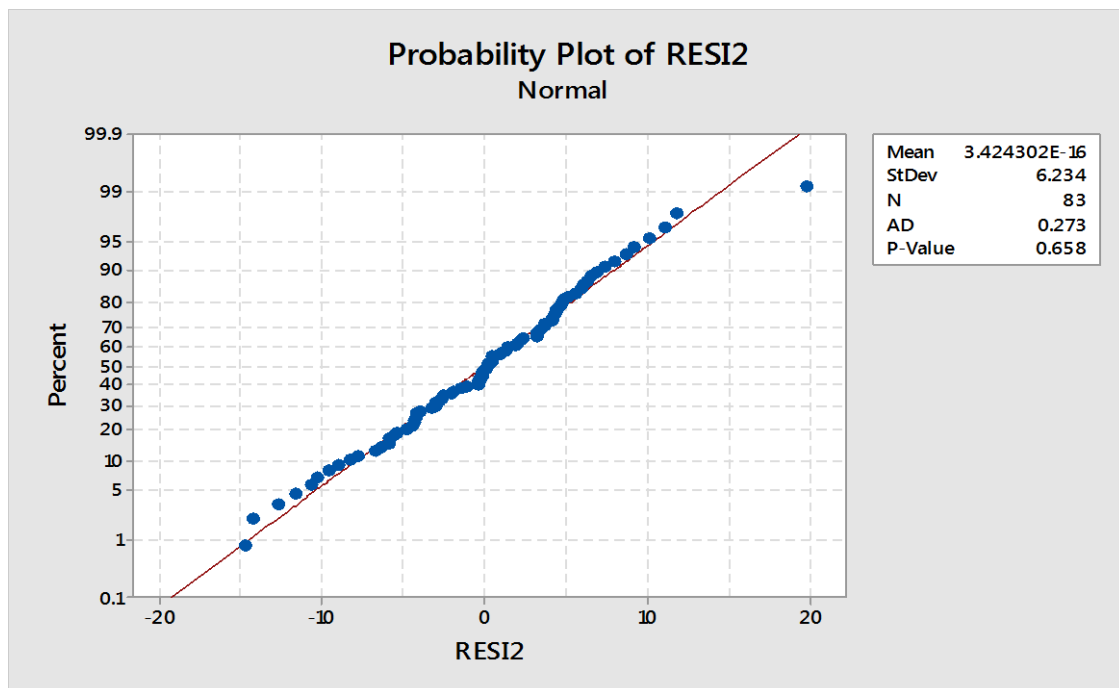
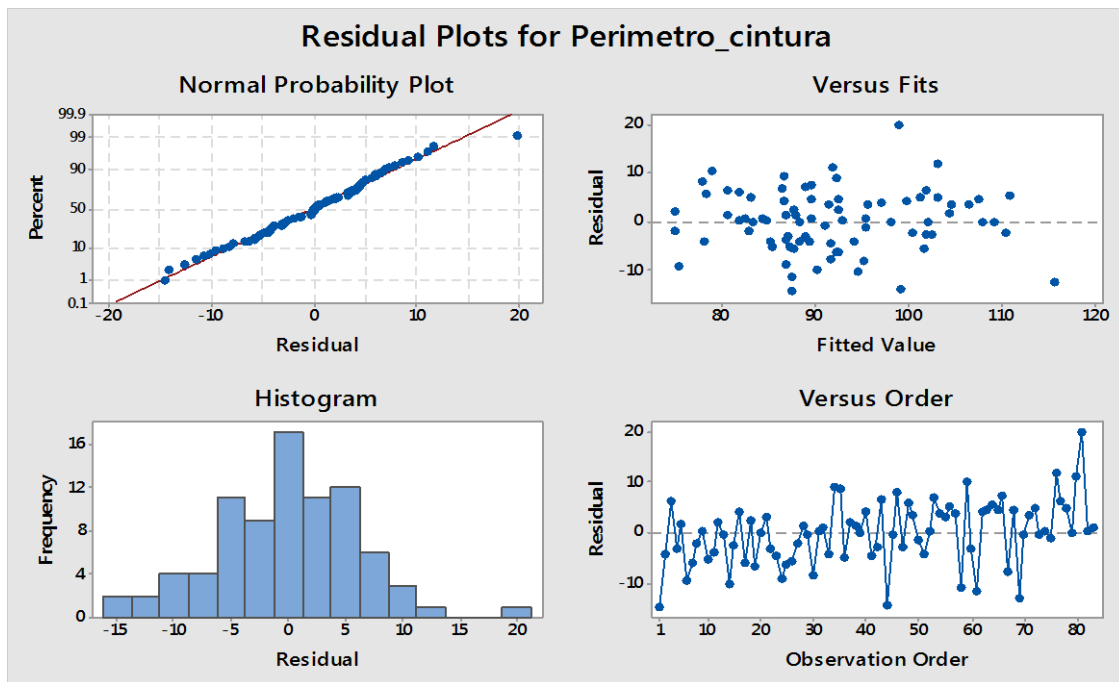
Obs	Perimetro_cintura	Fit	Resid	Std Resid	
1	73.00	87.63	-14.63	-2.34	R
44	85.00	99.22	-14.22	-2.30	R
69	103.00	115.71	-12.71	-2.18	R X
81	119.00	99.17	19.83	3.21	R

R Large residual

X Unusual X

Durbin-Watson Statistic

Durbin-Watson Statistic = 1.81284



```
> bptest(regre2)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  regre2
BP = 7.617, df = 2, p-value = 0.02218
```

## ANEXO 3

### MODELO III

#### **Análisis de regresión: Perímetro de cintura VS BAI, considerando la edad, la sexo y frecuencia.**

Method

Categorical predictor coding (1; 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	5	7230.4	1446.07	36.84	0.000
BAI	1	4320.7	4320.72	110.07	0.000
Edad	1	15.2	15.21	0.39	0.536
Sexo	1	3671.5	3671.46	93.53	0.000
Frecuencia	2	156.7	78.33	2.00	0.143
Error	77	3022.6	39.25		
Total	82	10253.0			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.26535	70.52%	68.61%	65.25%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	35.96	5.41	6.64	0.000	
BAI	1.924	0.183	10.49	0.000	1.72
Edad	-0.0587	0.0943	-0.62	0.536	1.35
Sexo					
M	16.17	1.67	9.67	0.000	1.46
Frecuencia					
3	-3.31	1.96	-1.69	0.095	2.03
4	-4.17	2.14	-1.95	0.055	2.08

Regression Equation

Sexo Frecuencia

F 2 Perimetro\_cintura = 35.96 + 1.924 BAI - 0.0587 Edad

F 3 Perimetro\_cintura = 32.65 + 1.924 BAI - 0.0587 Edad

F 4 Perimetro\_cintura = 31.79 + 1.924 BAI - 0.0587 Edad

M 2 Perimetro\_cintura = 52.12 + 1.924 BAI - 0.0587 Edad

M 3 Perimetro\_cintura = 48.81 + 1.924 BAI - 0.0587 Edad

M 4 Perimetro\_cintura = 47.96 + 1.924 BAI - 0.0587 Edad

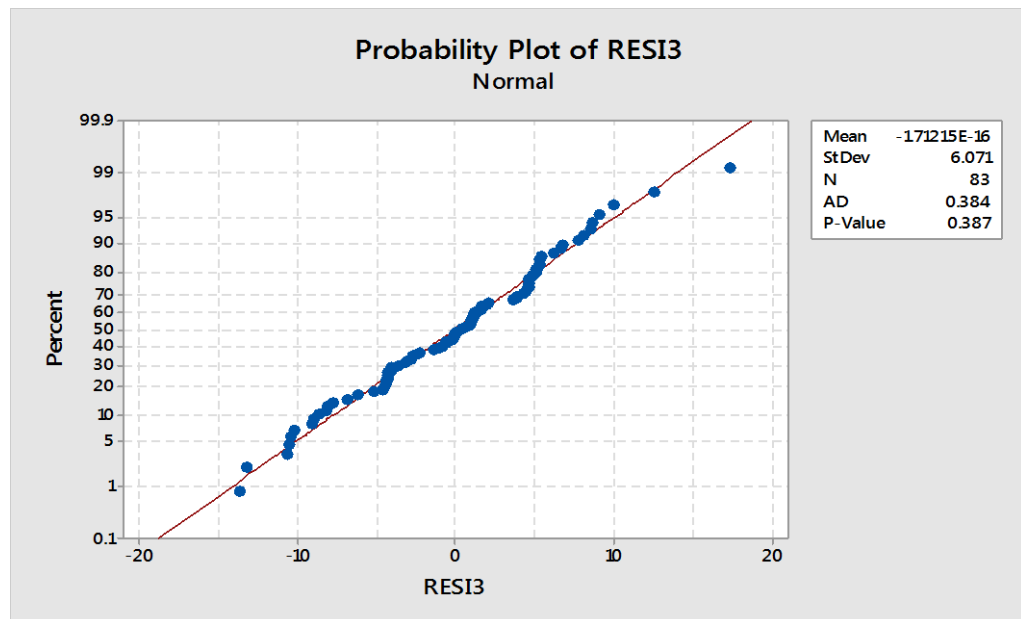
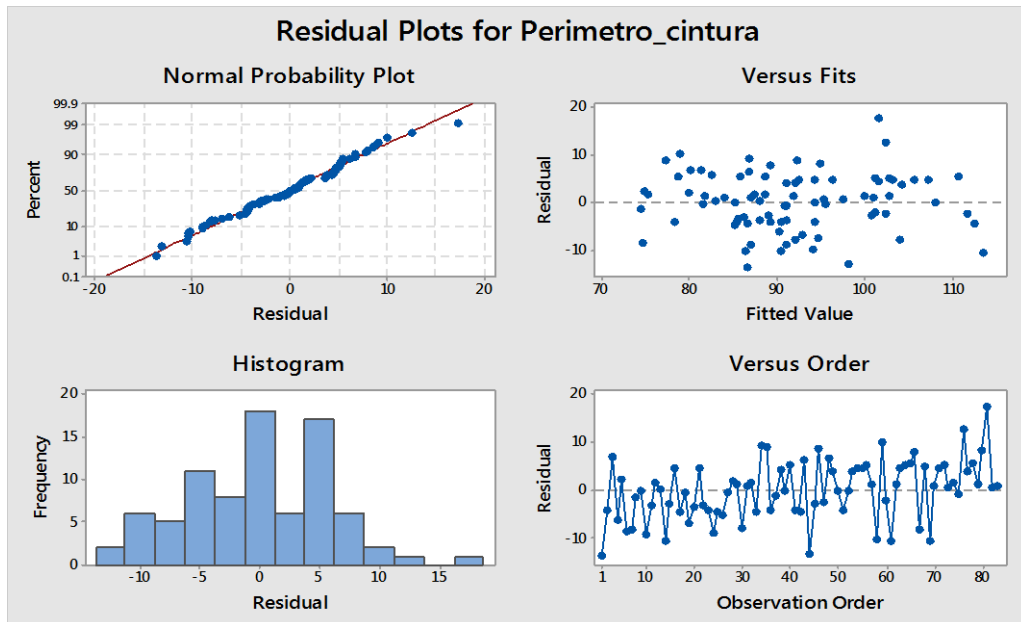
Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Perimetro_cintura	Fit	Resid	Std Resid	
1	73.00	86.65	-13.65	-2.23	R
44	85.00	98.18	-13.18	-2.19	R
69	103.00	113.60	-10.60	-1.94	X
76	115.00	102.41	12.59	2.09	R
81	119.00	101.61	17.39	2.92	R

R Large residual  
X Unusual X

Durbin-Watson Statistic

Durbin-Watson Statistic = 1.82246



```
> bptest(regre3)

studentized Breusch-Pagan test

data:  regre3
BP = 8.6374, df = 5, p-value = 0.1244
```

## ANEXO 4

### MODELO IV

#### Análisis de regresión: Perímetro de cintura VS IMC

##### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	7432	7432.00	213.40	0.000
IMC	1	7432	7432.00	213.40	0.000
Error	81	2821	34.83		
Total	82	10253			

##### Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
5.90141	72.49%	72.15%	71.24%

##### Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	24.85	4.63	5.37	0.000	
IMC	2.519	0.172	14.61	0.000	1.00

##### Regression Equation

Perimetro\_cintura = 24.85 + 2.519 IMC

##### Fits and Diagnostics for Unusual Observations

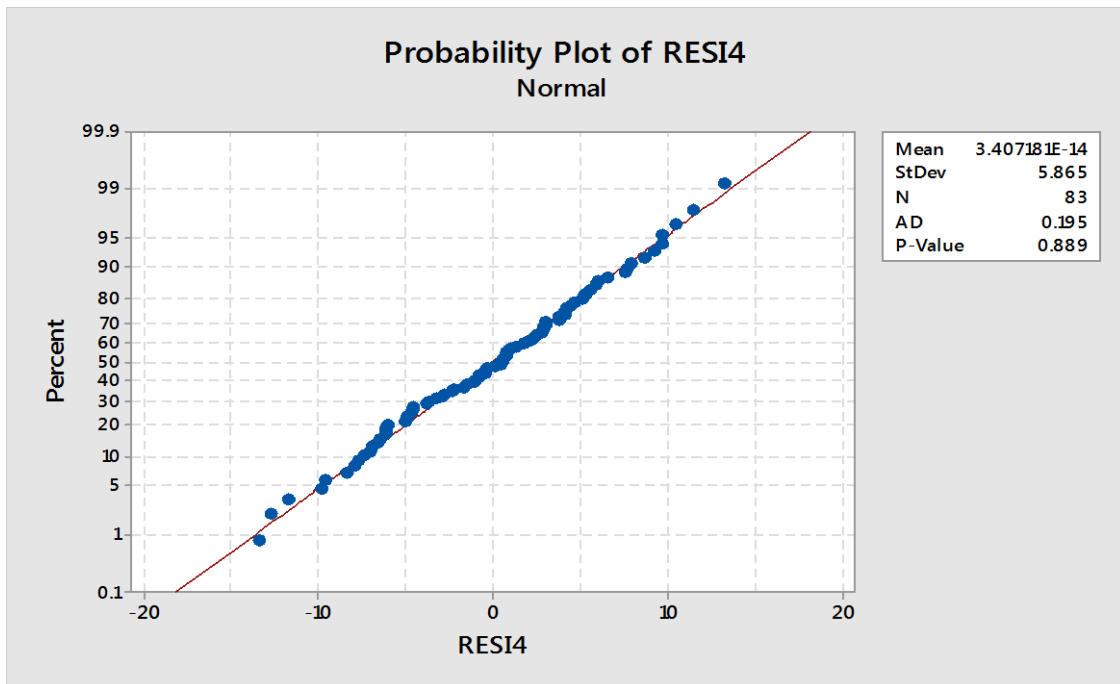
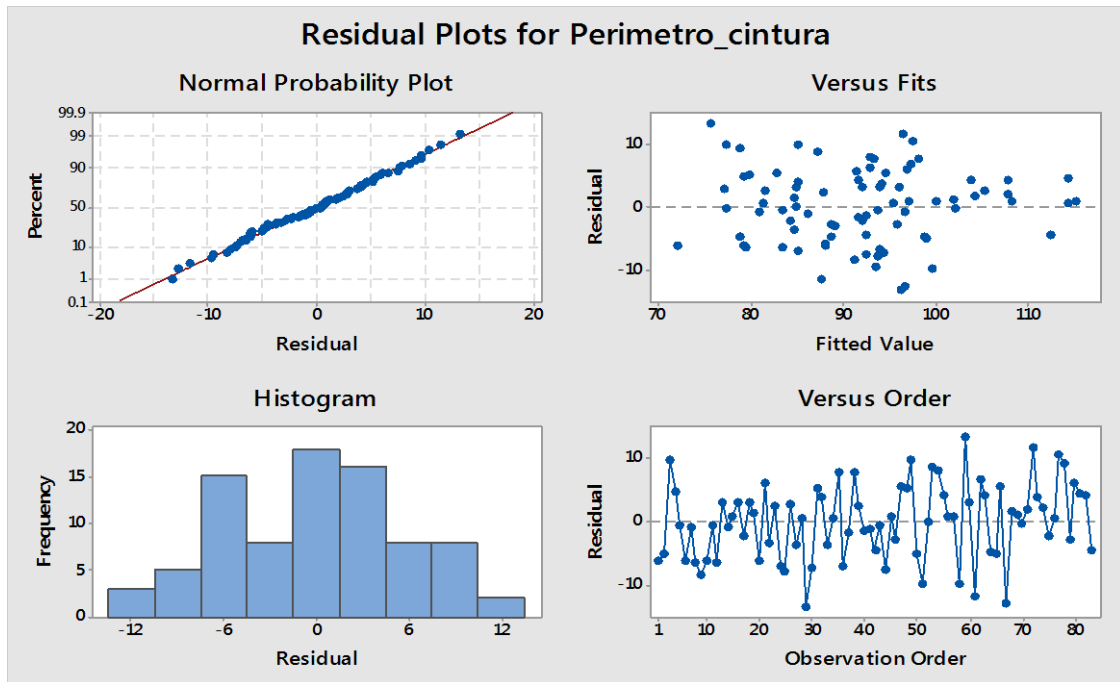
Obs	Perimetro_cintura	Fit	Resid	Std Resid	
29	83.00	96.38	-13.38	-2.28	R
56	116.00	115.26	0.74	0.13	X
59	89.00	75.71	13.29	2.31	R
67	84.00	96.73	-12.73	-2.17	R
76	115.00	114.39	0.61	0.11	X
81	119.00	114.54	4.46	0.79	X

R Large residual

X Unusual X

##### Durbin-Watson Statistic

Durbin-Watson Statistic = 1.90349



```

> bptest(regre4)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  regre4
BP = 1.3385, df = 1, p-value = 0.2473

```



## ANEXO 5

### MODELO V

#### Análisis de regresión: Perímetro de cintura VS IMC, considerando el sexo

Method

Categorical predictor coding (1; 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	8017.1	4008.57	143.43	0.000
IMC	1	6848.6	6848.62	245.05	0.000
Sexo	1	585.1	585.13	20.94	0.000
Error	80	2235.8	27.95		
Total	82	10253.0			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
5.28657	78.19%	77.65%	76.44%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	24.68	4.15	5.95	0.000	
IMC	2.435	0.156	15.65	0.000	1.01
Sexo					
M	5.38	1.18	4.58	0.000	1.01

Regression Equation

Sexo

F Perimetro\_cintura = 24.68 + 2.435 IMC

M Perimetro\_cintura = 30.06 + 2.435 IMC

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

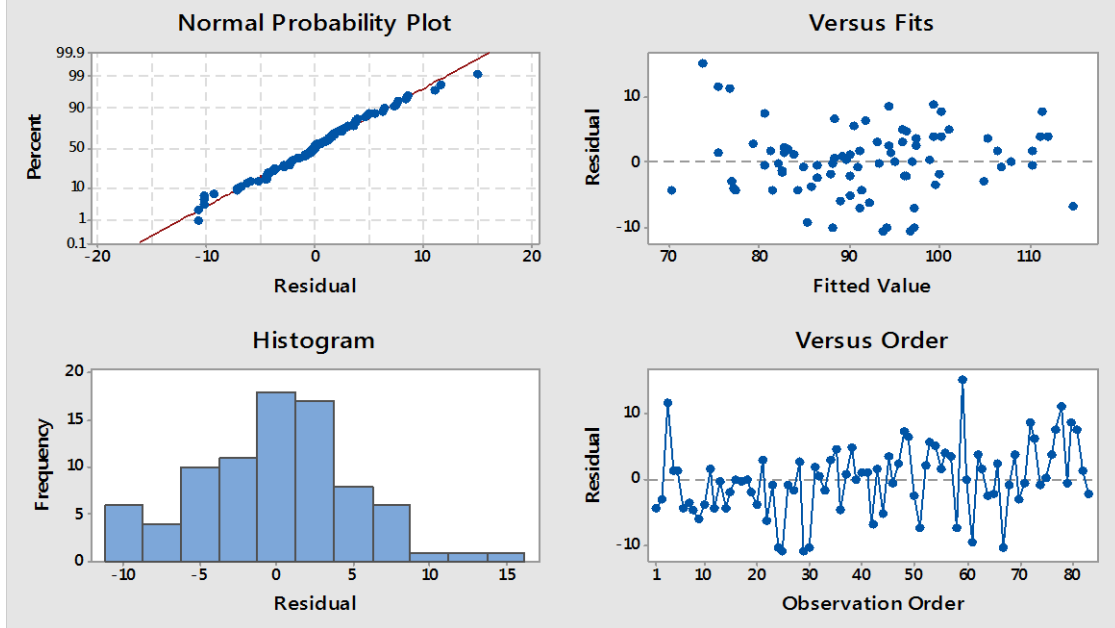
Obs	Perimetro_cintura	Fit	Resid	Std Resid	
3	87.00	75.39	11.61	2.25	R
25	86.00	96.79	-10.79	-2.07	R
29	83.00	93.83	-10.83	-2.07	R
59	89.00	73.85	15.15	2.95	R
78	88.00	76.82	11.18	2.16	R

R Large residual

Durbin-Watson Statistic

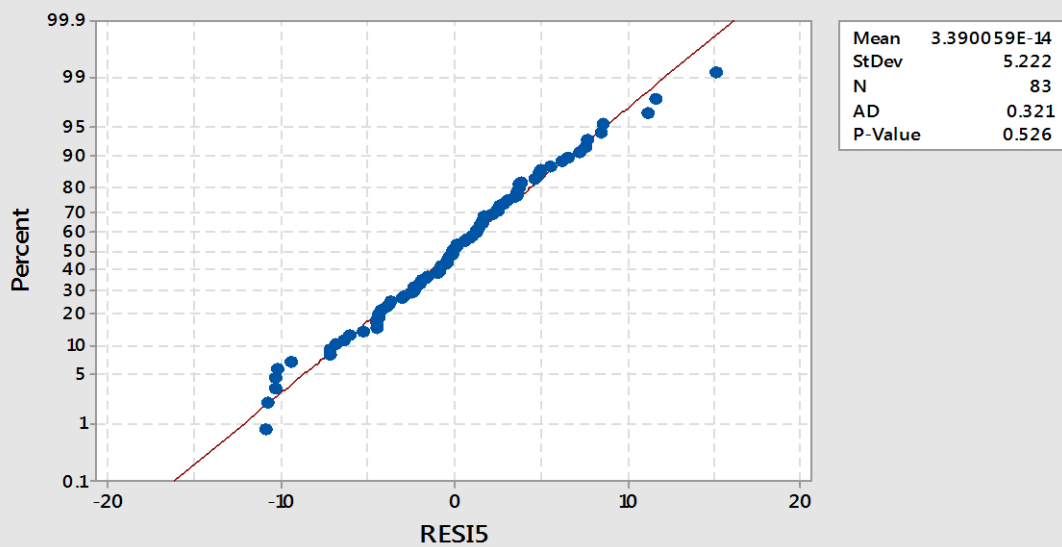
Durbin-Watson Statistic = 1.70249

## Residual Plots for Perimetro\_cintura



## Probability Plot of RES15

Normal



```
> bptest (regre5)
      studentized Breusch-Pagan test

data:  regre5
BP = 2.1853, df = 2, p-value = 0.3353
```

## ANEXO 6

### MODELO VI

#### Análisis de regresión: Perímetro de cintura VS IMC, considerando la edad, el sexo y la frecuencia

Method

Categorical predictor coding (1; 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	5	8079.0	1615.80	57.23	0.000
IMC	1	5169.4	5169.36	183.10	0.000
Edad	1	7.8	7.82	0.28	0.600
Sexo	1	560.4	560.44	19.85	0.000
Frecuencia	2	49.5	24.77	0.88	0.420
Error	77	2174.0	28.23		
Total	82	10253.0			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
5.31349	78.80%	77.42%	75.30%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	27.56	4.84	5.70	0.000	
IMC	2.350	0.174	13.53	0.000	1.25
Edad	0.0397	0.0755	0.53	0.600	1.20
Sexo					
M	5.30	1.19	4.46	0.000	1.03
Frecuencia					
3	-2.01	1.67	-1.20	0.233	2.05
4	-2.28	1.83	-1.25	0.217	2.13

Regression Equation

Sexo	Frecuencia	Perimetro_cintura
F	2	Perimetro_cintura = 27.56 + 2.350 IMC + 0.0397 Edad
F	3	Perimetro_cintura = 25.56 + 2.350 IMC + 0.0397 Edad
F	4	Perimetro_cintura = 25.28 + 2.350 IMC + 0.0397 Edad
M	2	Perimetro_cintura = 32.87 + 2.350 IMC + 0.0397 Edad
M	3	Perimetro_cintura = 30.86 + 2.350 IMC + 0.0397 Edad
M	4	Perimetro_cintura = 30.58 + 2.350 IMC + 0.0397 Edad

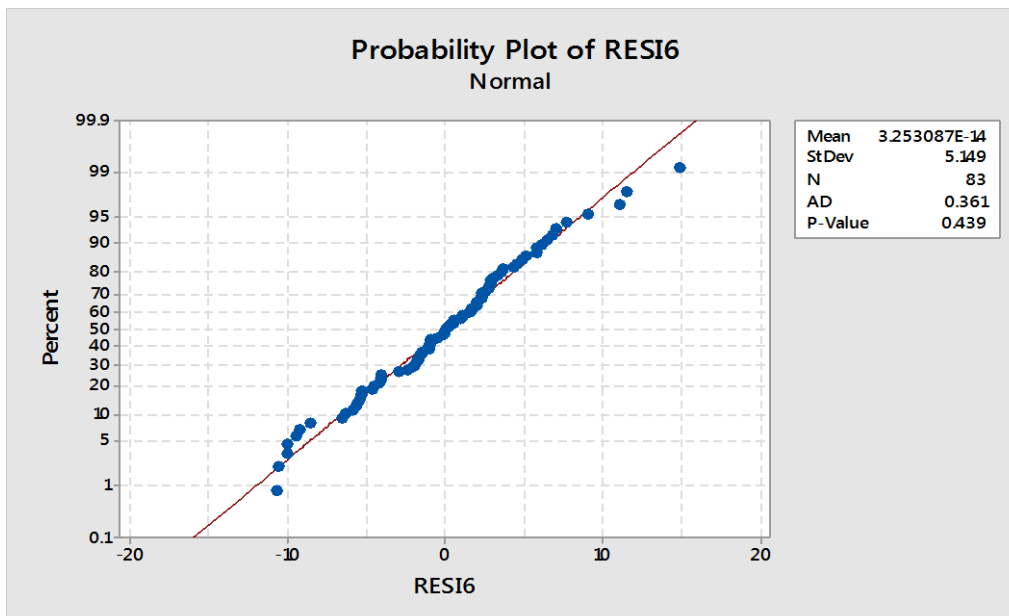
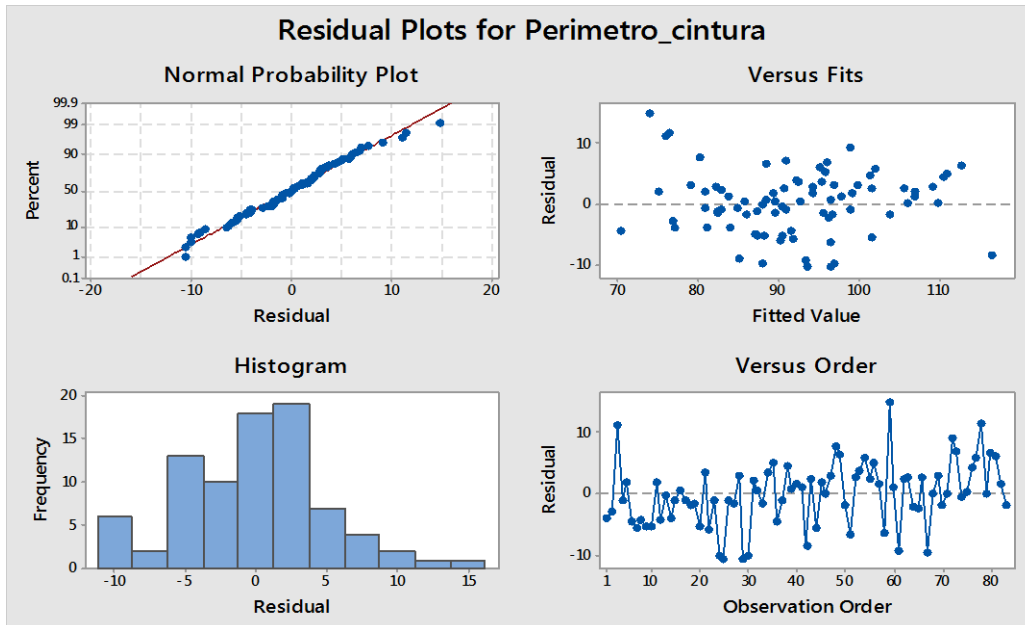
Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Perimetro_cintura	Fit	Resid	Std Resid	
3	87.00	75.91	11.09	2.19	R
25	86.00	96.64	-10.64	-2.10	R
29	83.00	93.56	-10.56	-2.06	R
59	89.00	74.03	14.97	2.92	R
78	88.00	76.47	11.53	2.24	R

R Large residual

Durbin-Watson Statistic

Durbin-Watson Statistic = 1.70036



```
> bptest(regre6)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  regre6
BP = 3.1334, df = 5, p-value = 0.6794
```

## ANEXO 7

### ANÁLISIS DESCRIPTIVO

#### Análisis descriptivo de la talla

		Sexo	Estadístico	Error típ.	
Talla	F	Media	1.5617	0.00862	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		1.5444
			Límite superior		1.5791
		Media recortada al 5%	1.5612		
		Mediana	1.57		
		Varianza	0.003		
		Desv. típ.	0.05847		
		Mínimo	1.43		
		Máximo	1.7		
		Rango	0.27		
		Amplitud intercuartil	0.08		
		Asimetría	0.039		0.35
		Curtosis	-0.228		0.688
		M	Media		1.6762
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	1.6578	
			Límite superior	1.6947	
	Media recortada al 5%		1.6752		
	Mediana		1.68		
	Varianza		0.003		
	Desv. típ.		0.05534		
	Mínimo		1.56		
	Máximo		1.82		
	Rango		0.26		
Amplitud intercuartil	0.05				
Asimetría	0.297	0.388			
Curtosis	0.643	0.759			

### Análisis descriptivo del peso

		Sexo	Estadístico	Error típ.	
Peso	F	Media	64.065	1.6786	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		60.684
			Límite superior		67.446
		Media recortada al 5%	63.707		
		Mediana	63.4		
		Varianza	129.617		
		Desv. típ.	11.385		
		Mínimo	41.1		
		Máximo	94.6		
		Rango	53.5		
		Amplitud intercuartil	15.6		
		Asimetría	0.537		0.35
		Curtosis	0.335		0.688
		M	Media		76.17
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	72.605	
			Límite superior	79.735	
	Media recortada al 5%		76.038		
	Mediana		75.3		
	Varianza		114.336		
	Desv. típ.		10.6928		
	Mínimo		58.5		
	Máximo		97.5		
Rango	39				
Amplitud intercuartil	16.9				
Asimetría	0.04	0.388			
Curtosis	-0.853	0.759			

### Análisis descriptivo del perímetro de cintura

		Sexo	Estadístico	Error típ.	
Perímetro de cintura	F	Media	88.478	1.666	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		85.123
			Límite superior		91.834
		Media recortada al 5%	87.913		
		Mediana	86.5		
		Varianza	127.677		
		Desv. típ.	11.2994		
		Mínimo	66		
		Máximo	119		
		Rango	53		
		Amplitud intercuartil	11.3		
		Asimetría	0.916		0.35
		Curtosis	1.045		0.688
		M	Media		96.027
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	92.816	
			Límite superior	99.238	
	Media recortada al 5%		96.141		
	Mediana		97		
	Varianza		92.749		
	Desv. típ.		9.6306		
Mínimo	78				
Máximo	112				
Rango	34				
Amplitud intercuartil	18.5				
Asimetría	-0.174	0.388			
Curtosis	-1.086	0.759			

### Análisis descriptivo del perímetro de cadera

		Sexo	Estadístico	Error típ.	
Perímetro de cadera	F	Media	93.261	1.4706	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	90.299	
			Límite superior	96.223	
		Media recortada al 5%	92.915		
		Mediana	91		
		Varianza	99.486		
		Desv. típ.	9.9743		
		Mínimo	74		
		Máximo	118		
		Rango	44		
		Amplitud intercuartil	10.3		
		Asimetría	0.701	0.35	
		Curtosis	0.257	0.688	
		M	Media	93.811	1.43
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	90.911	
			Límite superior	96.711	
	Media recortada al 5%		93.683		
	Mediana		92		
	Varianza		75.658		
	Desv. típ.		8.6981		
	Mínimo		78		
Máximo	111				
Rango	33				
Amplitud intercuartil	16				
Asimetría	0.163	0.388			
Curtosis	-0.986	0.759			



### Análisis descriptivo del IMC

		Sexo	Estadístico	Error típ.	
IMC	F	Media	26.198	0.5922	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		25.005
			Límite superior		27.391
		Media recortada al 5%	26.032		
		Mediana	26.467		
		Varianza	16.134		
		Desv. típ.	4.0167		
		Mínimo	18.8		
		Máximo	35.9		
		Rango	17.1		
		Amplitud intercuartil	5.1		
		Asimetría	0.595		0.35
		Curtosis	0.32		0.688
		M	Media		27.089
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	25.938	
			Límite superior	28.24	
	Media recortada al 5%		27.034		
	Mediana		27.215		
	Varianza		11.916		
	Desv. típ.		3.452		
	Mínimo		20.8		
	Máximo		34.8		
	Rango	14			
Amplitud intercuartil	4.9				
Asimetría	0.203	0.388			
Curtosis	-0.43	0.759			

### Análisis descriptivo del BAI

		Sexo	Estadístico	Error típ.	
BAI	F	Media	29.81	0.716	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		28.36
			Límite superior		31.25
		Media recortada al 5%	29.49		
		Mediana	29.13		
		Varianza	23.614		
		Desv. típ.	4.859		
		Mínimo	23		
		Máximo	44		
		Rango	21		
		Amplitud intercuartil	6		
		Asimetría	0.924		0.35
		Curtosis	0.929		0.688
		M	Media		25.24
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	23.98	
			Límite superior	26.51	
	Media recortada al 5%		25.17		
	Mediana		24.85		
	Varianza		14.377		
	Desv. típ.		3.792		
	Mínimo		19		
	Máximo		33		
	Rango		13		
Amplitud intercuartil	7				
Asimetría	0.269	0.388			
Curtosis	-1.19	0.759			

### Análisis descriptivo de la edad

		Sexo	Estadístico	Error típ.	
Edad	F	Media	29.065	1.3346	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		26.377
			Límite superior		31.753
		Media recortada al 5%	28.464		
		Mediana	26.5		
		Varianza	81.929		
		Desv. típ.	9.0515		
		Mínimo	18		
		Máximo	52		
		Rango	44		
		Amplitud intercuartil	14.3		
		Asimetría	1.133		0.35
		Curtosis	1.624		0.688
		M	Media		30.189
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	27.562	
			Límite superior	32.817	
	Media recortada al 5%		29.556		
	Mediana		29		
	Varianza		62.102		
	Desv. típ.		7.8805		
	Mínimo		18		
	Máximo		57		
Rango	39				
Amplitud intercuartil	8.5				
Asimetría	1.431	0.388			
Curtosis	2.942	0.759			

### Datos válidos por sexo

Sexo		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	F	46	55,4%	55,4%	55,4%
	M	37	44,6%	44,6%	100,0%
	<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

### Datos válidos por grupo de edades

Edad (agrupado)		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	<=20	10	12,0%	12,0%	12,0%
	<20 - 30]	44	53,0%	53,0%	65,1%
	<30 - 40]	21	25,3%	25,3%	90,4%
	<40 - 50]	6	7,2%	7,2%	97,6%
	> 50	2	2,4%	2,4%	100,0%
	<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

### Frecuencia de concurrencia al gimnasio por semana

Frecuencia de asistencia al gimnasio		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2	14	16,9%	16,9%	16,9%
	3	43	51,8%	51,8%	68,7%
	4	26	31,3%	31,3%	100,0%
	<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

### Contingencia del sexo por perímetro de cintura

Sexo		Riesgo de perímetro de cintura			Total
		Bajo	Alto	Muy alto	
F	Recuento	7	18	21	<b>46</b>
	% dentro de sexo	15,2%	39,1%	45,7%	<b>100,0%</b>
M	Recuento	13	13	11	<b>37</b>
	% dentro de sexo	35,1%	35,1%	29,7%	<b>100,0%</b>
Total	Recuento	20	31	32	<b>83</b>
	% dentro de sexo	24,1%	37,3%	38,6%	<b>100,0%</b>

### Contingencia del sexo por IMC

Sexo		IMC (agrupado)				Total
		Normal	SP	OB I	OB II	
F	Recuento	18	23	2	3	46
	% dentro de sexo	39,1%	50,0%	4,3%	6,5%	100,0%
M	Recuento	11	19	7	0	37
	% dentro de sexo	29,7%	51,4%	18,9%	0,0%	100,0%
Total	Recuento	29	42	9	3	83
	% dentro de sexo	34,9%	50,6%	10,8%	3,6%	100,0%

### Contingencia del sexo por BAI

Sexo		Riesgo de BAI					Total
		Bajo peso	Normal	Sobrepeso	OB I	OB II	
F	Recuento	7	33	3	2	1	<b>46</b>
	% dentro de sexo	15,2%	71,7%	6,5%	4,3%	2,2%	<b>100,0%</b>
M	Recuento	0	12	11	11	3	<b>37</b>
	% dentro de sexo	0,0%	32,4%	29,7%	29,7%	8,1%	<b>100,0%</b>
Total	Recuento	7	45	14	13	4	<b>83</b>
	% dentro de sexo	8,4%	54,2%	16,9%	15,7%	4,8%	<b>100,0%</b>

### Correlación entre el perímetro de cintura y el IMC, considerando el sexo

Correlación	Sexo	Variable	Coefficiente	Perímetro de cintura	IMC
Rho de Spearman	F	Perímetro de cintura	Coefficiente de correlación	1,000	0,763**
			Sig. (bilateral)	.	0,000
		N	46	46	
		IMC	Coefficiente de correlación	0,763**	1,000
	Sig. (bilateral)		0,000	.	
	N	46	46		
	M	Perímetro de cintura	Coefficiente de correlación	1,000	0,895**
			Sig. (bilateral)	.	0,000
N		37	37		
IMC		Coefficiente de correlación	0,895**	1,000	
	Sig. (bilateral)	0,000	.		
N	37	37			

**Correlación entre el perímetro de cintura y el BAI, considerando el sexo**

Correlación	Sexo	Variable	Coefficiente	Perímetro de cintura	BAI
Rho de Spearman	F	Perímetro de cintura	Coefficiente de correlación	1,000	0,681**
			Sig. (bilateral)	.	0,000
		BAI	Coefficiente de correlación	0,681**	1,000
			Sig. (bilateral)	0,000	.
	M	Perímetro de cintura	Coefficiente de correlación	1,000	0,884**
			Sig. (bilateral)	.	0,000
BAI	Coefficiente de correlación	0,884**	1,000		
	Sig. (bilateral)	0,000	.		
			N		
			46	46	
			46	46	
			37	37	
			37	37	

**Correlación entre el perímetro de cintura y el IMC, sin considerar el sexo**

Correlación	Variable	Coefficiente	Perímetro de cintura	IMC
Rho de Spearman	Perímetro de cintura	Coefficiente de correlación	1,000	0,810**
		Sig. (bilateral)	.	0,000
	IMC	Coefficiente de correlación	0,810**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,000	.
		N	83	83
			83	83

**Correlación entre el perímetro de cintura y el BAI, sin considerar el sexo**

Correlación	Variable	Coefficiente	Perímetro de cintura	BAI
Rho de Spearman	Perímetro de cintura	Coefficiente de correlación	1,000	0,451 **
		Sig. (bilateral)	.	0,000
		N	83	83
	BAI	Coefficiente de correlación	0,451 **	1,000
		Sig. (bilateral)	0,000	.
		N	83	83