



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA EN PACIENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD QUE ACUDEN A CONSULTA DEL CENTRO DE NUTRICIÓN INTEGRAL CENIF 2016

SILVIA ANA PALACIOS PÉREZ

Trabajo de Titulación modalidad: Proyecto de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGISTER EN NUTRICIÓN CLÍNICA

RIOBAMBA- ECUADOR

Noviembre 2017



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, denominado: RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA EN PACIENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD QUE ACUDEN A CONSULTA DEL CENTRO DE NUTRICIÓN INTEGRAL CENIF 2016, de responsabilidad de la señorita Silvia Ana Palacios Pérez, ha sido minuciosamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Dr. Juan Vargas Guambo. M.Sc

PRESIDENTE

ND. Dennys Abril Merizalde. MsC

DIRECTOR

ND. Catherine Andrade Trujillo. MsC

MIEMBRO

ND. Janine Taco Vega. MsC

MIEMBRO

Riobamba, noviembre 2017

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Silvia Ana Palacios Pérez soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

SILVIA ANA PALACIOS PEREZ

CI: 1804242905

©2017, Silvia Ana Palacios Pérez.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Yo, Silvia Ana Palacios Pérez, declaró que el presente proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.

SILVIA ANA PALALCIOS PEREZ
CI: 1804242905

DEDICATORIA

Tu sonrisa y tu mirada son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ti. Pese a tu corta edad, me has enseñado que vale la pena luchar y superar los miedos para caminar cada día con mayor seguridad y firmeza. Por esta y muchas experiencias compartidas dedico este trabajo de tesis a mi amada hija María Valentina.

Silvia.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento profundo y sincero:

A Dios por regalarme la oportunidad de vivir una experiencia maravillosa dentro de mi formación profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por abrir sus puertas y permitirme continuar con mi preparación profesional y contribuir como tal a la sociedad.

A mi madre amada por ser mi fortaleza y mi apoyo incondicional en todo momento.

A todos los maestros y maestras que han compartido sus conocimientos para mi formación profesional.

A MsC. Leonardo Abril por su paciencia y dedicación para culminar con mi trabajo de tesis.

Silvia

CONTENIDO

RESUMEN	xi
SUMMARY	xii
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación	2
1.2. Planteamiento del Problema	4
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.5. Hipótesis	6
CAPÍTULO II	
2. MARCO DE REFERENCIA	7
2.1. Obesidad y consumo	11
2.1.1. <i>Gasto energético</i>	12
2.2. Fisiopatología de la obesidad	12
2.3.1. <i>Tejido Adiposo</i>	12
2.3.2. <i>Función endocrina</i>	13
2.4. Citocinas proinflamatorias	14
2.4.1. <i>Factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α)</i>	15
2.4.2. <i>Interleucina 6 (IL-6)</i>	15
2.4.3. <i>Sistema renina-angiotensina-aldosterona</i>	16
2.5. Balance de energía	16

2.6.	Fisiología de la actividad física o ejercicio.....	16
2.6.1.	<i>Consumo de oxígeno</i>	17
2.6.2.	<i>Utilización de sustratos metabólicos durante el ejercicio físico</i>	17
2.6.2.1.	<i>Sistemas energéticos</i>	18
2.6.2.1.1.	<i>Síntesis del ATP a través de la fosfocreatina(PCr)</i>	18
CAPÍTULO III		
3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	36
3.1.	Tipo y diseño de investigación	36
3.2.	Métodos de investigación	36
3.3.	Enfoque de la investigación.....	36
3.4.	Alcance de la investigación	36
3.5.	Población de estudio	36
3.6.	Unidad de análisis.....	36
3.7.	Selección de la muestra.....	37
3.7.1.	<i>Criterios de inclusión</i>	37
3.7.2.	<i>Criterios de exclusión</i>	36
3.8.	Tamaño de la muestra.....	36
3.9.	Técnica de recolección de datos	37
3.10.	Instrumentos de recolección de datos	37
CAPÍTULO IV		
4.	RESULTADOS	40
4.1.	Estadística descriptiva.....	40
4.2.	Descripción de la muestra y comparación entre grupos	41
4.3.	Correlación de variables	45
4.4.	Discusión	61
CONCLUSIONES		64
RECOMENDACIONES		65
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-2. Enfoques de Actividad física.....	25
Tabla 2-2. Clasificación de obesidad según IMC y circunferencia de la cintura.....	28
Tabla 3-2. Márgenes de grasa corporal normal para mujeres adultas.....	29
Tabla 4-2. Interpretación de porcentaje de músculo esquelético	29
Tabla 5-2. Valores de perímetro abdominal.....	30
Tabla 6-2. Tipos de actividad física.....	31
Tabla 7-2. Intensidad de actividad física	32
Tabla 8-2. Métodos de evaluación de la actividad física	33
Tabla 9-2. Niveles de actividad física según los criterios de cuestionario IPAQ.....	35
Tabla 1-3. Pruebas estadísticas	39
Tabla 1-4. Descripción de la muestra.....	40
Tabla 2-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos de edad.....	41
Tabla 3-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según porcentaje de músculo...	42
Tabla 4-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según perímetro abdominal.	43
Tabla 5-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según nivel de actividad física..	44
Tabla 6-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según porcentaje de grasa.....	45
Tabla 7-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según IMC	46
Tabla 8-4. Matriz de correlación.....	47
Tabla 9-4. Correlación de variables según nivel de actividad física (NAF).....	49
Tabla 10-4. Correlación de variables según perímetro abdominal.	51
Tabla 11-4. Correlación de variables según porcentaje de grasa.....	53
Tabla 12-4. Correlación de variables según porcentaje de músculo.....	55
Tabla 13-4. Correlación de variables según Índice de Masa Corporal (IMC).....	57
Tabla 14-4. Correlación de variables según edad	59

RESUMEN

Se analizó la relación entre la composición corporal y nivel de actividad física en pacientes con sobrepeso y obesidad que acuden a consulta del Centro de Nutrición Integral “CENIF” en el período 2016. La obesidad es un problema de salud pública a nivel mundial, mismo que, entre otros aspectos se desencadena por un desequilibrio energético y la escasa práctica de actividad física (AF), alterando la composición corporal del individuo. Estudio de tipo descriptivo, no experimental, transversal, retrospectivo con método deductivo y analítico. La muestra de estudio consta de mujeres con sobrepeso y obesidad (n=70). Los niveles de actividad física fueron determinados mediante la aplicación del Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ versión corta. Los resultados reportan que a mayor Índice de Masa Corporal (IMC) se evidencia un exceso en el porcentaje de grasa y una disminución en el porcentajes de masa muscular ($p=0,001$), parámetros que están ligados a la actividad física (AF). Las mujeres de mayor edad (≥ 40) presenta un mayor porcentaje de músculo ($p=0,004$), situación que contribuye a la disminución del peso, IMC, porcentaje de grasa y perímetro abdominal con la práctica de AF. Los resultados reflejan que existe relación entre la composición corporal y la AF en mujeres con sobrepeso y obesidad, por lo que se recomienda la incorporación de instrumentos que midan los niveles de AF al protocolo de atención nutricional en pacientes con sobrepeso y obesidad.

Palabras Clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS MÉDICAS>, <NUTRICIÓN>, <COMPOSICIÓN CORPORAL>, <ACTIVIDAD FÍSICA>, < MUJERES ADULTAS>, <SOBREPESO>, <OBESIDAD>, .<AMBATO (CANTÓN)>.

SUMMARY

The relation between body composition and the physical activity level analyzed in patients with obesity and overweight, they went to the medical consultation in the Nutrition “Integral Center “CENIF” in the period of 2016. The obesity is a public health worldwide problema, as well as in other aspect it triggered for energy imbalance and the Little physical activity (PA), altering the body composition of the person. It is descriptive study, no experimental, transversal, retrospective with a deductive method and analytic. The study sample consists of pbesity and overweight women (=70). The physical levels determined by the plication of International Physical Actuvity Questionnaire IPAQ short versión. The results report that the greatest indexo f body mass (IBM) evidence an overflow in the fat percentage and a decrease in the muscle mass ($p=0.001$) parameters that are associated with the physical activity (PA). The older women (40) shown the greatest muscle percentage ($p=0,004$), the situation that contributes reducing the weight, IBM, the fat percentage abdominal girt with PA practice. The results show that there is a relation between mass body and the PA in women with overweight and obesity; it recommends incorporating instruments that measure PA levels to the Nutritional Attention Protocol in patients with obesity and overweight.

KEY WORDS: Medical Sciences and Technology – Nutrition – Body Composition – Physical Activity – Older Women – Overweight – Obesity – Ambato (City)

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El rápido aumento de la prevalencia de obesidad con mayor énfasis en mujeres, tanto en países industrializados como en los países en vías de desarrollo, indican que un alto porcentaje de la población vive en condiciones que conllevan un desequilibrio energético, lo que constituye una grave amenaza para la salud pública, debido al aumento de enfermedades ocasionadas por el sobrepeso u obesidad.

A medida que avanza la edad, la mujer sufre numerosos cambios en su composición corporal dando como resultado un incremento de la masa grasa y una disminución de la masa muscular, desencadenando múltiples complicaciones a nivel corporal y disminuyendo la calidad de vida. Los cambios en la composición corporal están estrechamente influenciados con la Actividad Física (AF), detallando así la importancia de estudiar la relación existente entre la composición corporal y la AF en pacientes que padecen sobrepeso y obesidad.

La AF es cualquier movimiento corporal realizado por los músculos, el cual produce un gasto energético y es considerada como factor de riesgo cardiovascular modificable conjuntamente con los estilos de vida. La AF tiene efectos positivos en la salud física y mental y se desarrolla en diferentes momentos; el transporte, el trabajo, las tareas domésticas, el tiempo libre y la práctica regular como tal y con mayor efectividad en personas que padecen sobrepeso y obesidad.

La escasa información de la práctica diaria de ejercicio en pacientes que acuden a consulta del Centro de Nutrición Integral Cenif ha permitido dar interés para estudiar y conocer con mayor exactitud y profundidad la práctica regular de AF mediante el empleo del cuestionario IPAQ. Existe evidencia científica que indica que las personas físicamente activas en comparación poseen menores tasas de mortalidad, hipertensión arterial, enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, diabetes tipo 2, síndrome metabólico, cáncer de mama, cáncer de colon y depresión, favoreciendo como tal la preservación de una composición corporal más saludable.

El presente estudio tiene como objetivo conocer la relación de la composición corporal y los niveles de AF en pacientes con sobrepeso y obesidad que acuden a dicho Centro de Nutrición, ubicado en la ciudad de Ambato, con la finalidad de encontrar soluciones adecuadas para un tratamiento personalizado e integral, lo que contribuirá a la mejorar su estado de salud, para un mayor bienestar y calidad de vida.

Para lograr los objetivos requeridos en el presente trabajo, se ha dividido en 4 capítulos, ubicando en el I la introducción, el problema de investigación, el planteamiento de problema, sistematización del problema, los objetivos: general y específicos; y finalmente la hipótesis general y específica. En el capítulo II se presenta el marco de referencia, en el cual se contempla información investigada, recopilada, que busca dilucidar acerca de las variable estudiadas. Un capítulo III que presenta el diseño de la investigación , en el que detalla el tipo y metodología de la misma, y la selección pertinente de la muestra de estudio; y finalmente un capítulo IV que presenta los resultados obtenidos en la investigación, seguido de una discusión que muestra una comparación con otros estudios realizados. Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones para posteriores estudios.

1.1. Problema de investigación

La obesidad es un problema de Salud Pública que afecta tanto a países desarrollados como en vías de desarrollo. (Braguinsky, 2011). Convirtiéndose en un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades como; diabetes mellitus, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, entre otras complicaciones. Según el Índice de Masa Corporal (IMC) planteado por la OMS, en México la prevalencia de sobrepeso y obesidad es de 71.28% en personas adultas, siendo este problema mas sentido en mujeres. (OMS, 2014)

En Ecuador, tomando en cuenta los mismos indicadores de referencia (IMC), la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos es de 62.8%, evidencias que denotan la gravedad de la epidemia de sobrepeso y obesidad por la que atraviesa el país. La obesidad es más frecuente en el sexo femenino (27.6%) en comparación al masculino (16.6%), situación contraria del sobrepeso, donde el sexo masculino es prevalente en un 43.4% y el femenino con 37.9%. (ENSANUT/MSP, 2014)

La prevalencia de las enfermedades crónicas no transmisibles cardiometabólicas en población adulta (diabetes (2.7%), resistencia a la insulina (39.9%), dislipemia (24.5%), hipertensión 9.3% y de prehipertensión arterial es 37.2% y el conjunto de factores de riesgo reunidos en el síndrome

metabólico (la circunferencia de la cintura es el indicador que mejor expresa la obesidad abdominal) posee especial importancia por su asociación directa con enfermedad, discapacidad y muerte, y por los altos costos que el sistema sanitario debe considerar para su control. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

La actividad física se ubica en la lista de acciones protectoras más importantes para prevenir un conjunto de problemas crónicos que azotan a millones de personas en el mundo. Con la expansión de los procesos de globalización, urbanización y desarrollo económico y tecnológico, se observa una tendencia a la menor actividad física y al incremento del sedentarismo en la población. La inactividad física ha sido definida como el octavo factor contribuidor de las enfermedades crónicas y, a medida que la contribución de las enfermedades crónicas a la mortalidad general va en incremento, estas se han convertido en las principales causas de muerte, enfermedad y discapacidad; con el consiguiente incremento de los costos de la atención médica. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

En Ecuador alrededor de un cuarto (24.6%) de adultos de 18 hasta los 60 años son inactivos y más de un tercio tiene baja actividad (34.6%), mientras el 40.8% reportó un nivel de mediana o alta actividad. En el caso de actividad física en general, una comparación entre los sexos permite revelar que existe una proporción significativamente mayor de hombres que realizan mediana o alta actividad, en comparación con las mujeres (43.4% vs. 38.4%). 36

Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), si se llegara a erradicar la obesidad, se reduciría la diabetes en 60%, en 20% la enfermedad coronaria y los accidentes vasculares y casi en 30% la hipertensión arterial. Estimaciones similares afirman que la práctica de actividad física moderada en toda la población reduciría en un 30% las muertes por enfermedades coronarias, 25% de diabetes y cáncer del colon, 12% el cáncer de la mama 15% los accidentes vasculares cerebrales en 10% por fractura de la cadera.(Carroll, M. 2012)

Taylor C. en su estudio concluye que la dosis de actividad física (AF) parece menos importante que la adherencia a largo plazo a la AF supervisada para la reducción del riesgo de mortalidad a largo plazo. (Taylor, 2017).

Según criterios de Carl J y colaboradores la actividad física (AF) de alta intensidad que aumenta la frecuencia cardíaca y aumenta mejor los niveles de la aptitud cardiorespiratoria (CRF) es probablemente superior a AF de baja intensidad para los efectos generales de la salud. Sin embargo,

el principal desafío de la salud pública es lograr que la gente aumente la AF en primer lugar, especialmente en el tiempo de ocio persistente (LTPA), a lo largo de su vida, que es una estrategia rentable que debe promoverse en toda la industria de la salud. (Lavie, 2017)

1.2. Planteamiento del Problema

Conociendo que la "obesidad" es un problema de salud pública a nivel mundial, el cual desencadena modificaciones en la composición corporal y acarrea a múltiples enfermedades no transmisibles, misma que deterioran la salud de la población que la padece. Esta problemática está influenciada estrechamente con la práctica de actividad física, y se pretende como tal, buscar soluciones viables para paliar sus efectos negativos y contribuir con alternativas que condicionen a la mejoría de la calidad de vida. Como es conocido, la problemática de sobrepeso y obesidad es frecuente en mujeres, esta realidad es palpable en el día a día de la consulta nutricional del Centro de Nutrición Integral Cenif, por tal razón se propone como pregunta de investigación ¿Cómo influyen los niveles de actividad física en la composición corporal en pacientes con sobrepeso y obesidad que acuden al Centro de Nutrición Integral CENIF?

1.3. Justificación

Sabiendo que la obesidad es el exceso de grasa corporal, el cual altera de forma directa a la composición corporal normal (peso, % músculo, % grasa, perímetro abdominal) desencadenando consecuencias graves para la salud. Además esta enfermedad (obesidad) dificulta el desempeño laboral, personal, social de los pacientes, ya que la capacidad de trabajo es reducida debido al gran consumo energético que realizan al mover su masa corporal, llevándolos así a ser cada vez más sedentarios. La actividad física es de vital importancia en la vida diaria de la población, la misma que está estrechamente relacionada con el cuidado de la salud, por tal motivo, la valoración de este factor (actividad física) es de gran importancia al momento de evaluar o tratar a pacientes con sobrepeso y obesidad. Ya que la actividad física regular origina importantes beneficios y cambios en la salud a nivel sistémico, cardiovascular y metabólico, convirtiéndose a la vez en una herramienta fundamental para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (diabetes, hipertensión, dislipidemias, enfermedades cardiovasculares, etc). Existen diversos medios para su valoración, uno de ellos es el Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ versión corta. Este instrumento es validado en diferentes países y se recomienda para uso a nivel nacional,

regional con la finalidad de monitorear o investigar. Se encarga de evaluar la frecuencia, intensidad y duración de la actividad física efectuada en una semana, con un llenado de fácil comprensión e interpretación. Sabiendo que el sobrepeso y obesidad está estrechamente relacionada con la actividad física surge la necesidad e interés de evaluar los niveles de actividad física en los pacientes con sobrepeso y obesidad que acuden a consulta del Centro de Nutrición Integral "Cenif" con el propósito general de analizar su relación con composición corporal, ya que es una variable no evaluada dentro del tratamiento impartido a los pacientes en dicho centro, datos que permitirán realizar estudios posteriores para bienestar de cada uno de ellos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar la relación entre la composición corporal y nivel de actividad física en pacientes con sobrepeso y obesidad que acuden a consulta del Centro de Nutrición Integral "CENIF" en el período 2016.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar la relación entre porcentaje de grasa, masa muscular, perímetro abdominal y niveles de actividad física.
- Analizar la relación entre porcentaje de grasa, masa muscular, perímetro abdominal y niveles de actividad física a distintos grados de IMC.
- Analizar la relación entre porcentaje de grasa, masa muscular, perímetro abdominal y niveles de actividad física en distintos grupos de edad.
- Comparar grupos de edad según niveles de actividad física (leve, moderado, vigorosa) y los indicadores diagnósticos de obesidad (porcentaje de grasa, IMC).
- Incluir en el protocolo de atención al paciente con sobrepeso y obesidad instrumentos que midan niveles de actividad física para futuras intervenciones.

1.5. Hipótesis

A mayor nivel de actividad física menor porcentaje de grasa y menor perímetro abdominal.

CAPÍTULO II

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Etiología del sobrepeso y obesidad

La etiología de la obesidad es multifactorial: genético, ambiental, consumo energético, ambiental, y gasto energético; sin embargo, la raíz causal en el desequilibrio energético es el mayor consumo de calorías que las gastadas. (Lebacqz, 2016)

El papel básico de la alimentación es mantener una concentración estable de nutrientes. Para ello, el cerebro usa información sobre los niveles de nutrientes disponibles para controlar los procesos metabólicos, el nivel de actividad y la alimentación. El comportamiento está regulado por retroalimentación periférica a partir del intestino y por mecanismos centrales localizados sobre todo en el hipotálamo. La parte ventromedial del hipotálamo inhibe la ingestión, mientras que el hipotálamo lateral la promueve. La alimentación está relacionada estrechamente con los mecanismos básicos que implican respuestas de premio y de castigo. La alimentación es también modulada por el aprendizaje, el cual produce las preferencias de gusto que mostramos de forma idiosincrásica. Según el fenómeno conocido como saciedad sensible-específica, la introducción de un alimento nuevo durante la comida vence la respuesta de saciedad. Los obesos son más sensibles al paladar alimentario que aquellos de peso normal. Es más probable que los obesos tienden a evitar los alimentos poco placenteros y prefieran los alimentos muy agradables al paladar. (Scully & Esther, 2003)

La regulación energética se da por dos sistemas: 1. Sistema Homeostático; incluye reguladores hormonales, de hambre y saciedad (leptina, grelina e insulina), los mismos que actúan en el hipotálamo y circuitos cerebrales para inhibir o estimular. 2. Sistema no homeostático; incluye al sistema de refuerzo cerebral, actuando en el comportamiento. Este sistema está estrechamente relacionado con el sistema neuronal ya que activa señales de recompensa, en respuesta a un alimento placentero. Este sistema incluye el sentido del olfato. (Osorio, 2012)

Los complejos mecanismos biológicos reguladores del balance calórico (equilibrio entre ingesta y consumo energético y cuantía de los depósitos grasos) son regulados desde el hipotálamo.

Los modelos experimentales animales han mostrado que la regulación alimentaria desencadena la activación de señales neuronales, hormonales y vías neuropeptídicas. Entre las moléculas que regulan la ingesta específicamente en el hipotálamo se encuentran neurotransmisores como el GABA y glutamato, y neuropeptidos como el neuropeptido Y (NPY). A nivel circulatorio el sistema nervioso autónomo utiliza varias hormonas circulantes entre las que se encuentran la insulina y la leptina. Todas estas moléculas realizan los ajustes correspondientes para la ingesta de alimentos, metabolismo de nutrientes y modulación del apetito, a través del equilibrio entre sustancias orexigénicas y anorexigénicas. (Muñoz, 2014)

La leptina es la señal aferente de grasa mejor conocida y el mejor candidato a ser la fundamental señal de comunicación al sistema nervioso central de la información sobre la grasa corporal. Esta citosina producida por el tejido adiposo, pero también en menor medida por la placenta y el estómago, disminuye la ingestión de alimentos e incrementa el gasto energético. Este péptido ejerce sus efectos a través de un receptor: el de la leptina, ubicado en las neuronas del núcleo infundibular del hipotálamo, con las siguientes consecuencias:

3. Disminución de la secreción del neuropeptido Y, que es el más potente estimulador del apetito.
4. Disminución de la secreción de la proteína relacionada con el agutí. En inglés Agouti related protein, descrita primeramente en roedores, en los cuales las mutaciones dominantes originan obesidad, resistencia a la insulina, hiperleptinemia y color amarillo, y que fue posteriormente caracterizada en el hipotálamo humano. Esta proteína es un antagonista de los receptores de la melanocortina 1 y 4, que son reguladores del apetito.
5. Aumento de la secreción de la propia melanocortina, el precursor de la hormona alfa melanotropina, que reduce la ingestión de alimentos.
6. Aumento de la secreción de producto peptídico regulado por cocaína- anfetamina (CART), que produce un incremento del gasto y una disminución de la ingestión. (Scully & Esther, 2003)

Los estímulos con capacidad para actuar a nivel hipotalámico disminuyendo el apetito y aumentando el gasto energético proceden del sistema gastrointestinal (glucagón, bombesina, colecistoquinina y glucosa); del sistema endocrino (epinefrina, a través de sus efectos alfa-betaadrenérgicos y estrógenos); del tejido adiposo (leptina); del sistema nervioso central (dopamina, serotonina, colecistocina y ácido gamma- aminobutírico). (Sears, B. & Ricordi, C., 2012)

La grelina conocida como la primera hormona orexigénica (estimulante del apetito) periférica que actúa a nivel central, principalmente induce el apetito, acelera el vaciamiento gástrico y se incrementa sus niveles séricos antes de una comida. (Llamas, C. 2015)

La grelina, es un péptido de 28 aminoácidos que funciona como una hormona orexígena, se expresa principalmente en el fondo gástrico por medio de células neuroendocrinas, y se secreta a la circulación sistémica de manera controlada. Asimismo, se han encontrado niveles bajos de grelina en duodeno y colon, glándula pituitaria, islotes pancreáticos, y neuronas del núcleo arcuato en el hipotálamo. La grelina, regula de manera antagonista a la leptina y participa en la síntesis y secreción de varios neuropéptidos en el hipotálamo que regulan la alimentación y funciones hipotalámicas. La producción de grelina está regulada por factores nutricionales y hormonales. Las concentraciones plasmáticas exhiben un perfil de comportamiento oscilatorio durante el día. Se elevan en períodos de ayuno, incrementan un 20% antes del desayuno, 45% antes del almuerzo y 51% antes de la cena. Entre los tiempos de comida, la grelina tiende a incrementarse gradualmente, con un nadir entre las 9am y las 10am, y un pico entre la medianoche y 2am. Las señales inhibitorias para su secreción están mediadas por la somatostatina, interleucina-1, la hormona de crecimiento, dieta alta en grasas y el tono vagal; por el contrario, el ayuno y la dieta baja en proteínas producen un aumento en la expresión y concentración de grelina. (Camargo, 2015)

Receptores a gaba (GABAA Y GABAB) en la regulación del apetito.- Los estudios experimentales animales muestran que la participación del sistema nervioso central, el sistema nervioso periférico y los efectos paracrinos y endocrinos son esenciales para la comprensión de los mecanismos celulares implícitos en la regulación del apetito. Por ejemplo, durante la ingesta alimentaria el GABA aumenta su participación en el hipotálamo y en las neuronas GABAérgicas del núcleo arqueado sensibles a leptina. Además de las interneuronas GABAérgicas, las neuronas AgRP del hipotálamo liberan GABA para regular el balance energético, el peso corporal y la obesidad. Los experimentos con ratas han demostrado que no sólo el GABA, sino también el NPY y glutamato favorecen el apetito, la ingesta alimentaria y el aumento en la actividad de la enzima lipoproteinlipasa en el tejido adiposo. La participación del GABA en la conducta alimentaria se ha confirmado gracias al uso de fármacos agonistas y antagonistas a receptores de GABA en modelos experimentales con roedores. En estructuras como el núcleo acumbes, la aplicación de agonistas a receptores a GABA estimula la ingesta alimentaria y puede indicar que el GABA tiene doble acción en la ingesta alimentaria, por lo que su participación dependerá del tipo de estructura cerebral y de las neuronas que inervan, así como a la presencia de receptores a GABA y péptidos. (Sandoval, C., Ramírez, E., Solís, O., 2013).

La obesidad se caracteriza por una franca secreción de hormona de crecimiento para contribuir al mantenimiento del peso. La secreción y liberación de la hormona de crecimiento desde la hipófisis anterior, está mediada por la hormona liberadora de hormona de crecimiento, varios neurotransmisores y neuropéptidos, mientras que la somatostatina se encarga de la inhibición. Además, una serie de sustancias conocidas como secretagogos de la hormona de crecimiento, entre ellos la grelina, poseen un importante efecto liberador. La grelina actúa en la vía orexígena relacionada con el Neuropeptido Y y la proteína R-Agouti, dos péptidos orexígenos sintetizados en el hipotálamo, que promueven la ganancia de peso por medio de la ingesta alimentaria, disminuyen el gasto energético, y estimulan la secreción de glucocorticoides e insulina, lo que favorece la acumulación de triglicéridos en el tejido adiposo blanco. En la regulación de la grelina circulante durante el ayuno y la alimentación, participan distintos mecanismos. La concentración plasmática de grelina en ayuno en personas obesas es significativamente menor y esta negativamente correlacionada con el índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal, niveles de insulina en ayuno y concentración de leptina. Durante el ayuno, los niveles de leptina disminuyen rápidamente, lo que favorece la liberación de grelina circulante para estimular el NPY y AgRp. De esta forma, la leptina y la grelina funcionan de manera complementaria y antagónica regulando las señales que informan al cerebro el estado actual agudo y crónico del balance energético. El descenso en la secreción de grelina en personas obesas es una adaptación fisiológica a un balance energético positivo, por lo tanto, la falta de supresión de grelina plasmática después de comer, podría contribuir a un aumento en la ingesta de alimentos. Los pacientes que reducen peso con dieta hipocalórica, muestran un incremento en los niveles plasmáticos de grelina, lo que contribuye a una regainancia de peso posterior. 7

La base teórica propuesta para explicar una relación entre una cantidad de sueño insuficiente y el sobrepeso u obesidad son biológicos y conductuales. Estudios encontraron que la restricción de sueño desregula el control del apetito, ya que altera las hormonas; leptina y grelina. Dichas hormonas presentan funciones antagónicas en el control del apetito y la homeostasis energética. La leptina es producida por los adipocitos blancos y contribuye a la supresión de la ingesta alimentaria y estimula el gasto energético. La grelina, es producida por el estómago (células del fundus), actúa sobre circuitos neuronales centrales (hipotálamo y el tallo cerebral) involucrados en la ingesta de alimentos y el gasto de energético. El neuropéptido es un potente estimulador de la ingesta a nivel central y la producción de grasa. Estudios demuestran que después de la privación total de sueño o el sueño restringido, existe un aumento de la grelina y disminuye la leptina, lo que predispone a

una ganancia de peso. Un estudio en animales determina que la privación del sueño provoca hiperfagia; experimentos en humanos sugieren un efecto similar. (Durán, S., Agüero, J. & et al., 2016)

Existe además una población de neuronas orexígenas que a través de la liberación del neuropéptido Y y del péptido relacionado a agouti (NPY/AgRP), antagoniza la acción de los receptores de melanocortina, principalmente MC4R. La infusión repetida de NPY y AgRP induce obesidad, con rmando su acción orexígena. El NPY, molécula de 36 aminoácidos, es considerado como un gran efecto estimulante del apetito. Se conocen 5 tipos de receptores de este neuropéptido (Y1, Y2, Y3, Y4, Y5), sobresaliendo Y1 en la regulación del consumo de alimentos, su administración en los ventrículos cerebrales aumenta la ingesta, disminuye el gasto energético e incrementa la acción enzimática lipogénica del hígado y del tejido adiposo, ocasionando obesidad. Además las neuronas NPY coexpresan otro péptido que regula el peso corporal (péptido AgRP), ya que inhibe la ingesta de alimentos y por ende facilita una disminución del peso. (Guzman, 2015)

6.1. Obesidad y consumo

Un estudio tenía como finalidad conocer si el consumo de frutas y verduras tiene estrecha relación con problemas de sobrepeso y obesidad. Determinado como tal que no existe asociación alguna. Únicamente 1 de cada 20 individuos llevan un consumo recomendado de frutas y verduras por día. (Arribas, C., Harten, C., 2015)

Estudio científico de “Alto riesgo para la salud debido al consumo de bebidas y obesidad entre bachilleres de México” tenía como propósito identificar el consumo de bebidas y determinar la obesidad (O) y la obesidad abdominal (OA) en mexicanos de bachillerato. Se calcularon diferencias en rangos de consumo de bebidas entre sexo en categorías del IMC con la prueba de Mann-Whitney. Se evaluaron 1677 estudiantes entre 15 y 17 años. La prevalencia de O y OA fue en hombres y mujeres de 15% y 53% y de 12% y 43%, respectivamente. El consumo semanal de bebidas energéticas, alcohólicas, lácteas y azucaradas en mililitros y kilocalorías por semana fue mayor en hombres ($p=0.001$). Más del 70% de estudiantes consumen más de 25 g de azúcar al día proveniente de bebidas y más del 38% consumen más de 50 g de azúcar al día. Este consumo de alto riesgo requiere de intervenciones inmediatas. (Meza, N. & et al., 2015)

6.1.1. Gasto energético

La determinación del gasto energético es de gran importancia e interés para brindar una atención nutricional eficiente y obtener un adecuado rendimiento del individuo o hallazgo certeros del gasto energético para manejo nutricional en patologías. La cantidad de energía que requiere un individuo se divide en: El gasto energético basal (GEB), el efecto térmico de los alimentos (ETA) y el gasto energético asociado a la actividad física y-o entrenamiento.(Herrera & Castañeda, 2014)

Estudios recientes expresan que el sedentarismo comportamiento fue identificado como el correlato más importante de tener sobrepeso. La delimitación de la jerarquía de los correlatos proporciona una mejor comprensión de la forma de vida relacionado combinaciones de comportamiento que pueden ayudar en la orientación de las estrategias preventivas dirigidas a la lucha contra la obesidad. (Roda, C. & et al. , 2016)

6.2. Fisiopatología de la obesidad

2.3.1. Tejido Adiposo

Es un tejido especializado en el almacenamiento de lípidos. Se lo considerar como un tejido conectivo atípico ya que posee poca matriz extracelular, pero su origen embrionario son las células mesenquimáticas. Su capacidad para almacenar lípidos se basa en la magnitud de los citoplasma celulares para contener adipocitos (células de gran tamaño). La grasa es un buen almacén energético ya que poseen el doble de densidad calórica que los azúcares o las proteínas. Los depósitos de grasa almacenados son empleados para facilitar moléculas de energía a otros tejidos o para generar calor de manera directa. (Sanchez, G., & et al. , 2016)

En el cuerpo humano el tejido adiposo (TA) sufre dos efectos para ser capaz de acumular el exceso de calorías que se ingieren mediante alimentación y que no son consumidas por el organismo. Esto induce una hipertrofia, es decir, crece el adipocito debido a un aumento intracelular de triglicéridos, lo cual provoca que ciertas funciones se vean alteradas; sin embargo, este aumento de grasa acumulado produce otro efecto en el tejido adiposo: la hiperplasia, con la cual se incrementa el número de adipocitos, factor que incide en la obesidad. Estos efectos en el TA se tiene mayor facilidad de tener una ganancia de peso. Por lo que el adipocito no solo es una célula de almacenamiento, sino que también tiene funciones en la producción y la regulación de varias hormonas. (Zárate, 2016)

El TA tiene origen y desarrollo mesodérmico. Existen dos: blanco (TAB) o pardo (TAP), de acuerdo con el tipo de adipocito predominante; el tercer tipo, son los beige ((ABg) dado que se consideran células que comparten ciertas características con ambos), encontrados en el TAB en cantidades menores. Los adipocitos rosa (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, Romero, Muñoz, & Alonso Rivera, 2016)

El tejido adiposo pardo participa en la regulación del metabolismo y en la termogénesis, siendo abundante en los animales que hibernan, aunque también en el hombre, principalmente en la etapa neonatal, en lactantes y niños. Disminuye marcadamente después de la 8va semana de vida, y sigue habiendo en cantidades pequeñas en todas las categorías de edad (en el adulto supone un 1% de la masa corporal). Se caracteriza por poseer adipocitos multiloculares (su citoplasma contiene muchas gotas de lípido) y una gran cantidad de mitocondrias, que le dan su aspecto pardo junto a una alta capacidad oxidativa, necesaria para la disipación energética (termogénesis). El tejido adiposo blanco se acentúa a partir del 3er trimestre del embarazo. La expansión tiene lugar rápidamente desde el primer año de vida y su desarrollo es un proceso continuo a lo largo de la vida. Está formado por adipocitos uniloculares (cada célula de grasa contiene una sola gota grande de aceite) que contienen mitocondrias. La principal función es controlar la ingesta de energía y la distribución de la misma a otros tejidos en los períodos catabólicos. Posee gran capacidad de almacenamiento de triglicéridos, responde ordenes de hormonas secretadas por sí mismo. (Morales, 2010)

Las características que determinan la nocividad del tejido adiposo son; su topografía, su poder de lipólisis/ lipogénesis, su perfil secretor, el tipo de expansión (hiperplasia o hipertrofia), el estado inflamatorio, niveles de oxígeno, etc.. El adipocito está diseñado para almacenar una gota lipídica sin dañar su citoplasma. Este depósito tiene un sistema de regulación de la **lipogénesis**. El adipocito está cubierta de diferentes proteínas que le proporcionan estabilidad y permiten la salida o entrada de ácidos grasos. Las señales encargadas de regular la lipogénesis se dan por presencia de la insulina (estimula) y la de la leptina (inhibe); dentro de las que modulan la lipólisis se destaca la catecolaminas y la insulina. El exceso de ácidos grasos circulantes trae la consecuencia de depósito en células no adiposas, ocasionando insulinoresistencia. (Reyes, 2012)

2.3.2. Función endocrina

El tejido adiposo a mas de su almacén de grasa corporal, tiene diversidad de funciones endocrinas. (Gonzales, M. & et al. , 2012)

El equilibrio de los depósitos y movilización de los triglicéridos se da por un control nervioso y hormonal. Los adipocitos tienen la capacidad de sintetizar y secretar hormonas, factores de crecimiento, y citocinas. (Montalvo, 2010)

Las adipocinas una vez presentes en el hipotálamo se encargan de regular entre hambre y saciedad. El rol de estas hormonas es crucial en el control energético del metabolismo al comunicar el estado nutricional del organismo y la sensibilidad a la insulina. La leptina, la resistina, y la adiponectina cumplen un papel importante en la homeostasis de la glucosa, situación que está relacionada con el desarrollo de enfermedades; obesidad, diabetes, y síndromes autoinmunes, y síndromes metabólicos. La **adiponectina**; es sintetizada no únicamente por los adipocitos, sino también por el músculo esquelético y cardiomiocitos. Está presente de forma abundante en el plasma, es una proteína de 244 aminoácidos y pertenece a la superfamilia del colágeno. Los niveles plasmáticos de adiponectina aumentan con la pérdida de peso y con fármacos sensibilizadores a la insulina. La adiponectina tiene propiedades anti-inflamatorias (empleando la supresión del factor nuclear kappa-B (NF-kB) efecto activado en los macrófagos y monocitos), aumenta la sensibilidad a la insulina, promueve la angiogénesis, tiene actividad antiaterogénica, y regula la homeostasis metabólica. Además la adiponectina prohíbe la conversión de macrófagos a células espumosas y disminuye la oxidación de las LDL. Por lo que se la denomina una buena adipocina. **Leptina**: es la primera adipocina en caracterizarse, es una hormona peptídica codificada por el gen *ob* y producida por el tejido adiposo blanco, es secretada en mayor cantidad por los adipocitos subcutáneos, su concentración está estrechamente proporcional con la cantidad de grasa corporal, se encarga también de la regulación de la ingesta alimentaria y el gasto energético mediante receptores de leptina (*ObRa*, *ObRb*), en el sistema nervioso central. Los niveles de leptina están regulados por el nivel de energía, el consumo de alimentos, hormonas y diversos mediadores de la inflamación. (Arroyo, 2014)

2.4. Citocinas proinflamatorias

La obesidad es una enfermedad inflamatoria crónica ocasionada por un desbalance entre la cantidad de energía consumida y la energía gastada que lleva a un balance energético netamente positivo. Dicho balance energético positivo conlleva a la acumulación de ácidos grasos libres provenientes de la dieta o en forma de triglicéridos resultantes de lipogénesis. Las células acumulan triglicéridos en forma de vesículas lipídicas esta acumulación conduce a una hipertrofia e hiperplasia del tejido adiposo. Por otro parte, el exceso de ácidos grasos libres localmente conduce a inflamación del tejido adiposo, especialmente el visceral. El conocer las bases moleculares de la inflamación del

tejido adiposo es importante ya que facilita el desarrollo de nuevas terapias las mismas que están basadas en mecanismos moleculares bien determinados para disminuir sustancialmente la incidencia del síndrome metabólico en pacientes con obesidad. (Ramirez, 2016)

2.4.1. Factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α)

Ésta fue la primera citocina descubierta que secreta el tejido adiposo, y ha sido una de las más estudiadas en el metabolismo. La TNF- α es una proteína con un peso molecular de 17 kDa. Ésta no sólo es secretada por el tejido adiposo sino también actúa sobre él, esto gracias a receptores tipo I y tipo II expresados en el adipocito. El RNA mensajero del TNF- α , y su consecuente síntesis en el tejido adiposo, se ha relacionado de manera directamente proporcional al IMC, así como con la resistencia a la insulina, al porcentaje de grasa corporal, y aumento en los triglicéridos. El TNF- α disminuye la captación por el adipocito de ácidos grasos no esterificados, lo que genera un aumento de ácidos grasos en la circulación, además tiene efectos negativos sobre el receptor de la insulina (genera resistencia) y actúa de manera paracrina y autocrina modificando la expresión de otras adiponectinas como la leptina. Por otro lado, y generando aun mayores complicaciones, esta citocina inhibe la lipólisis, lo que parece ser mediado por perilipinas. (Gutiérrez, J., & colaboradores., 2011)

2.4.2. Interleucina 6 (IL-6)

Esta citocina es secretada por una gran cantidad de células, dentro de las que destacan: macrófagos, fibroblastos, células endoteliales, adipocitos, e incluso el músculo esquelético; de modo similar al TNF- α , ésta tiene efectos endocrinos, paracrinos y autocrinos. Es una citocina que pesa alrededor de 22 a 27 kDa, tiene un receptor similar al receptor de la leptina, y para su función es necesario la dimerización y la unión a su receptor transmembranal. La expresión de la IL-6 es mayor en adipocitos de grasa visceral que en los periféricos, cabe mencionar que el 90% de su síntesis se lleva a cabo en células del tejido adiposo distintas al adipocito (por ejemplo, linfocitos T). La expresión de IL-6 es mayor en pacientes obesos, hasta en un 30% del total de la circulante. En estos pacientes, ésta proviene del tejido adiposo. La IL-6 aumenta la lipólisis y la oxidación de grasas, ésta también se relaciona con la resistencia a la insulina. Se ha descubierto que la IL-6 a nivel hepático provoca resistencia a la insulina y posteriormente diabetes. 25

2.4.3. Sistema renina-angiotensina-aldosterona

El tejido adiposo produce varias proteínas del sistema regulador de la tensión arterial, dentro de éstas se encuentran: renina, angiotensinógeno, angiotensina (AT I y AT II). Debido a que dentro del tejido adiposo se encuentra la enzima convertidora de angiotensina (ECA), la AT I puede convertirse en AT II. Además existen la quimasa, la catepsina D y G, que también pueden producir AT II; también el tejido adiposo expresa receptores de AT I y II. La expresión de angiotensinógeno, ECA y de los receptores de AT I, se encuentran en mayor cantidad en la grasa visceral que en la grasa subcutánea. Al igual que otras adiponectinas, este sistema se ve incrementado en la obesidad, lo que explica la relación entre la obesidad y la hipertensión arterial, constituyentes del síndrome metabólico. Los componentes del tejido adiposo juegan un papel distinto que el de la regulación de la tensión arterial. 22

2.5. Balance de energía

Comprende la ingestión de energía y el gasto energético. En relación con la ingestión, es difícil demostrar que los adultos obesos consuman más calorías que los no obesos, si se considera el consumo extra implicado en la movilización de la masa corporal y la pérdida de calor de ésta. Otros factores, además de la ingestión calórica, están implicados en la patogenia de la obesidad, como el consumo de energía. Hay tres componentes: el gasto metabólico en reposo (GMR), el efecto térmico de la actividad y la termogénesis de la dieta. El mayor componente es el GMR, responsable el 60% del gasto de energía. Este componente puede incrementarse por la actividad voluntaria. La mayoría de los mecanismos termogénicos (músculo y el transporte de membrana celular) están controlados por el sistema nervioso simpático. Se ha encontrado que la respuesta de este sistema está bloqueada en el obeso. (del Pozo, y otros, 2012)

2.6. Fisiología de la actividad física o ejercicio

Es el estudio de la adaptación aguda y crónica a un mayor consumo de oxígeno. La fisiología del ejercicio incluye otras áreas como bioquímica, bioenergética, función cardiopulmonar, hematológica, biomecánica, fisiología del músculo esquelético, función neuroendocrina y función del sistema nervioso tanto central como periférico. (Chicharro & Mojares, 2008)

2.6.1. Consumo de oxígeno

En reposo el consumo de oxígeno es, en promedio, de 200-250 ml/min. con un cociente respiratorio $R=0,82$ y un equivalente calórico para el oxígeno de 4,83 kcal/l, lo que lleva a un metabolismo basal de 58-72 kcal /hora. Cuando se inicia un ejercicio, incluso ligero, y se mantiene de forma estable durante algún tiempo, el consumo de oxígeno aumenta de manera inmediata pero hasta que no transcurren unos minutos no se estaciona en el nivel que corresponde al del ejercicio que se está realizando. Durante este intervalo se incurre en lo que se denomina deuda de oxígeno o déficit de oxígeno ya que el consumo de oxígeno es insuficiente para los requerimientos metabólicos en ese periodo de tiempo. El valor de la deuda de oxígeno será la diferencia entre el consumo de oxígeno necesario para mantener la situación de ejercicio de manera estable y el consumo de oxígeno producido. Al finalizar el ejercicio se repara la deuda de oxígeno manteniendo el consumo de oxígeno por encima del necesario en reposo durante un cierto tiempo. Durante la fase inicial en la que el oxígeno inspirado no es suficiente para suplir el gasto energético se hace uso de otras fuentes de energía que son:

- a) Compuestos de alta energía almacenados en el músculo en actividad como ATP y fosfato de creatina.
- b) Oxígeno almacenado en la sangre y en la mioglobina muscular.
- c) Glucógeno muscular y glucosa sanguínea que resintetizan compuestos de alta energía vía glicólisis anaerobia y por lo tanto sin requerir oxígeno. Esto dará lugar a la acumulación de ácido láctico que formará lactato e hidrogeniones que difundirán a la sangre aumentando los niveles de lactato y disminuyendo el pH (que es un potente estimulante de la ventilación)

Al finalizar el ejercicio se repara la deuda de oxígeno ya que los almacenes de compuestos de alta energía se reponen, el glucógeno se resintetiza y el lactato entra en el ciclo del ácido cítrico oxidándose a CO_2 y H_2O . . (Melendez, 1987)

2.6.2. Utilización de sustratos metabólicos durante el ejercicio físico

La contracción muscular durante el ejercicio físico es posible gracias a un proceso de transformación de energía. La energía química que se almacena en los enlaces de las moléculas de los diferentes sustratos metabólicos (el ATP es la molécula intermediaria en este proceso) es transformada en energía mecánica. En esta transformación gran parte de la energía liberada se

pierde en forma de calor o energía térmica; esto tiene su ventaja ya que el aumento de temperatura provoca variaciones en diferentes reacciones metabólicas mediadas por complejos enzimáticos, posibilitando que estas reacciones sean más eficientes desde un punto de vista energético; por esta razón se recomienda realizar un adecuado calentamiento antes de la ejecución de un entrenamiento. Los sustratos metabólicos que permiten la producción de ATP proceden de las reservas del organismo o de la ingestión diaria de alimentos. Los sustratos más utilizados en las diferentes rutas metabólicas durante el ejercicio físico son los HIDRATOS DE CARBONO Y LAS GRASAS. (Comroe, 2002)

2.6.2.1. Sistemas energéticos

El miocito tiene tres mecanismos para resintetizar el ATP. Estos son procesos exergónicos que liberan energía necesaria para conseguir sintetizar ATP a partir del adenosin difosfato (ADP). (CHICHARRO J.L., Vaquero A.F., 2006)

2.6.2.1.1. Síntesis del ATP a través de la fosfocreatina(PCr): Anaeróbica Aláctica

El combustible de este sistema es la PCr que se encuentra reservada únicamente dentro de las fibras musculares. Se estimula con el trabajo particular de cada músculo y su mejoría no provoca cambios en otros músculos no involucrados en la contracción. La PCr está constituida por un aminoácido que es la creatina unida por un enlace de alta energía de 10 Kcal. a un fósforo. Éste aminoácido puede ingerirse normalmente en la dieta en pequeñas cantidades a través de la ingesta de carnes y pescados, o sintetizarse endógenamente a través aminoácidos precursores que son arginina, glicina y metionina en hígado riñón y páncreas. La concentración de PCr en la fibra muscular esquelética es de 3 a 5 veces superior a la concentración de ATP (15x10⁻⁶.g-1 de músculo). Una vez iniciada la ruptura del ATP para la producción de energía mecánica, la fosforilación de este sustrato es producida principalmente por la PCr, en la cual el enlace de alta energía es destruida por la acción de la creatinkinasa separando por un lado a la creatina y por otro al fósforo. La energía química contenida en el enlace de alta energía es liberada al medio para producir la unión del fósforo de la fosfocreatina al ADP para la nueva obtención de ATP. (Metral, 2000)

2.6.2.1.2. Glucólisis anaeróbica

Consiste en descomponer el glucógeno para producir energía. Este proceso brinda energía inmediata a la hora del ejercicio, y da como resultado final de su proceso el ácido pirúvico. En condiciones apropiadas, el ácido pirúvico se descompone aún más para proporcionar más energía.

Cuando no sucede esto, el ácido pirúvico se convierte en ácido láctico. Cuando el ácido láctico no se elimina del músculo, aparecen problemas en las contracciones musculares debido a la acidez muscular, motivo por el cual deberá suspender o cesar la actividad física. Si la cantidad de oxígeno no es suficiente en la célula para este proceso, disminuye sustancialmente las enzimas que permiten a la célula procesar todo el ácido pirúvico; o la mitocondrias que es la encargada de destruir no es lo suficientemente grande para el influjo súbito de ácido pirúvico. Mientras que las células de contracción rápida apenas tienen mitocondrias o enzimas apropiadas, procesan el ácido pirúvico, para convertirlo en ácido láctico. («SINTITUL-1 - Acido-Lactico-y-Rendimiento-Fisico.pdf», s. f.)

2.6.2.1.3. Fosforilación oxidativa: aeróbica u oxidativa

La vía aeróbica puede involucrar a los hidratos de carbono, las grasas y, excepcionalmente, las proteínas, después de las transformaciones del ciclo de Krebs. Los productos finales de esta reacción es: ATP, CO₂ y H⁺ o protones y sus electrones asociados; estos últimos son acarreados a la cadena respiratoria mitocondrial, donde reaccionan con oxígeno para formar finalmente agua.

Metabolismo aeróbico de la glucosa. Cuando el NADH formado en el citoplasma por efecto del proceso glucolítico puede ser reoxidado por la lanzadera de protones de la membrana mitocondrial, que acepta H⁺ y los transfiere a las coenzimas mitocondriales, el piruvato, en lugar de transformarse en lactato, abandona el citosol y entra en la mitocondria para completar su metabolismo hasta transformarse finalmente en H₂O y CO₂ con la presencia del oxígeno. De este modo, se conserva también el redox citosólico y se completa por vía aeróbica la obtención de energía a partir de la glucosa. A este tipo de glucólisis que finaliza en la incorporación de ácido pirúvico en la mitocondria en lugar de llegar a la transformación de ácido láctico. En resumen, en esta vía metabólica el piruvato formado en el citosol atraviesa la membrana mitocondrial por medio de la acción del complejo enzimático piruvato deshidrogenasa (PDH) situado en la membrana interna mitocondrial que lo transforma de manera irreversible en acetil-CoA. El acetil-CoA se incorpora a un compuesto mitocondrial llamado oxalacetato para formar un compuesto nuevo, para ser sometido a una serie de acciones enzimáticas que lo transforman nuevamente en oxalacetato. Éste es un proceso cíclico que favorece la degradación completa del acetil, y consiste principalmente en extraer los H⁺ (reduciendo coenzimas como NAD y FAD) y los átomos de C en forma de CO₂. Asimismo, durante el ciclo de Krebs se da una reacción en la cual se fosforila un GDP (guanosina difosfato) para transformarse en GTP (guanosina trifosfato) mediante el uso de energía. Los hidrógenos liberados en la glucólisis, en la transformación de piruvato en acetil-CoA y en el ciclo de Krebs son transportados por coenzimas celulares como NAD y FAD hasta el interior de la matriz mitocondrial. Los electrones liberados van pasando de un compuesto a otro entre los

compuestos que forman parte de la cadena respiratoria. El citocromo A3 es el último compuesto de la cadena respiratoria, el mismo que transfiere los electrones al oxígeno. Toda la energía liberada en este proceso se emplea para re fosforilar el ADP, lo que constituyendo la base del metabolismo aeróbico. El balance energético obtenido por la oxidación de una molécula de glucosa, se obtiene la energía necesaria para fosforilar 38 moléculas de ADP y convertirlos en 38 ATP.

Metabolismo de las grasas. Los lípidos almacenados en el organismo representan la principal reserva energética y constituyen una fuente casi interminable de energía para el ejercicio físico, ganando protagonismo en cuanto a su utilización como fuente energética a medida que el ejercicio aumenta su duración. Los principales estímulos lipolíticos al inicio del ejercicio son el aumento de la concentración de adrenalina y la disminución de la insulina circulantes en plasma. La utilización de los lípidos como fuente energética tiene consecuencias metabólicas, como el ahorro de glucógeno muscular y hepático, que incurre en la capacidad de resistencia del organismo. Los ácidos grasos utilizados por la célula muscular como fuente de combustible se obtienen de los triglicéridos almacenados en el tejido adiposo o del propio músculo, así como de las lipoproteínas circulantes. Los ácidos grasos se oxidan principalmente en las fibras oxidativas o tipo I, que fundamentalmente se activan durante los ejercicios de baja y moderada intensidad. Durante actividades intensas, los hidratos de carbono contribuyen con casi el 80% de la energía, mientras que durante el ejercicio moderado de duración prolongada la combustión de lípidos puede cubrir hasta un 90% de los sustratos utilizados, por tal razón podemos expresar que cuando más entrenado está un músculo, mayor capacidad tiene para oxidar grasas. Una vez que el ácido graso está en el interior del miocito y antes de ser oxidados experimentan un proceso de activación por lo cual incrementa el nivel energético para luego ceder su energía, este proceso tiene lugar en el sarcoplasma, y consiste en la unión de un coenzima A (CoA) al ácido graso, dando lugar al complejo acil-CoA, el cual puede reesterificarse y almacenarse en forma de triglicéridos en la propia célula muscular, o bien oxidarse, dependiendo de la necesidad. El todo el proceso de oxidación se reduce un NAD y un FAD, el mismo que se transforma en NADH y FADH, respectivamente.

Metabolismo de las proteínas. El aporte energético procedente de los aminoácidos oscila entre el 3 y el 10% de la energía total. Se puede considerar que en un ejercicio con una duración menor a 60 minutos, el aporte energético de las proteínas no es significativo. La degradación de los aminoácidos, el grupo amino se libera, y queda únicamente un esqueleto de átomos de carbono que se convierte en un intermediario metabólico. La gran mayoría de los aminoácidos se convierten en

piruvato, en acetil-CoA o en uno de los intermediarios del ciclo de Krebs. Al menos seis aminoácidos pueden utilizarse como combustible: aspartato, alanina, glutamato, y los tres aminoácidos de cadena ramificada; valina, leucina e isoleucina. Este último grupo de aminoácidos es el que preferentemente oxida el músculo esquelético. La oxidación de los aminoácidos es mayor cuando los niveles de glucógeno muscular previos son bajos o deficientes. (Guisado, 2009)

2.6.3. Trabajo muscular

2.6.3.1. Trabajo muscular estático

Se caracteriza por el gasto de energía empleada en realizar una contracción isométrica, se mantiene una tensión muscular alta. Es evidente en los mecanismos de control de la postura, entre la competencia de músculos agonista y antagonistas. Este trabajo es altamente liberador de ácido láctico por el metabolismo anaeróbico demandante.

2.6.3.2. Trabajo muscular concéntrico

Se produce una aproximación de los tendones de origen y de inserción hacia la región central produciendo un acortamiento de la longitud del músculo. Es la forma más utilizada en la realización de las actividades cotidianas como cargar objetos, marcha, gimnasia. El gasto energético es menor que la estática.

2.6.3.3. Trabajo muscular excéntrico

Se puede producir por dos mecanismos básicos. El primero es cuando las fibras musculares se estiran al máximo de su longitud, y el segundo se produce un ligero acortamiento de las fibras musculares en los extremos del músculo y una elongación en el centro, como sucede en los estiramientos. En el primer caso se requiere poca energía y en la segunda gran cantidad de energía.

2.6.4. Tipología

2.6.4.1. Endomórficos (gordos)

Presenta una constitución muscular normal y abundante panículo adiposo. Entre sus propiedades está el desempeño de la fuerza

2.6.4.2. *Mesomórficos (fuertes)*

Presenta una rica y abundante masa muscular. Sus propiedades más reconocida son la fuerza y la velocidad a la fuerza.

2.6.4.3. *Ectomórficos (flacos)*

Presentan una pobre constitución muscular y de grasa. Sus propiedades lo caracterizan por desarrollo de la flexibilidad y de la velocidad. (Hernández, 2010)

2.7. **Obesidad y actividad física**

Algunos autores han encontrado también relaciones entre la actividad física realizada por las personas, su composición corporal y su variabilidad de la frecuencia cardiaca. Se ha encontrado que los perfiles más favorables de variabilidad de la frecuencia cardiaca están asociados con más actividad física moderada-vigorosa, con mejor condición física cardiovascular y con menos adiposidad visceral y subcutánea. La mejora de la modulación cardiaca autónoma puede ser una vía a través de la cual la actividad física, la condición física y la delgadez contribuyen a la salud cardiovascular desde edades tempranas . (López, 2015)

Al análisis de un estudio se determina que el ejercicio físico con apoyo multidisciplinar mejoró las variables sometidas a estudio, además de estabilizar los niveles de presión arterial. Los pacientes obesos/obesos mórbidos comenzaron con un promedio de presión arterial normal alta y finalizaron con un promedio de presión arterial normal, lo que indicaría que duraciones más prolongadas de este tipo de intervención podrían ayudar a estos sujetos a alcanzar condiciones óptimas en esta variable. En este estudio se redujeron los factores de riesgo cardiovascular. El programa de ejercicio físico aplicado tres veces por semana (1 hora/sesión), incluyendo 8-10 ejercicios con sobrecarga (es decir, flexores y extensores del antebrazo, flexores de tronco, pectorales, elevadores del hombro, extensores de rodilla y plantiflexores). Se ejecutaban 3 series por ejercicio durante 60 s, con una intensidad que inducía fallo muscular al final de este periodo y con 2 min de pausa entre series. Cada sesión incluyó 10 minutos de un calentamiento cardiovascular y 10 minutos de vuelta a la calma y estiramiento post sesión. (Delgado F. , 2016)

La practica de ejercicio es de gran utilidad para prevenir muertes prematuras por todas las causas, enfermedades cardiovasculares, accidente cerebrovascular, hipertensión, cáncer de colon y de mama, la diabetes tipo 2, síndrome metabólico, obesidad, osteoporosis, sarcopenia, la dependencia funcional y caídas en los ancianos, cognitiva deterioro, la ansiedad y la depresión. Los beneficios se

observan en ambos sexos y aumenta con el volumen o la intensidad de su practica. Los beneficios se observan a través del ejercicio aeróbico moderado, realizado por al menos 30 minutos durante 5 días a la semana o la practica de ejercicio vigoroso durante al menos 20 minutos por 3 días a la semana. Es recomendable añadir un mínimo de 2 días no consecutivos a la semana, para la practica de 8-10 ejercicios que desarrollan fuerza en grupos musculares como: brazos, hombros, pecho, abdomen, espalda, caderas y piernas.(Subirats Bayego, Subirats Vila, & Soteras Martínez, 2012)

Una investigación realizada a mujeres sedentarias, pre-diabéticas con sobrepeso u obesidad demuestra que el tiempo total de ejercicio requerido por semana para obtener beneficios a nivel metabólico es de 60 minutos a 90 minutos. (Alvares, Crithian y colaboradores, 2012)

Un estudio de actividad física en mujeres adultas con exceso de peso, determina que las personas más activas presentan menores tasas de mortalidad por todas las causas (cardiopatía coronaria, hipertensión, accidentes cerebrovasculares, diabetes mellitus tipo 2, cáncer de colon y mama, y depresión). Además la practica de ejercicio en personas adultos puede disminuir el riesgo de fracturas a nivel de cadera o columna, y finalmente mejoran la funcionalidad de los sistemas cardiorrespiratorios, muscular y contribuye a mantener con facilidad un peso corporal normal. (Quirantes, Alberto y colaboradores, 2016)

Una investigación realizada por Cordero y colaboradores en España. Narra que un estilo de vida sedentario es aquel que no practica de actividad física moderada durante un mínimo de 30 minutos, por 5 días a la semana, o de alta intensidad con una duración mínima de 20 minutos, durante 3 días a la semana, considerando así que un 20 % a 40 % de la población de dicho país es sedentaria. Por lo que el gran objetivo es superarse este estado mediante el aumento de la actividad física hasta alcanzar, o superar las recomendaciones generales. (Serón, P. y colaboradores , 2010)

Según la tercera encuesta nacional de factores de riesgo, efectuada en Cuba en el periodo 2010 - 2011, mediante la aplicación del cuestionario IPAQ, se determina que la practica sistemática de actividad física es muy escasa en la población femenina, situación que no tiene relación con la edad, ni el color de la piel. ¡Error! Marcador no definido.

Estudio realizado en la Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas", con la finalidad de determinar el IMC, el nivel y motivos para la práctica de AF. Donde se encontró que la población estudiada presenta sobrepeso y obesidad en su mayoría los mismo que desencadena riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares. Dentro de los principales razones por la cuales

practican ejercicio es por salud, pasar el tiempo, diversión, por gusto y estética, el tiempo destinado para ello es menor de 40 minutos y poco días en la semana. (Mollinedo, Fabian y colaboradores, 2013)

Luego de analizar una investigación asociada al número de pasos diarios, el tiempo empleado en comportamientos sedentarios, con la aptitud física y funcional. La metodología de este estudio transversal, utilizó datos del proyecto Senior Fit® de actividades físicas. Se utilizó el podómetro Digital Walk por 7 días. Evaluamos comportamiento sedentario con preguntas del IPAQ y la aptitud física y funcional con batería de test de CELAFISCS (Centro de Estudios y Laboratorio de Aptitud Física de São Caetano do Sul). Los resultados apuntan diferencias entre grupos. Los que permanecían más tiempo en comportamiento sedentario, presentaron peores resultados (aumento en el número de caídas y complicaciones por enfermedades crónicas ya existentes), mientras que los que llevan mayor participación en actividades físicas, puede ser capaz de mantener o en muchos casos minimizar los efectos deletéreos del envejecimiento como: la reducción de la musculatura por pérdida de fibras musculares y consecuentemente pérdidas de la fuerza muscular conocida como sarcopenia y dinapenia. (Jouza, L. y colaboradores, 2014)

Al analizar un estudio que tenía como objetivo; Evaluar los efectos de una dieta hipocalórica y la realización de ejercicios físicos regulares sobre algunas variables metabólicas y vasculares, en mujeres obesas con síndrome metabólico, sin trastornos de la glucemia. Fue un estudio de intervención realizado en 150 mujeres con síndrome metabólico (70 pacientes al grupo control y 80 al grupo experimental). El grupo experimental recibió tratamiento a base de ejercicios regulares y dieta durante seis meses. Por medio de un análisis de varianza se compararon las medias obtenidas para las variables: edad, talla, peso corporal, índice de masa corporal, circunferencia abdominal, presión arterial, glucemia, colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de alta y baja densidad en plasma; para un nivel de significación del 5%. Obteniendo como resultado que el grupo control disminuyeron la presión arterial sistólica y los niveles de lipoproteínas de alta densidad; mientras que en el grupo experimental, se redujeron las cifras de colesterol total, los triglicéridos y las lipoproteínas de baja densidad con un aumento del colesterol de lipoproteínas de alta densidad. Se produjo, además, una disminución en las cifras de presión arterial diastólica, sin cambios aparentes en la adiposidad. (Soca et al., 2014)

Un estudio realizado con finalidad de determinar el efecto de un programa combinado de ejercicio físico y dieta hipocalórica a largo plazo sobre parámetros cineantropométricos y metabólicos en niños obesos. La muestra se secciono a diez niños de 8 y 11 años, que fueron puestos a un programa de ejercicio físico multideportivo con sesiones de 90 minutos mas una dieta hipocalórica (1500

kcal/día). Se realizaron valoraciones de cineantropometría (talla, peso, masa grasa y masa magra) y metabólicas (Colesterol Total, colesterol HDL, LDL, triglicéridos, insulina, glucosa, HOMA-IR, índice CT/HDL y LDL/HDL). Pruebas que arrojaron cambios en el IMC, masa grasa, en el perfil lipídico, niveles de glucosa e insulino resistencia (HOMA-IR), resultados que son muy notorios con la practica a largo plazo. Concluyendo así que un programa combinado entre ejercicio físico y dieta hipocalorica conlleva a una disminución del IMC, una mejora en el perfil lipídico (LDL e índice LDL/HDL) y en la insulino resistencia. (Hermoso, A. y colaboradores, 2013)

Luego de haber analizado diversos estudios realizados con diversa propósitos cada uno de ellos puedo concluir que el ejercicio físico proporciona grandes beneficios para la salud, en el ámbito de prevención y como parte de tratamiento en pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles. Para poder obtener los grandes benéficos el ejercicio practicado debe superar los 30 minutos de actividad continua y no menos de 3 veces por semana, la intensidad, fuerza en las actividades u ejercicios están más pegados a objetivos muy centrados como ganancia muscular u objetivos competitivos.

2.8. Guías del colegio de medicina del deporte

2.8.1. Principios del enfoque hacia la actividad física

El informe publicado por el CDC y la presentó por primera vez nuevas recomendaciones de salud pública con respecto a la actividad física El documento enfatiza la práctica diaria de actividades físicas en base a la intensidad, la acumulación de las actividades físicas durante el curso del día, la intermitencia y la regularidad. (Lopategui, LA PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA, 2012)

Tabla 1-2. Enfoques de Actividad física.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Intensidad Moderada	3 – 6 METs, o 150 – 200 kcal·min ⁻¹
Acumulación diaria de Actividades Físicas	30 minutos o más por día
Intermitente	Sesiones cortas de actividades físicas
Regularidad	Incorporación diaria de actividades físicas preferiblemente todos los días.

Fuente: Physical Activity and Public Health. A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine

Para poblaciones especiales (obesos, individuos de edad avanzada) la intensidad recomendada debe fluctuar de 40 a 60% de la FC_{máx-resv}. Según la ACSM (2006, p. 141), las poblaciones que sus pruebas cardiorrespiratorias reflejan un baja capacidad aeróbica (Ej. $< 40 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) se benefician de una baja intensidad (Ej., 30% VO_{2R}). Es de suma importancia establecer una baja intensidad para personas con limitaciones físicas (Ej: obesos, problemas ortopédicos), enfermedades degenerativas (Ej: diabetes sacarina) o son personas de edad avanzada (mayores de 65 años de edad). Este enfoque evita lesiones musculoesqueletales, eventos cardiovasculares y mejora la adherencia al programa. (Lopategui, PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO: Guías ACSM, 2014)

2.8.2. Pirámide Actividad Física

Consiste de cuatro niveles y seis secciones, cada una representando diversos aspectos del perfil típico de un programa de actividad física.

2.8.2.1. Primer Nivel

Representa las Actividades Físicas Diarias. Participar en actividades físicas diarias de moderada intensidad que acumulen 30 minutos o más en la mayoría de los días de la semana. Particularmente para la población sedentaria, se sugiere un cambio hacia actividades cotidianas activas, tales como levantarse y cambiar los canales de la televisión en vez de utilizar el control remoto, subir las escaleras caminando en vez de utilizar el elevador, entre otras modificaciones.

2.8.2.2. Segundo Nivel

Actividades Físicas Aeróbicas, representa el modelo tradicional para el diseño/planificación de actividades físicas y ejercicio cuantificado por variables específicas. Comúnmente los ejercicios que se incorporan en este nivel de recomendación incluyen caminar rápido, correr bicicleta, natación y la práctica de deportes activos (intensidad moderada que acumulen 30 minutos o más en la mayoría de los días de la semana).

2.8.2.3. Tercer Nivel:

Actividades Recreativas y Desarrollo Muscular, incluye actividades recreativas/flexibilidad y fortaleza-tolerancia muscular. Este nivel se subdivide en tres categorías de actividad física.

2.8.2.3.1. Primera

Incluye actividades físicas de naturaleza recreativa caracterizadas por ser de baja intensidad que resultan en poco gasto energético o calórico (el boliche, “softball”, golf y otras.

2.8.2.3.2. Segunda

Práctica de actividades que involucren ejercicios de estiramiento.

2.8.2.3.3. Tercer

Constituyen aquellas que desarrollen la fortaleza y tolerancia muscular (los abdominales o sentadillas, lagartijas y ejercicios con resistencias o pesas). Pueden combinarse dos a tres veces por semana.

2.8.2.4. Cuarto Nivel

El énfasis es romper la rutina diaria inactiva mediante la incorporación de actividades físicas breves, tales como ejercicios de flexibilidad/calisténicos y caminar. Se recomienda que las personas ejecuten sesiones cortas, durante períodos prolongados de sedentarismo, ejemplo: media hora sin hacer nada. 35

2.9. Bases teóricas

2.9.1. Diagnóstico de obesidad

La evaluación de la composición corporal (CC) permite determinar las proporciones de los componentes del cuerpo humano y es imprescindible para comprender el efecto de la dieta, el crecimiento, la actividad física o la enfermedad sobre el organismo. Constituye el eje central y fundamental la valoración del estado nutricional y la monitorización de pacientes con malnutrición y diagnóstico del riesgo asociado a la obesidad. Las técnicas más empleadas en el área clínica; la antropometría y la bioimpedancia, las mismas que son más usadas por la disponibilidad, y son de carácter no invasivo. (J, 2015)

2.9.1.1. Índice de masa corporal (IMC)

Es una medida de asociación entre el peso y la talla (kg/m^2), que se obtiene tras la siguiente calculo: $\text{IMC} = \text{peso (Kg)} / \text{altura (m}^2\text{)}$. El valor resultante de este cálculo matemático se interpreta como índice de distintas situaciones nutricionales. (Astiasaran I, , 2002)

Tabla 2-2. Clasificación de obesidad según índice de masa corporal (IMC) y circunferencia de la cintura.

	IMC (kg/m²)	Riesgo de comorbilidad
Bajo peso	<18.5	Moderado
Normal	18.5 – 24.9	Normal
Sobrepeso	25 – 29.9	Incrementado
Obesidad I	30 – 34.9	Moderado
Obesidad II	35 – 39.9	Alto
Obesidad III	> 40.0	Muy alto

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2000 (WHO Technical Report Series, N0894).

2.9.1.2. Grasa Corporal

La medición precisa de la grasa corporal es un procedimiento difícil y caro de realizar en la práctica clínica. Se han utilizado diferentes metodologías para medir la grasa corporal. De mayor uso en la práctica clínica actual es la medición de la impedancia bioeléctrica, conocida como bioimpedanciometría, que mide la impedancia (o resistencia) del cuerpo al paso de una corriente alterna de baja intensidad, permitiendo determinar así el contenido de agua corporal. Asumiendo que los tejidos tienen una hidratación constante, se puede calcular mediante ecuaciones la masa libre de grasa y la masa grasa corporal. Este es un método fácil de realizar, con un alto grado de reproducibilidad, pero que tiene solo un moderado grado de exactitud. (Moreno, 2012)

La bioimpedancia es un método muy utilizado en la actualidad debido a su reducido precio, técnica sencilla, validez y reproductibilidad. La bioimpedancia eléctrica mide la resistencia al flujo de distintas corrientes eléctricas por las regiones corporales. La resistencia será mayor en individuos con grandes cantidades de grasa, ya que esta conduce débilmente la electricidad, debido a que tiene poca cantidad de agua, mientras que los tejidos bien hidratados (como el músculo) son buenos conductores. La bioimpedancia asume que el cuerpo es un cilindro conductor con una longitud proporcional a la altura, cuyos tejidos en función de su grado de hidratación ofrecen una resistencia (R) y reactancia (Xc), al paso de la corriente eléctrica. (García, J y colaboradores, 2014)

Esta técnica va a emitir la corriente alterna de 1000, 5000, 10000, 50000, 100000 y 200000 Hertzios, atravesando por el individuo analizado la corriente eléctrica tanto los distintos tejidos y compartimentos corporales como las distintas células, ya que esta herramienta puede favorecer que la corriente eléctrica atraviese la membrana plasmática. (Ortega, A. y colaboradores, 2014)

La bioimpedancia octopolar arroja resultados más precisos que con otros instrumentos tradicionales. (Llames, L, 2013)

La masa grasa (kg) resulta de restar al peso corporal la masa magra calculada por bioimpedancia (BIA).

Tabla 3-2. Márgenes de grasa corporal normal para mujeres adultas

%de grasa en mujeres	Interpretación
≤ 8	No saludable (muy bajo)
9 – 23	Aceptable (bajo)
24 – 31	Aceptable Alto
≥ 32	No saludable – obesidad (muy alto)

Fuente: Adaptado de Nieman DC, 1999. Exercise testing and prescription: A health – related approach. En: Lee and Nieman Nutritional Assessment, 2007, p 201. Frisancho,1990. "Intervención Nutriológica"

2.9.1.3. Masa muscular

El 40% del peso total de cuerpo representa la masa muscular o músculo esquelético, este componente se convierte en uno de los mas importante de la MLG (Masa Libre de Grasa) y permite conocer el estado nutricional de la proteína. . (Gonzales, A y colaboradores, 2012)

EL músculo permite al cuerpo que se mueva, mantenga su estabilidad, y da forma. Además ayuda a conservar el estado de salud de la población ya que un masa muscular conservada disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Tabla 4-2. Interpretación de porcentaje de músculo esquelético

SEXO	EDAD	BAJO	NORMAL	ALTO	MUY ALTO
FEMENINO	28-39	<24,3%	24,3 – 30,3%	30,4 – 35,3%	$\geq 35,4\%$
	40-59	<24,1%	24,1 – 30,1%	30,2 – 35,1%	$\geq 35,2\%$
	60-80	<23,9%	23,9 – 29,9%	30,0 – 34,9%	$\geq 35,0\%$

Fuente: Investigaciones de H.D.McCarthy y col., en International Journal Of Obesity, vol. 30, 2006, junto con una clasificación en cuatro niveles de Omron Healthcare.

2.9.1.4. Perímetro Abdominal

Existe evidencia creciente sobre los riesgos para la salud relacionados con la obesidad no solo con la cantidad de grasa corporal total, sino también con la distribución de la grasa corporal en la región visceral, por lo cual la medida de la circunferencia de la cintura es un predictor útil e independiente para definir el riesgo cardiovascular, así como también el riesgo de los cánceres secundarios a la obesidad. Esta adiposidad visceral es un determinante importante de la resistencia a la insulina, la cual es considerada un trastorno temprano y fundamental para el desarrollo de las enfermedades relacionadas con la obesidad. (Ruiz, 2014)

Tabla 5-2. Valores de perímetro abdominal

GÉNERO	PUNTOS DE CORTE	INTERPRETACIÓN
Hombres	≥ 94 cm.	Riesgo cardiometabólico incrementado
	≥120cm	Riesgo cardiometabólico incrementado de manera sustancial
Mujeres	≥ 80 cm.	Riesgo cardiometabólico incrementado
	≥ 88cm	Riesgo cardiometabólico incrementado de manera sustancial

Fuente: World Health Organization, 1998.

2.10. Actividad física

La Organización Mundial de la Salud (OMS) determina a la actividad física como cualquier movimiento corporal realizado por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía. Ello incluye las actividades realizadas al trabajar, jugar y viajar, las tareas domésticas y las actividades recreativas. («OMS | Julio 2015», s. f.)

La OMS recomienda que deban acumular un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física, mayoritariamente aeróbica, de intensidad moderada o vigorosa. Asimismo, es conveniente un mínimo de tres veces a la semana de práctica de actividades que fortalezcan el aparato locomotor. . (Hermoso A, y colaboradores , 2013)

Se han reportado muchos efectos beneficiosos del ejercicio físico: a) la mejora de la composición de lípidos en plasma (disminución de los triglicéridos; el colesterol total y el LDL-colesterol y aumento de los niveles de HDL-colesterol), b) mejora de la homeostasis de la glucosa, c) aumento de la capacidad oxidativa del músculo esquelético (mejora de la biogénesis mitocondrial y el metabolismo), y d) la reducción de los marcadores de inflamación.(Dahjio et al., 2016)

Los beneficios del ejercicio físico en personas obesos es la modificación de su perfil lipídico. Contribuye a un incremento de las HDL y disminuye el cociente LDL/HDL y por ende el riesgo cardiovascular. Favorece al aumenta del tamaño de las partículas de LDL y HDL dando como resultando un perfil lipídico menos aterogénico que las partículas pequeñas, propias de las personas obesos. Un ejercicio físico regular favorece la disminuye los niveles de triglicéridos en aquellos pacientes con valores inicialmente altos, a través de una mejora en la sensibilidad a la insulina. Además produce adaptaciones metabólicas que resultan beneficiosas en el tratamiento de la obesidad. Se estimula a un aumento del potencial oxidativo favoreciendo a que se metabolicen más lípidos e hidratos de carbono de forma aeróbica, promoviendo adaptaciones periféricas deseables. (Nieto, A. y colaboradores, 2013)

La actividad física y la alta cardiorrespiratoria son beneficiosos para la salud en cualquier peso corporal y cada uno de ellos pueden atenuar el sobrepeso y riesgos para la salud inducidos por la obesidad. (Masi et al., 2016)

Tabla 6-2. Tipos de actividad física

AEROBICA	ANAERÓBICA
El ejercicio aeróbico (o el ejercicio cardiovascular, un término atribuido a esta clase de ejercicio debido a sus ventajas sobre la salud cardiovascular) se refiere al ejercicio que implica o mejora el consumo de oxígeno por el organismo	Ejercicio que mejora la potencia y aumenta la masa muscular. Los músculos entrenados con ejercicios anaeróbicos se desarrollan de manera diferente, funcionan mejor en los ejercicios de corta duración y de alta intensidad, que duran hasta aproximadamente 2 minutos
<p>Ventajas:</p> <p>El musculo del corazón se refuerza, se hace más grande mejorando su eficacia de bombeo reduciendo el ritmo cardiaco en reposo.</p> <p>Aumenta el número de glóbulos rojos para facilitar el transporte de oxigeno.</p> <p>Promueve la pérdida de peso</p>	<p>Ventajas:</p> <p>Aumento de la fuerza.</p> <p>Aumento resistencia hueso, musculo, tendones y ligamentos.</p> <p>Aumenta coordinación y equilibrio.</p>
<p>Ejemplos:</p> <p>Ciclismo, caminar, correr, jugar tenis, nado suave</p>	<p>Ejemplos:</p> <p>Levantar pesas, carreras corta distancia (potencia)</p>

Fuente: Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud 2010. («Tipos de ejercicio (EUFIC)», s. f.)

La actividad física aeróbica produce un efecto favorable y consistente sobre el mantenimiento del peso corporal. Este efecto es menos consistente respecto al ejercicio de resistencia, en parte porque se producen incremento compensatorio de la masa magra. La actividad física ha demostrado un efecto reductor de la adiposidad abdominal total y también sobre la adiposidad intraabdominal, la misma que al ser practicada con regularidad (2 a 2,5 horas /semana) mejora la condición cardiorrespiratoria disminuyendo así las tasas de mortalidad. (Guarnizo, M. y colaboradores, 2011)

Tabla 7-2. Intensidad de actividad física

INTENSIDAD DE ACTIVIDAD FÍSICA	EJEMPLOS
<p>Actividad física moderada (Aproximadamente 3-6 MET) Acelera de forma perceptible el ritmo cardiaco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caminar a paso rápido • Bailar • Actividades de jardinería • Tareas domésticas. • Pesca, caza y recolección tradicionales de alimentos. • Juegos y deportes activos con niños • Paseo con animales domésticos • Trabajos de construcción • Desplazamiento de cargas moderadas (< 20 kg).
<p>Actividad física intensa (Aproximadamente > 6 MET) Provoca una respiración rápida y un aumento de la frecuencia cardíaca.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ascender a paso rápido o trepar por una ladera. • Desplazamientos rápidos en bicicleta • Aerobic • Natación rápida • Deportes y juegos competitivos • Trabajo intenso con pala o excavación de zanjas • Desplazamiento de cargas pesadas (> 20 kg).
<p>*Se utilizan los equivalentes metabólicos (MET) para indicar la intensidad de las actividades físicas. Los MET son la razón; entre el metabolismo de una persona durante la realización de un trabajo, y su metabolismo basal. Un MET se define como el costo energético de estar sentado tranquilamente y es equivalente a un consumo de 1 Kcal/kg/h. Al calcular, en comparación con esta situación, el consumo calórico es de 3 a 6 veces mayor (3-6 MET) cuando se lleva una actividad de intensidad moderada, y más de 6 veces mayor (> 6 MET) cuando se efectúa una actividad vigorosa. Para el adulto en promedio 1MET equivale a 3.5ml de ingestión de oxígeno por kilogramo de peso corporal/minuto</p>	

(3.5 ml/kg/min), un litro de oxígeno gasta 5 Kcal. los niveles de METs más comunes son 3 para caminar lentamente, 6 para montar en bicicleta y de 10 – 12 para correr a 5mph que es equivalente a 12 minutos por milla, lo mismo que 8kph que es equivalente a 7.5 minutos por kilómetro.

1 milla= 1.60934 Kilómetros; mph: milla por hora; kph: kilómetro por hora.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, s. f.)

Las mediciones de actividad física en grandes grupos poblacionales se llevan habitualmente a cabo a través de cuestionarios de actividad física. A pesar de contar con niveles de validez sólo aceptables, estos instrumentos se aplican con facilidad, tienen bajo costo y permiten valorar diferentes dimensiones de la actividad física, por lo que se convierten en la herramienta de preferencia para estudios a gran escala. (Ugidos, 2016)

2.10.1. Métodos de evaluación de la actividad física

Los métodos de evaluación de la actividad física más empleados en los estudios epidemiológicos se organizan en dos grupos: directos e indirectos.

Tabla 8-2. Métodos de evaluación de la actividad física

Métodos	Ejemplos
Directos	<ul style="list-style-type: none"> ● Cuestionarios (autoadministrables o mediante entrevista) ● Diario o Registro ● Registro automatizado
Indirectos	<ul style="list-style-type: none"> ● Valoración dietética ● Determinación de la composición corporal ● Valoración de la forma física. ● Participación deportiva ● Clasificación de puestos de trabajo

Fuente: Alimentación, ejercicio físico y salud.(Ansorena D, Martínez J, 2010)

2.11. Cuestionario internacional de actividad física (IPAQ).

En el año 1998 en Ginebra, un gremio de expertos desarrollaron y validaron el cuestionario internacional de AF (IPAQ). (Nuris C. y colaboradores, 2016)

El IPAQ es un instrumento creado, principalmente para velar por el nivel de actividad física en población de adultos. Se ha desarrollado y comprobado su empleo en adultos de entre 15-69 años, posteriores trabajos y comprobaciones desaprueban su uso en poblaciones de edades mayores o menores. (Delgado M. , 2005)

IPAQ se ha convertido en el cuestionario de actividad física más utilizado con dos versiones disponibles: la forma larga 31 artículos (IPAQ-LF) y la forma corta 9 artículos (IPAQ-SF). La forma corta registra la actividad de los cuatro niveles de intensidad: 1) una actividad física intensa, como aeróbic, 2) actividad de intensidad moderada como el ciclismo de ocio, 3) a pie, y 4) que se sienta. Los autores originales recomiendan el "último 7 días de recordatorio" versión de la IPAQ-SF para los estudios de vigilancia de la actividad física. (Lee, Paul y colaboradores, 2011). Tomando en cuenta la referencia de los autores para este estudio se emplea la versión corta para poder realizar un análisis adecuado con la muestra a estudiar.

2.11.1. Características generales de las versiones corta

Dentro del contenido de la versión corta (IPAQ), encontramos pregunta sobre 3 tipos de actividad. Los tipos específicos de actividad son; andar, actividades de intensidad moderada y actividades de intensidad vigorosa. Los ítems a evaluar en esta versión están estructurados para proporcionar resultados separados para los 3 tipos de actividad anteriormente mencionadas. El resultado final es la suma de la duración (en minutos) y de la frecuencia (días) de estos parámetros. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

El IPAQ, ha sido utilizado en diversos estudios internacionales y se ha evaluado su validez y confiabilidad recomendando su uso en diferentes países e idiomas, a demás de ser propuesto por la OMS como un instrumento a emplear para vigilancia epidemiológica, ya que se ha puesto a prueba en 24 países y se emplea en varias redes regionales. Este instrumento proporciona información sobre; gasto energético de 24 horas, en diferentes áreas de la vida diaria; su ventaja que es aplicable a grandes muestras. (Pamela Cerón, Sergio Muñoz, Fernando Lanas, 2010)

Este instrumento permite entonces evaluar la frecuencia, duración, e intensidad de la actividad física realizada en una semana. (Luis Gabriel C. , Lyda S. y Edna D., 2015)

Tabla 9-2. Niveles de actividad física según los criterios de cuestionario IPAQ.

NIVEL DE ACTIVIDAD	REPORTE
Actividad física vigoroso	7 días en la semana de cualquier combinación de caminata, o actividades de moderada o alta intensidad logrando un mínimo de 3.000 MET-min/ semana; à o cuando se reporta actividad vigorosa al menos 3 días a la semana alcanzando al menos 1.500 MET-min/semana Nivel
Actividad física moderado	3 o más días de actividad vigorosa por al menos 20 minutos diarios; à o cuando se reporta 5 o más días de actividad moderada y/o caminata al menos 30 minutos diarios; à o cuando se describe 5 o más días de cualquier combinación de caminata y actividades moderadas o vigorosas logrando al menos 600 MET-min/semana
Actividad física leve	Cuando el nivel de actividad física del sujeto no esta incluido en las categorías alta o moderada

Fuente: Artículo de investigación “Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física”; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo, diseño no experimental, transversal, retrospectivo.

3.2. Métodos de investigación

Estudio deductivo y analítico. Ya que el método deductivo a partir de principios generales y, con la ayuda de una serie de reglas de inferencia, demuestran unos teoremas o principios secundarios. Y el método analítico es aquel que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndose en sus partes para observar las causas, la naturaleza y los efectos.

3.3. Enfoque de la investigación

Estudio con enfoque cuantitativo

3.4. Alcance de la investigación

Estudio de tipo descriptivo correlacional explicativo

3.5. Población de estudio

Población de la provincia de Tungurahua, ciudad Ambato, ciudadela La Floresta (500) universo en general

3.6. Unidad de análisis

Pacientes que acuden a consulta del Centro de Nutrición Integral "CENIF" (200)

3.7. Selección de la muestra

Pacientes con sobrepeso y obesidad que acuden a consulta nutricional y que cumplen criterios de inclusión y exclusión, los cuales han aceptado participar en el presente estudio libre y voluntariamente.

3.7.1. Criterios de inclusión

- Pacientes con IMC $>25\text{kg/m}^2$.
- Pacientes de sexo femenino.
- Pacientes que realizan cualquier actividad física.

3.7.2. Criterios de exclusión

- Pacientes de sexo masculino.
- Pacientes con problemas de osteoartritis severa, (dificulta de práctica de actividad física).
- Pacientes Post- quirúrgicos.

3.8. Tamaño de muestra

Son 70 pacientes, seleccionadas mediante un muestreo por conveniencia, aleatorizado probabilístico

3.9. Técnica de recolección de datos

Para la recolección de datos de composición corporal se utilizó un equipo de bioimpedancia OMRON octopolar, datos que se registraron en una base de datos en Excel.

3.10. Instrumentos de recolección de datos

El Centro de Nutrición Integral Cenif es un consultorio encaminado a brindar servicios de consulta y asesoría nutricional a pacientes con diversas patologías (obesidad, diabetes, hipertensión, diabetes, hipotiroidismo, etc.), nutrición dirigida según estados fisiológicos (embarazo, crecimiento, adulto mayor, etc), con la finalidad de contribuir al cuidado y prevención para la salud. Al analizar la base de datos del centro de nutrición Cenif , se encontró que los pacientes que acuden con mayor frecuencia padecen de sobrepeso y obesidad y sin lugar a duda no existen datos concretos y exactos

sobre la práctica de actividad física, por lo cual surgió la iniciativa de realizar la presente investigación que tiene como finalidad analizar la relación de la composición corporal y niveles de actividad física en pacientes mujeres.

Para la recolección de información se emplearon:

OMRON, es un equipo de bioimpedancia con 8 electrodos (4 electrodos para pies y 4 para manos), se usa de preferencia en ayunas o dos horas después de una comida. En el equipo se ingresan datos como: edad, sexo, talla y seguido a ello se realizó la evaluación a las pacientes tomando en cuenta las medidas adecuadas para obtener datos confiables. Para mayor especificación de la técnica de evaluación revisar en *Anexo 1*.

CUESTIONARIO: El cuestionario IPAQ (versión corta) fue impreso para cada participante y se llenó a lápiz de papel. Se recolectó la información solicitada por el instrumento (andar, actividades de intensidad moderada y actividades de intensidad vigorosa). Para los resultados finales se realizó una suma de los minutos realizados y de la frecuencia en días de los parámetros anteriormente mencionados.

INSTRUMENTOS PARA PROCESAR DATOS: Se empleó una computadora, la misma que disponga de los programas y aplicaciones necesarias para procesar la información obtenida.

BASE DE DATOS EN EXCEL PARA DEPURAR INFORMACIÓN: la base de datos contiene información de todas las variables a analizar. Esta información está registrada de forma ordena para los análisis respectivos.

PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO: se emplearon pruebas estadísticas, mismas que se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 1-3. Pruebas estadísticas

ANALISIS	PRUEBAS ESTADÍSTICAS
Identificación y distribución de la muestra	<ul style="list-style-type: none">● Kolmogorov smirnof (Pruebas paramétricas, pruebas no paramétricas)
Estadística descriptiva	<ul style="list-style-type: none">● Desviación estándar (DS),● Porcentajes,● Medias
Comparación entre grupos	<ul style="list-style-type: none">● Comparación entre medias.● Factor de anova y pruebas t para muestras independientes.
Correlaciones de variables	<ul style="list-style-type: none">● Pearson Paramétricas● Spearman No Paramétricas

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Estadística descriptiva

Tabla 1-4. Descripción de la muestra

VARIABLES	GRUPO DE ESTUDIO (n=70)	
	Media ± SD	
EDAD (AÑOS)	37,61 ± 11.1	
PESO (Kg)	74,31 ± 11.3	
TALLA(m)	1,57 ± 0.04	
IMC (Kg/m ²)	29,94 ± 4.00	
PORCENTAJE DE GRASA (%)	44,66 ±4.3	
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	23.71± 2.13	
PERÍMETRO ABDOMINAL (cm))	90.68 ± 10.81	
ACTIVIDAD FÍSICA	n	Porcentaje (%)
Leve	48	69 %
Moderado	21	30 %
Vigoroso	1	1 %
TOTAL	70	100%
SD: desviación estándar, IMC: Índice de Masa Corporal, n= muestra		

La muestra total de la investigación está conformada por 70 mujeres, la media de edad es 37,61 ± 11 años, según el IMC (29,94 ± 4.00 Kg/m²) la población en estudio presenta sobrepeso, pero considerando la variabilidad en la desviación estándar la población predomina la obesidad, de acuerdo al porcentaje de grasa la media es de (44,66 ±4.3), ubicando al grupo de estudio en grado de obesidad, según el porcentaje de músculo la media que presenta es de (23.71± 2.13) indicando un bajo porcentaje de masa muscular, analizando la variable perímetro abdominal su media

posiciona al grupo en riesgo cardiovascular ($90.68 \pm 10.81\text{cm}$), y finalmente, al analizar la variable actividad física el 69 % de la población presenta un nivel de actividad física leve, el 30% presenta un nivel de actividad física moderada, y tan solo el 1 % un nivel de actividad vigoroso según el instrumento IPAQ (versión corta).

4.2. Descripción de la muestra y comparación entre grupos

Tabla 10-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos de edad (< 40 – \geq 40)

VARIABLE	EDAD (n=70) Media \pm SD			
	< 40 AÑOS (n=44)	\geq 40 AÑOS (n=26)	p	t
PESO (Kg)	74,411 \pm 11,9781	74,158 \pm 10,2824	0,928	0,090
TALLA (m)	1,5732 \pm 0,04045	1,5758 \pm 0,05860	0,843	-0,199
IMC (Kg/m²)	30,026 \pm 4,4198	29,803 \pm 3,2588	0,822	0,226
PORCENTAJE DE GRASA (%)	45,391 \pm 4,0506	43,431 \pm 4,5582	0,066	1,867
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	23,080 \pm 1,5295	24,796 \pm 2,5730	0,004 *	-3,094
PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	90,045 \pm 11,3552	91,769 \pm 9,9692	0,510	-0,663

SD: desviación estándar, **IMC:** Índice de Masa Corporal, **n=** muestra, **p:** significancia estadística, **t:** t para muestras independientes, * $p < 0,05$

Para el respectivo análisis de la muestra total, se ha dividido en dos grupos (< 40 años - \geq 40 años), considerando que a partir de los 30 años existe una relación inversamente proporcional entre la masa grasa y la masa muscular, es decir, a mayor sea la masa grasa menor será la masa muscular en pacientes mujeres.(Barrios et al., 2010) A partir de los 40 años existe una disminución de los niveles de estrógenos circulantes, lo que conlleva a una modificación sustancial en la composición corporal (disminución de la masa muscular) .(Baeza, García-Molina, & Fernández, 2009). Al analizar la comparación entre grupos de edad existe diferencia estadísticamente significativa ($p=0,004$) en la variable porcentaje de músculo. De esta manera, la población perteneciente al grupo mayor o igual a 40 años presenta mayor porcentaje de músculo en relación a las mujeres del grupo

menor a 40 años de edad. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las demás variables de estudio.

Tabla 11-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según porcentaje de músculo ($\leq 24,1$ – $\geq 24,2\%$)

VARIABLE	PORCENTAJE DE MÚSCULO (n=70) Media \pm SD			
	BAJO (n=47)	NORMAL (n=23)	p	t
EDAD (años)	35,979 \pm 9,9807	40,957 \pm 12,4821	0,078	-1,789
PESO (Kg)	76,256 \pm 11,6036	70,086 \pm 9,5396	0,038*	2,113
TALLA (cm)	1,5698 \pm 0,04738	1,5836 \pm 0,04776	0,254	-1,151
IMC ((Kg/m ²))	30,895 \pm 4,1642	27,866 \pm 2,6987	0,001*	3,526
PORCENTAJE DE GRASA (%)	46,556 \pm 3,3658	40,532 \pm 3,1454	0,000*	6,919
PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	93,115 \pm 11,1247	85,386 \pm 8,0474	0,004*	3,015
SD: desviación estándar, IMC: Índice de Masa Corporal, n: muestra, p: significancia estadística, t: t para muestras independientes, *p<0,05				

Esta muestra fue tomada en referencia a la edad media (37,61 \pm 11.1). Existen diferencias estadísticamente significativas en los dos grupos, las mujeres con porcentaje de músculo bajo presentan mayor peso, IMC, porcentaje de grasa y perímetro abdominal que sus contrapartes, mismas que presentan un porcentaje de músculo normal. La edad y la talla no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 12-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según perímetro abdominal (≤ 87.9 cm – ≥ 88 cm).

VARIABLE	PERÍMETRO ABDOMINAL (n=70) Media \pm SD			
	RCMI (n=31)	RCMIS (n=39)	p	t
EDAD (años)	34,806 \pm 11,6459	39,846 \pm 10,2612	0,059	-1,923
PESO (Kg)	66,806 \pm 5,4539	80,287 \pm 11,2186	0,000*	-6,588
TALLA (m)	1,5655 \pm ,04373	1,5810 \pm ,04994	0,177	-1,366
IMC (Kg/m²)	27,229 \pm 1,4517	32,100 \pm 4,0829	0,000*	-6,323
PORCENTAJE DE GRASA (%)	41,890 \pm 3,3108	46,867 \pm 3,7388	0,000*	-5,897
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	24,571 \pm 2,1251	23,038 \pm 1,9071	0,002*	3,175

SD: desviación estándar, **IMC:** Índice de Masa Corporal, **n:** muestra, **p:** significancia estadística, **t:** t para muestras independientes, * $p < 0,05$, **RCMI:** Riesgo cardiometabólico incrementado, **RCMIS:** Riesgo cardiometabólico incrementado de manera sustancial.

Teniendo en cuenta los criterios de la OMS para diagnósticos de riesgo cardiometabólico, la muestra existente presenta diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Al comparar el grupo de RCMI muestran diferencias estadísticamente significativas en las variables peso ($p=0,000$); IMC ($p=0,000$); porcentaje de grasa ($p=0,000$), siendo estos menores al comparar con el grupo de RCMIS, mientras que al analizar la variable porcentaje de músculo en el grupo RCMI es mayor comparado con el grupo RCMIS ($p=0.002$).

Tabla 13-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según nivel de actividad física (leve, moderada)

VARIABLE	NIVEL DE ACTIVIDAD FISICA (n=70) Media ± SD			
	Leve (n=49)	Moderado (n=21)	p	t
EDAD (años)	34,806 ± 11,6459	39 ± 13,2424	0,014*	-2,513
PESO (Kg)	75,110 ± 11,8195	72,467 ± 10,0132	0,374	0,896
TALLA (m)	1,5665± 0,04400	1,5919 ± 0,05192	0,040*	-2,094
IMC (Kg/m²)	30,563 ± 4,3215	28,496 ± 2,7120	0,025*	2,294
PORCENTAJE DE GRASA (%)	45,961 ± 3,8734	41,633 ± 3,8226	0,000*	4,300
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	22,796 ± 1,4220	25,867 ± 1,9823	0,000*	-7,326
PERÍMETRO ABDOMINAL	92,653 ± 1,6165	86,095 ± 8,0617	0,019*	2,403

SD: desviación estándar, **IMC:** Índice de Masa Corporal, **n:** muestra, **p:** significancia estadística, **t:** t para muestras independientes, *p<0,05.

Según el instrumento IPAQ (Cuestionario Internacional de Actividad física), se categorizan los niveles de actividad física en leve, moderado y vigoroso, de los cuales para el respectivo análisis se han considerado únicamente los dos primeros niveles (leve, moderado), ya que en el nivel vigoroso contamos con un participante. Al analizar los grupos, se encuentran diferencias estadísticamente significativas: las mujeres que tienen un nivel de actividad física leve presentan mayor IMC (p=0,025); mayor porcentaje de grasa (p=0,00); y mayor perímetro abdominal (p=0,019), en relación al grupo de mujeres con nivel de actividad física moderada. Las mujeres con un nivel de actividad física moderado presentan mayor edad (p=0,014); mayor talla (p=0,040); y mayor porcentaje de músculo (p=0,000), en comparación a las mujeres con nivel de actividad física leve. No presenta diferencia estadísticamente significativa el peso.

Tabla 14-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según porcentaje de grasa (<32% - ≥32%)

VARIABLES	PORCENTAJE DE GRASA (n=70) Media ± SD			
	ALTO (n=31)	MUY ALTO (OBESIDAD) (n=39)	p	t
EDAD (años)	34,806± 11,6459	39,846 ± 10,2612	0,059	-1,923
PESO (Kg)	66,806± 5,4539	80,287± 11,2186	0,000*	-6,588
TALLA (cm)	1,5655 ±0,04373	1,5810 ± ,04994	0,177	-1,366
IMC (Kg/m²)	27,229 ± 1,4517	32,098 ± 4,0814	0,000*	-6,918
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	24,571± 2,1251	23,038± 1,9071	0,003*	3,135
PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	81,323± 3,4023	98,128± 8,6638	0,000*	-11,086

SD: desviación estándar, **IMC:** Índice de Masa Corporal, **n:** muestra, **p:** significancia estadística, **t:** t para muestras independientes, *p<0,05.

Teniendo en cuenta los criterios de Nieman DC en el libro "ABC de la Nutrición", la muestra de estudio se divide en dos grupos según la categorización por porcentaje de grasa: ALTO y MUY ALTO. Según el análisis comparativo existen diferencias estadísticamente significativas: las mujeres con porcentaje de grasa ALTO presenta menor peso (p=0,000); menor IMC (p=0,000); y menor perímetro abdominal (p=0,000), en comparación con las mujeres de porcentaje de grasa MUY ALTO. Mientras que el porcentaje de músculo (p=0,003) es mayor en las mujeres mujeres con porcentaje de grasa alto en comparación con la mujeres del con MUY ALTO porcentaje de grasa. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas con las variables edad, y talla.

Tabla 15-4. Descripción de la muestra y comparación entre grupos según IMC (26 Kg/m² – 29.9 Kg/m²- ≥ 30 Kg/m²)

VARIABLES	IMC (n=70) Media \pm SD			
	SOBREPESO (n=42)	OBESIDAD (n=28)	p	t
EDAD (años)	36,738 \pm 11,5570	38,929 \pm 10,4560	0,423	-0,806
PESO (Kg)	67,671 \pm 5,9490	84,286 \pm 10,0467	0,000*	-7,878
TALLA (cm)	1,5695 \pm 0,04701	1,5811 \pm ,04848	0,324	-0,994
PORCENTAJE DE GRASA (%)	42,279 \pm 3,1554	48,239 \pm 3,2354	0,000*	-7,665
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	24,350 \pm 2,0293	22,768 \pm 1,9566	0,002*	3,241
PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	84,738 \pm 6,1260	99,607 \pm 10,2283	0,000*	-6,910
SD: desviación estándar, IMC: Índice de Masa Corporal, n: muestra, p: significancia estadística, t: t para muestras independientes, *p<0,05.				

Con los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para diagnósticos de sobrepeso y obesidad, la muestra se divide en dos grupos (sobrepeso y obesidad). Al analizar las diferencias estadísticamente significativas encontramos que las mujeres con OBESIDAD presentan mayor peso ($p=0,000$); mayor porcentaje de grasa ($p=0,000$); y mayor perímetro abdominal ($p=0,000$); en comparación con las mujeres con SOBREPESO, mientras que el porcentaje de músculo es mayor en las mujeres con SOBREPESO en comparación con las mujeres OBESAS. No presentan diferencias estadísticamente significativas la edad y la talla.

4.3. Correlación de variables

Tabla 16-4. Matriz de correlación

		EDAD (años)	PESO (Kg)	TALLA (m)	IMC (Kg/m2)	PORCENTAJE DE GRASA (%)	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)
EDAD (años)	r	1	0,060	-0,017	0,074	-0,131	0,257*	0,187
	p		0,620	0,889	0,543	0,279	0,032	0,122
PESO (Kg)	r	0,060	1	0,483**	0,914**	0,726**	-0,285*	0,793**
	p	0,620		0,000	0,000	0,000	0,017	0,000
TALLA (m)	r	-0,017	0,483**	1	0,090	0,029	0,169	0,135
	p	0,889	0,000		0,459	0,812	0,163	0,265
IMC (Kg/m2)	r	0,074	0,914**	0,090	1	0,818**	-0,408**	0,842**
	p	0,543	0,000	0,459		0,000	0,000	0,000
PORCENTAJE DE GRASA (%)	r	-0,131	0,726**	0,029	0,818**	1	-0,781**	0,665**
	p	0,279	0,000	0,812	0,000		0,000	0,000
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	r	0,257*	-0,285*	0,169	-0,408**	-0,781**	1	-0,320**
	p	0,032	0,017	0,163	0,000	0,000		0,007
PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	r	0,187	0,793**	0,135	0,842**	0,665**	-0,320**	1
	p	0,122	0,000	0,265	0,000	0,000	0,007	

r: Pearson Correlation, p: significancia estadística, IMC=Índice de masa corporal

En la presente tabla se detalla la matriz de correlación. Al analizar las variables edad y porcentaje de músculo encontramos que a medida que aumenta la edad aumenta el porcentaje de músculo ($r=0,257$; $p=0,032$), de esta manera la variabilidad de la edad está dada en un 6% por el porcentaje de músculo, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,066$. Al analizar las variables IMC y porcentaje de grasa, vemos que a medida que aumenta el IMC aumenta el porcentaje de grasa ($r=0,818$; $p=0,000$), consideran que la variabilidad del IMC está dada en un 66% por el porcentaje de grasa, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,669$. Al interpretar la correlación de las variables IMC y porcentaje de músculo se encontró, que a medida que aumenta el IMC disminuye el porcentaje de músculo ($r=0,408$; $p=0,000$), de este modo la variabilidad del IMC está dada en un 16% por el porcentaje de músculo, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,166$. Además, al analizar las variables IMC y perímetro abdominal se ve que, a medida que aumenta el IMC aumenta el perímetro abdominal ($r=0,842$; $p=0,000$), de esta manera la variabilidad del IMC está dada en un 70% por el perímetro abdominal, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,708$. Al analizar las variables porcentaje de grasa y porcentaje de músculo, vemos que a medida que aumenta el porcentaje de grasa disminuye el porcentaje de músculo ($r=-0,781$ $p=0,000$), considerando que la variabilidad del porcentaje de grasa está dado en un 60% por el porcentaje de músculo, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,60$. Mediante el análisis de las variables porcentaje de grasa y perímetro abdominal se ha demostrado que a medida que aumenta el porcentaje de grasa aumenta el perímetro abdominal ($r=0,665$; $p=0,000$), de este modo la variabilidad del porcentaje de grasa está dado en un 44% por el perímetro abdominal, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,442$.

Tabla 17-4. Correlación de variables según nivel de actividad física* (NAF)

NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA (NAF)			EDAD (años)	PESO (Kg)	TALLA (m)	IMC (Kg/m ²)	PORCENTAJE DE GRASA (%)	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	
LEVE (n=49)	EDAD (años)	r	1	0,086	-0,203	0,176	0,113	0,008	0,371**	
		p		0,559	0,161	0,226	0,440	0,956	0,009	
	PESO (Kg)	r	0,086	1	0,442**	0,930**	0,814**	-0,382**	0,795**	
		p	0,559		0,001	0,000	0,000	0,007	0,000	
	TALLA (m)	r	-0,203	0,442**	1	0,084	0,084	0,118	0,099	
		p	0,161	0,001		0,567	0,565	0,419	0,499	
	IMC (Kg/m ²)	r	0,176	0,930**	0,084	1	0,873**	-0,465**	0,843**	
		p	0,226	0,000	0,567		0,000	0,001	0,000	
	PORCENTAJE DE GRASA (%)	r	0,113	0,814**	0,084	0,873**	1	-0,787**	0,667**	
		p	0,440	0,000	0,565	0,000		0,000	0,000	
	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	r	0,008	-0,382**	0,118	-0,465**	-0,787**	1	-0,262	
		p	0,956	0,007	0,419	0,001	0,000		0,069	
	PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	r	0,371**	0,795**	0,099	0,843**	0,667**	-0,262	1	
		p	0,009	0,000	0,499	0,000	0,000	0,069		
	MODERAD O (n=21)	EDAD (años)	r	1	0,127	0,060	0,132	-0,184	0,186	0,151
			p		0,584	0,798	0,568	0,425	0,418	0,514
PESO (Kg)		r	0,127	1	0,757**	0,911**	0,640**	-0,116	0,828**	
		p	0,584		0,000	0,000	0,002	0,617	0,000	
TALLA (m)		r	0,060	0,757**	1	0,422	0,337	-0,154	0,584**	
		p	0,798	0,000		0,057	0,136	0,504	0,005	
IMC (Kg/m ²)		r	0,132	0,911**	0,422	1	0,695**	-0,094	0,773**	
		p	0,568	0,000	0,057		0,000	0,684	0,000	
PORCENTAJE DE GRASA (%)		r	-0,184	0,640**	0,337	0,695**	1	-0,618**	0,528*	
		p	0,425	0,002	0,136	0,000		0,003	0,014	
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)		r	0,186	-0,116	-0,154	-0,094	-0,618**	1	-0,038	
		p	0,418	0,617	0,504	0,684	0,003		0,871	
PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)		r	0,151	0,828**	0,584**	0,773**	0,528*	-0,038	1	
		p	0,514	0,000	0,005	0,000	0,014	0,871		
n =muestra, r = Pearson Correlation, p =diferencia estadísticamente significativa, IMC =Índice de masa corporal NAF =Nivel de Actividad Física.										

En la siguiente tabla se detalla la correlación de variables ajustada para niveles de actividad física. Al analizar la correlación ajustada para el nivel de actividad física leve, en las variables porcentaje de grasa y porcentaje de músculo encontramos que, a medida que incrementa el porcentaje de grasa disminuye el porcentaje de músculo, ($r=-0,787$; $p=0,000$), la variabilidad de porcentaje de grasa está dada en un 61% por el porcentaje de músculo, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,619$. Esta relación se mantiene en el grupo de mujeres con un nivel de actividad física moderado. Además al estudiar las variables porcentaje de grasa y perímetro abdominal vemos que, a medida que aumenta el porcentaje de grasa aumenta el perímetro abdominal ($r=0,667$; $p=0,000$), de esta manera la variabilidad del porcentaje de grasa está dada en un 44% por el perímetro abdominal, con un coeficiente de $r^2=0,444$, esta situación se mantiene en el grupo contraparte. Al analizar la correlación entre los dos grupos de estudio se determina que la práctica de actividad física leve o modera favorece la disminución de los porcentajes de grasa.

Tabla 18-4. Correlación de variables según perímetro abdominal.

PERÍMETRO ABDOMINAL		EDAD (años)	PESO (Kg)	TALLA (m)	IMC (Kg/m ²)	PORCENTAJE DE GRASA (%)	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)		
RCMI (n=31)	EDAD (años)	r	1	-0,199	-0,266	-0,018	-0,440*	0,434*	
		p		0,283	0,149	0,924	0,013	0,015	
	PESO (Kg)	r	-0,199	1	0,756**	0,743**	0,440*	-0,036	
		p	0,283		0,000	0,000	0,013	0,848	
	TALLA (m)	r	-0,266	0,756**	1	0,124	0,074	0,146	
		p	0,149	0,000		0,506	0,693	0,433	
	IMC (Kg/m ²)	r	-0,018	0,743**	0,124	1	0,590**	-0,205	
		p	0,924	0,000	0,506		0,000	0,269	
	PORCENTAJE DE GRASA (%)	r	-0,440*	0,440*	0,074	0,590**	1	-0,760**	
		p	0,013	0,013	0,693	0,000		0,000	
	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	r	0,434*	-0,036	0,146	-0,205	-0,760**	1	
		p	0,015	0,848	0,433	0,269	0,000		
	RCMIS (n=39)	EDAD (años)	r	1	-0,062	0,107	-0,118	-0,246	0,310
			p		0,707	0,516	0,474	0,131	0,055
PESO (Kg)		r	-0,062	1	0,418**	0,887**	0,658**	-0,128	
		p	0,707		0,008	0,000	0,000	0,436	
TALLA (m)		r	0,107	0,418**	1	-0,046	-0,176	0,328*	
		p	0,516	0,008		0,779	0,285	0,042	
IMC (Kg/m ²)		r	-0,118	0,887**	-0,046	1	0,815**	-0,313	
		p	0,474	0,000	0,779		0,000	0,052	
PORCENTAJE DE GRASA (%)		R	-0,246	0,658**	-0,176	0,815**	1	-0,756**	
		P	0,131	0,000	0,285	0,000		0,000	
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)		R	0,310	-0,128	0,328*	-0,313	-0,756**	1	
		P	0,055	0,436	0,042	0,052	0,000		
n=muestra, r= Pearson Correlation, p=diferencia estadísticamente significativa, RCMIS= Riesgo cardiometabólico incrementado, RCMIS= Riesgo cardiometabólico incrementado sustancialmente, IMC= Índice de masa corporal									

En la presente tabla se detalla la correlación de variables ajustada para perímetro abdominal (RCMI/RCMIS). Al analizar la correlación ajustada para el perímetro abdominal con RCMI, las variables edad y porcentaje de grasa vemos que, a medida que aumenta la edad disminuye el porcentaje de grasa ($r=-0,440$; $p=0,013$), considerando que la variabilidad de peso está dada en un 19% por porcentaje de grasa, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,19$, esta correlación desaparece en el grupo de mujeres con RCMIS. Además al analizar las variables edad y porcentaje de músculo encontramos que, a medida que aumenta la edad aumenta el porcentaje de músculo ($r=0,434$; $p=0,015$), de esta manera la variabilidad de la edad está dada en un 18% por el porcentaje de músculo, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,188$, este resultado desaparece en el grupo de mujeres con RCMIS. Al analizar las variables porcentaje de grasa y porcentaje de músculo, encontramos que a medida que aumenta el porcentaje de grasa disminuye el porcentaje de músculo ($r=-0,760$; $p=0,000$), considerando que la variabilidad del porcentaje de grasa está dada en un 57% por el porcentaje de músculo, con un coeficiente de $r^2=0.57$, esta realidad se observa en los dos grupos de estudio.

Tabla 19-4. Correlación de variables según porcentaje de grasa.

PORCENTAJE DE GRASA		EDAD (años)	PESO (Kg)	TALLA (m)	IMC (Kg/m ²)	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)		
ALTO (n=31)	EDAD (años)	r	1	0,331	0,134	0,527	0,680	0,504	
		p		0,586	0,829	0,362	0,206	0,387	
	PESO (Kg)	r	0,331	1	0,916*	0,777	-0,329	0,953*	
		p	0,586		0,029	0,122	0,589	0,012	
	TALLA (m)	r	0,134	0,916*	1	0,459	-0,489	0,907*	
		p	0,829	0,029		0,437	0,403	0,034	
	IMC (Kg/m ²)	r	0,527	0,777	0,459	1	0,033	0,691	
		p	0,362	0,122	0,437		0,958	0,196	
	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	r	0,680	-0,329	-0,489	0,033	1	-0,219	
		p	0,206	0,589	0,403	0,958		0,723	
	PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	r	0,504	0,953*	0,907*	0,691	-0,219	1	
		p	0,387	0,012	0,034	0,196	0,723		
	MUY ALTO (OBESIDAD) (n=39)	EDAD (años)	r	1	0,096	-0,030	0,120	0,186	0,231
			p		0,449	0,811	0,340	0,138	0,064
PESO (Kg)		r	0,096	1	0,496**	0,911**	-0,200	0,778**	
		p	0,449		0,000	0,000	0,110	0,000	
TALLA (m)		r	-0,030	0,496**	1	0,097	0,210	0,126	
		p	0,811	0,000		0,441	0,093	0,316	
IMC (Kg/m ²)		r	0,120	0,911**	0,097	1	-0,334**	0,832**	
		p	0,340	0,000	0,441		0,007	0,000	
PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)		r	0,186	-0,200	0,210	-0,334**	1	-0,236	
		p	0,138	0,110	0,093	0,007		0,059	
PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)		r	0,231	0,778**	0,126	0,832**	-0,236	1	
		p	0,064	0,000	0,316	0,000	0,059		

n=muestra, r= Pearson Correlation, p=diferencia estadísticamente significativa, IMC= Índice de masa corporal.

En la presente tabla se analizó la correlación según grupos por porcentaje de grasa (ALTO – MUY ALTO (OBESIDAD)). Al analizar las variables del grupo de mujeres con un porcentaje de grasa ALTO, encontramos que, a medida que aumenta el peso aumenta el perímetro abdominal ($r=0,953$; $p=0,012$), de esta manera la variabilidad del peso está dada en un 35% por el perímetro abdominal, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,3516$, situación que se mantiene en el grupo contraparte. Mientras que, al analizar al grupo de mujeres con un porcentaje de grasa MUY ALTO (OBESIDAD), vemos que, existe diferencias estadísticamente significativas con las variables IMC y porcentaje de músculo encontramos que, a medida que aumenta el IMC disminuye el porcentaje de músculo ($r= -0,334$; $p=0,007$), considerando así que la variabilidad del IMC está dada en un 11% por el porcentaje de músculo, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,1115$. Además las variables IMC y perímetro abdominal denotan que, a medida que aumenta el IMC aumenta el perímetro abdominal ($r=0,832$; $p=0,000$), de esta manera la variabilidad del IMC está dado en un 69% por el perímetro abdominal, con un coeficiente de $r^2=0,6922$, estos resultados no se observan en el grupo contraparte. Por lo que podemos determinar que a mayor porcentaje de grasa mayor es el peso, el IMC, el perímetro abdominal (riesgo cardiometabólico) y menor es el porcentaje de músculo.

Tabla 20-4. Correlación de variables según porcentaje de músculo

PORCENTAJE DE MÚSCULO			EDAD (años)	PESO (Kg)	TALLA (m)	IMC (Kg/m ²)	PORCENTAJE DE GRASA (%)	PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	
MMA (n=47)	EDAD (años)	r	1	0,102	-0,032	0,132	0,110	0,319*	
		p		0,496	0,830	0,376	0,461	0,029	
	PESO (Kg)	r	0,102	1	0,480**	0,917**	0,808**	0,774**	
		p	0,496		0,001	0,000	0,000	0,000	
	TALLA (m)	r	-0,032	0,480**	1	0,093	0,107	0,130	
		p	0,830	0,001		0,535	0,476	0,383	
	IMC (Kg/m²)	r	0,132	0,917**	0,093	1	0,874**	0,820**	
		p	0,376	0,000	0,535		0,000	0,000	
	PORCENTAJE DE GRASA (%)	r	0,110	0,808**	0,107	0,874**	1	0,632**	
		p	0,461	0,000	0,476	0,000		0,000	
	PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	r	0,319*	0,774**	0,130	0,820**	0,632**	1	
		p	0,029	0,000	0,383	0,000	0,000		
	MMMA (n=23)	EDAD (años)	r	1	0,164	-0,075	0,262	-0,170	0,237
			p		0,455	0,734	0,226	0,438	0,277
PESO (Kg)		r	0,164	1	0,705**	0,908**	0,647**	0,801**	
		p	0,455		0,000	0,000	0,001	0,000	
TALLA (m)		r	-0,075	0,705**	1	0,345	0,266	0,406	
		p	0,734	0,000		0,107	0,221	0,055	
IMC (Kg/m²)		r	0,262	0,908**	0,345	1	0,721**	0,824**	
		p	0,226	0,000	0,107		0,000	0,000	
PORCENTAJE DE GRASA (%)		r	-0,170	0,647**	0,266	0,721**	1	0,592**	
		p	0,438	0,001	0,221	0,000		0,003	
PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)		r	0,237	0,801**	0,406	0,824**	0,592**	1	
		p	0,277	0,000	0,055	0,000	0,003		
<p>n=muestra, r= Pearson Correlation, p=diferencia estadísticamente significativa, MMA= Masa Muscular Alta, MMMA= Masa Muscular Muy Alta.</p>									

En la tabla en mención se detalla la correlación de variables según porcentaje de músculo. Al analizar las variables de las mujeres con masa muscular alta (MMA) encontramos que, a medida que aumenta la edad aumenta el perímetro abdominal ($r=0,319$; $p=0,029$), considerando así que la variabilidad de la edad está dada en un 10% por el perímetro abdominal, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,1017$, esta situación desaparece en el grupo de mujeres con masa muscular muy alta (MMMA).

Tabla 13-4. Correlación de variables según Índice de Masa Corporal (IMC)

IMC			PESO (Kg)	TALLA (cm)	PORCENTAJE DE GRASA (%)	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	PERIMETRO ABDOMINAL	EDAD
SOBREPESO (n=42)	EDAD (años)	r	0,102	-0,032	0,110	-0,010	0,319*	1
		p	0,496	0,830	0,461	0,946	0,029	
	PESO (Kg)	r	1	0,480**	0,808**	-0,276	0,774**	0,102
		p		0,001	0,000	0,060	0,000	0,496
	TALLA (m)	r	0,480**	1	0,107	0,176	0,130	-0,032
		p	0,001		0,476	0,237	0,383	0,830
	PORCENTAJE DE GRASA (%)	r	0,808**	0,107	1	-0,713**	0,632**	0,110
		p	0,000	0,476		0,000	0,000	0,461
	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	r	-0,276	0,176	-0,713**	1	-0,168	-0,010
		p	0,060	0,237	0,000		0,260	0,946
PA (cm)	r	0,774**	0,130	0,632**	-0,168	1	0,319*	
	p	0,000	0,383	0,000	0,260		0,029	
OBESIDAD (n=28)	EDAD (años)	r	0,164	-0,075	-0,170	0,344	0,237	1
		p	0,455	0,734	0,438	0,108	0,277	
	PESO (Kg)	r	1	0,705**	0,647**	0,088	0,801**	0,164
		p		0,000	0,001	0,690	0,000	0,455
	TALLA (m)	r	0,705**	1	0,266	-0,025	0,406	-0,075
		p	0,000		0,221	0,909	0,055	0,734
	PORCENTAJE DE DE GRASA (%)	r	0,647**	0,266	1	-0,387	0,592**	-0,170
		p	0,001	0,221		0,068	0,003	0,438
	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	r	0,088	-0,025	-0,387	1	0,077	0,344
		p	0,690	0,909	0,068		0,725	0,108
PA (cm)	r	0,801**	0,406	0,592**	0,077	1	0,237	
	p	0,000	0,055	0,003	0,725		0,277	
n=muestra, r= Pearson Correlation, p=diferencia estadísticamente significativa, IMC= Índice de masa corporal, PA= Perímetro abdominal								

En la siguiente tabla se detalla la correlación de variables ajustadas para IMC. Al analizar la correlación ajustada para SOBREPESO, en las variables edad y perímetro abdominal se determina que, a medida que aumenta la edad aumenta el perímetro abdominal ($r=0,319$; $p=0,029$), de esta manera la variabilidad de la edad está dada en un 10% por el perímetro abdominal, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,1017$, esta correlación desaparece en las mujeres con OBESIDAD. Al estudiar las variables porcentaje de grasa y porcentaje de músculo en mujeres con SOBREPESO se encontró que, a medida que aumenta el porcentaje de grasa disminuye el porcentaje de músculo ($r=-0,713$; $p=0,000$), la variabilidad del porcentaje de grasa está dado en un 50% por el porcentaje de músculo, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,5083$, realidad que desaparece en el grupo contraparte.

Tabla 21-4. Correlación de variables según edad

EDAD			PESO (Kg)	TALLA (m)	IMC (Kg/m ²)	PORCENTAJE DE GRASA (%)	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	PERIMETRO ABDOMINAL (cm)	
<40 años (n=44)	PESO (Kg)	r	1	0,411**	0,945**	0,828**	-0,426**	0,797**	
		p		0,006	0,000	0,000	0,004	0,000	
	TALLA (m)	r	0,411**	1	0,094	0,127	0,136	0,048	
		p	0,006		0,542	0,413	0,380	0,758	
	IMC (Kg/m ²)	r	0,945**	0,094	1	0,861**	-0,501**	0,854**	
		p	0,000	0,542		0,000	0,001	0,000	
	PORCENTAJE DE GRASA (%)	r	0,828**	0,127	0,861**	1	-0,783**	0,707**	
		p	0,000	0,413	0,000		0,000	0,000	
	PORCENTAJE DE MÚSCULO (%)	r	-0,426**	0,136	-0,501**	-0,783**	1	-0,421**	
		p	0,004	0,380	0,001	0,000		0,004	
	PERÍMETRO ABDOMINAL (cm)	r	0,797**	0,048	0,854**	0,707**	-0,421**	1	
		p	0,000	0,758	0,000	0,000	0,004		
	≥ 40 años (n=26)	PESO (Kg)	r	1	0,622**	0,838**	0,607**	-0,198	0,795**
			p		0,001	0,000	0,001	0,333	0,000
TALLA (m)		r	0,622**	1	0,098	-0,060	0,199	0,259	
		p	0,001		0,634	0,773	0,331	0,201	
IMC (Kg/m ²)		r	0,838**	0,098	1	0,826**	-0,422*	0,838**	
		p	0,000	0,634		0,000	0,032	0,000	
PORCENTAJE DE GRASA (%)		r	0,607**	-0,060	0,826**	1	-0,797**	0,706**	
		p	0,001	0,773	0,000		0,000	0,000	
PORCENTAJE DE MUSCULO (%)		r	-0,198	0,199	-0,422*	-0,797**	1	-0,381	
		p	0,333	0,331	0,032	0,000		0,055	
PERIMETRO ABDOMINAL (cm)		r	0,795**	0,259	0,838**	0,706**	-0,381	1	
		p	0,000	0,201	0,000	0,000	0,055		
n=muestra, r= Pearson Correlation, p=diferencia estadísticamente significativa, IMC= Índice de masa corporal, PA= Perímetro Abdominal.									

En la presente tabla se detalla la correlación de variables ajustada por edad. La segmentación de grupos de edad se realizó tomando en cuenta que a partir de los 40 años existe un descenso en la TMB, en la fuerza muscular acarreado así a una transformación en composición corporal (mayor acumulación de grasa y disminución de músculo). Al estudiar las variables peso y porcentaje de músculo se encontró que a medida que aumenta el peso disminuye el porcentaje de músculo ($r=-0,426;p=0,004$), de este modo la variabilidad del peso está dada en un 18% por el porcentaje de músculo, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,1814$, este resultado desaparece en las mujeres ≥ 40 años. Además en las variables porcentaje de músculo y perímetro abdominal en las mujeres <40 años se encontró que, a medida que aumenta el porcentaje de músculo disminuye el perímetro abdominal ($r=-0,421; p=0,004$), la variabilidad del porcentaje de grasa está dada en un 17% por el perímetro abdominal, con un coeficiente de determinación del $r^2=0,1772$, esta realidad no se repite en mujeres ≥ 40 años.

4.4. Discusión

Conociendo que la obesidad es un problema creciente en la salud pública. Es de gran importancia evaluar la relación que existe con la actividad física, variable que está muy aislada de una evaluación o tratamiento nutricional. Al utilizar el instrumento específico de actividad física IPAQ para evaluar a las mujeres con sobrepeso y obesidad en el Centro de Nutrición Integral Cenif, encontramos que existe una relación favorable en la composición corporal (disminución del porcentaje de grasa, perímetro abdominal, IMC, y un aumento del porcentaje de músculo) mediante la práctica de actividad física a mayor intensidad (Actividad física moderada). Parque J. y colaboradores tenían como objetivo identificar los efectos de la actividad física y la composición corporal en la recurrencia de pólipos colorrectales en pacientes con cáncer colorrectal anterior. Donde concluyen que el ejercicio durante al menos 1 hora por semana y disminuye la masa grasa situación que se relaciona con la recuperación pronta de los pacientes. (Parque, 2017)

Xiang J, en su estudio tiene como fondo que la relación entre la actividad física (AF) y la salud ósea es bien conocida, pero el papel de la masa magra (MM) y la masa grasa (MG) en esta relación sigue siendo incierto. Por efecto, el objetivo de su estudio fue examinar el efecto mediador de la MM y MG en la relación entre la AF y la densidad mineral ósea (DMO) en mujeres posmenopáusicas. Donde concluye que la MM y MG afectan a la relación entre la AF y la DMO como mediador. Las mujeres posmenopáusicas con alto MM y MG tenían más DMO. (Xiang, & et al., 2017).

Richard y colaboradores, realizaron un estudio en pacientes que acuden a consulta de endocrinología del Centro de Especialistas en Bogotá, con el cual pretenden determinar la prevalencia de sarcopenia en pacientes menores de 30 años mediante bioimpedanciometría. Concluyendo que la sarcopenia está enfocada en pacientes ancianos y es notoria la pérdida de la masa muscular desde edades tempranas, asociados a problemas de sobrepeso u obesidad que podría corresponder a “obesidad sarcopénica”. (Richard, 2015).

Considerando la media de la variable edad, las mujeres estudiadas presentan obesidad y riesgo cardiometabólico, situación evidenciada por IMC, exceso en el porcentaje de grasa y el perímetro abdominal incrementado, además existen una disminución en el porcentaje de masa muscular, a esta realidad se suma la escasa práctica actividad física. Según la American Heart Association, el sedentarismo prolongado lleva a la reducción acentuada y progresiva de la masa muscular, de la fuerza (acción muscular), de la flexibilidad y del equilibrio. (Vidarte, J. y col., 2011)

Restrepo y colaboradores mencionan que, a medida que avanza la edad en la mujer, se acelera la pérdida de masa magra y aumenta la acumulación de grasa, situación que está relacionada con los cambios hormonales y con la práctica de actividad física, por lo que concluyen que la actividad física disminuye los depósitos de grasa y aumentan la masa corporal magra y está a la vez puede aumentar mediante el incremento de la actividad física. (Roig, 2002). Dentro de nuestro estudio se demuestra que las mujeres de mayor edad (≥ 40) presenta un mayor porcentaje de músculo, situación que da a notar que el cuidado por la salud es más acentuado a mayor edad. JafariNasabian y colaboradores en un estudio realizado en pacientes mujeres con síndrome de oso (osteoporosis, sarcopenia, obesidad) indica que el envejecimiento acompañado de un estilo de vida sedentario conduce a la pérdida de masa muscular, sarcopenia y la fuerza muscular reducida, afectando de esta manera la función física y la capacidad de vivir de forma independiente. (JafariNasabian, Inglis, Kelly, & Ilich, 2017). Además al determinar las correlaciones en las mujeres de menor edad (< 40) se evidencia que a mayor porcentaje de músculo disminuye el perímetro abdominal situación que no se da en mujeres de mayor edad. Es así que, Logon y colaboradores en un estudio de mujeres adultas (20 - 59 años), indican que hay asociación positiva entre la circunferencia abdominal y la edad y que el promedio de perímetro abdominal fue más grande en personas insuficientemente activas. (Hernandez, Ana y colaboradores, 2013)

Según el estudio IDEA (International Day for Evaluation of Abdominal Obesity) el aumento de la circunferencia abdominal es un marcador práctico y útil para la identificación de riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas. Dentro del grupo de estudio el riesgo cardiometabólico es evidente, y se determina que las mujeres con RCMIS presentan un menor porcentaje de músculo, mientras que el IMC, el porcentaje de grasa y el peso son mayores en comparación a las mujeres con RCMI, esta realidad se mantiene independientemente de los niveles de actividad física que realice (leve y moderado). María Serrano y colaboradores en un estudio sometieron a un grupo de mujeres a la práctica de programa de danza durante 8 semanas por tres sesiones a la semana, cada una de 50 minutos más un régimen de alimentación, y un grupo control (sedentarias) bajo un régimen de alimentación, se demostró que las mujeres del grupo de danza mostraron reducción significativa de la circunferencia de la cintura en comparación con las del grupo control. (Guzmán - Serrano, 2016)

Según el American College of Sports Medicine, la actividad física influye sobre grandes grupos musculares (extremidades superiores, tronco, y extremidades inferiores) como resultado del

incremento del gasto energético a expensas de las reservas de grasa, y ayuda a mantener la masa magra, la densidad de la masa ósea y el peso corporal. (Lippincott Williams & Wilkins, 2013). Esta situación está estrechamente relacionada con la realidad observada en el grupo de estudio, las mujeres con nivel de actividad física moderada (la misma que fue evaluada con el instrumento IPAQ) presenta mayor porcentaje de músculo y menor porcentaje de grasa, mientras que las mujeres con actividad física leve presentan mayor porcentaje de músculo y menor peso, IMC, porcentaje de grasa. Fuentes Bravo et al, en un estudio realizado en personal auxiliar y administrativo de la Universidad de Viña del Mar, determina que hay puestos de trabajo que pueden promover la salud, a pesar de no cumplir con la norma considerada "no sedentaria", como en el caso de instalaciones auxiliares. El gasto energético es mayor en las personas que realicen actividades que impliquen el ejercicio de baja intensidad, lo que podría ayudar a reducir los niveles de grasa y mantener la masa muscular de las personas. Los resultados se obtuvieron mediante pruebas con acelerómetro, antropometría y la aplicación de cuestionario IPAQ. (Bravo, Manuel y colaboradores)

You et al. un programa con mujeres obesas de 30 semanas de duración con 3 grupos de intervención, uno de dieta hipocalórica, otro de dieta hipocalórica y ejercicio de resistencia de larga duración y baja intensidad, y el tercero de dieta hipocalórica y ejercicio de resistencia de mayor intensidad y menor duración. Obtuvieron una reducción de peso y del porcentaje de grasa similar en los tres grupos, pero sólo en los que se practicó actividad física se redujo el tamaño del adipocito abdominal, fundamental en las complicaciones asociadas a la adiposidad abdominal subcutánea. (Luque, Gema, 2010). Un estudio revela que los niveles más altos de gasto de energía de la actividad física (PAEE) se asociaron con menor masa grasa androide y ginoide (población de 60-64 años en ambos sexos). (Bann, David y colaboradores, 2014)

CONCLUSIONES

Dentro del estudio se ha comprobando la hipótesis planteada, denotando así las siguientes concluyentes:

- La práctica de actividad física leve no es suficiente para conservar la masa muscular en mujeres con obesidad, ya que a mayor sea el IMC mayor será el peso, el porcentaje de grasa y el perímetro abdominal.
- La práctica de actividad física moderada favorece a la disminución del perímetro abdominal y porcentaje de grasa, mientras que el porcentaje de músculo bajo el contexto de actividad física moderada aumentará.
- El incremento de la masa muscular está relacionado con la práctica de la actividad física, su presencia predominante en la composición corporal de la mujer favorece a la disminución del peso, el IMC, el porcentaje de grasa y el perímetro abdominal en la población con sobrepeso y obesidad.
- La masa muscular está influenciada por la edad y la práctica de actividad física; a mayor edad mayor porcentaje de músculo, siempre y cuando existe una práctica de ejercicio moderada o mayor, mientras que a menor práctica de ejercicio mayor es el riesgo cardiometabólico evidenciado por el perímetro abdominal.
- La obesidad está relacionada con la edad y la práctica de actividad física (a mayor sea la edad mayor será los niveles de actividad física), mientras que a mayor sea la edad mayor será el porcentaje de grasa y el IMC, resultados que pueden ser revertidos con la práctica de actividad física (a mayor actividad menor IMC, y porcentaje de grasa)

RECOMENDACIONES

- Incorporar al protocolo de atención nutricional, instrumentos que midan los niveles de actividad física en pacientes con enfermedades de sobrepeso y obesidad.
- Realizar un trabajo multidisciplinario (nutricionista, médico, fisioterapistas, laboratorista, psicólogo), el mismo que esté encaminado a la toma de mejores soluciones o alternativas para brindar un tratamiento ideal y favorecer a la pronta recuperación de pacientes con sobrepeso y obesidad.
- Tener en cuenta investigaciones y estudios anteriores, que permitan en cada paciente de obesidad y sobrepeso, tener una base que ayude y permita hacer un diagnóstico que ofrezca una alternativa que favorezca a mejorar su salud y su estilo de vida.
- El profesional en nutrición deberá estar en constante investigación y actualización de información para contribuir mediante estudios e investigaciones a la solución de problemas de salud en la población.
- Tomar como referencia el presente estudio realizado como referente para la ejecución de futuros estudios en obesidad sarcopenica, obesidad y actividad física

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Alvares, C. (2012). Efectos del ejercicio físico de alta intensidad y sobrecarga en parámetros de salud metabólica en mujeres sedentarias, pre-diabéticas con sobrepeso u obesidad. *Revista médica de Chile*, 140(10).
- 2) Arribas, C., & Harten,.(2015). Asociación entre obesidad y consumo de frutas y verduras: un estudio de base poblacional en Perú . *Revista chilena de nutrición*, 42(3).
- 3) Arroyo, V. (2014). Tejido adiposo como órgano endocrino. *Revista chilena endocrinología diabetes*, 7(2), 56-59.
- 4) Astiasaran, I. (2002). *Intervencion dietetica en la obesidad*. 1ra. ed.. Navarra: Universidad de Navarra S.A.
- 5) Bann, D. (2014). Actividad física en la edad adulta en relación con la masa grasa y la masa corporal magra en la vejez temprana. *Revista Americana de Epidemiología*, 179(10).
- 6) Bravo, M.. (2013). Actividad física laboral y composición corporal en mujeres adultas; estudio piloto. *Nutricion Hospitalaria*, 28(3).
- 7) Buendía, R. (2015). Consideramos que se debe realizar una definición de sarcopenia donde se incluya pacientes jóvenes. *PUBMED*, 10.
- 8) Caballero, L. (2015). Sobrepeso y obesidad en estudiantes universitarios colombianos y su asociación con la actividad física. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 31.
- 9) Cardenas, C. (2015). Grelina, obesidad mórbida y bypass gástrico. *Revista Medica de Costa Rica y centroamerica*, LXXII(614)69 .
- 10) Cerón, P. (2010). Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población chilena. *Revista Medica Chile* , 138.
- 11) Chicharro, J. & Vaquero, A. (2006). Fisiología del ejercicio. Editorial . 3ra. ed. 2006. Panamericana.
- 12) Comroe, J. (2002). Fisiología del ejercicio. Recuperado de: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-ejer/fisiologiadelejercicio.pdf>
- 13) del Pozo, S., Garcia, J. (2012). *Valoración Nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario*. Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente/Fundación Española de la Nutrición.
- 14) Delgado, F. (2016). Variaciones en el estado nutricional, presión arterial y capacidad cardiorrespiratoria de obesos candidatos a cirugía bariátrica: beneficios del ejercicio físico con apoyo multidisciplinar . *Revista de Nutrición Hospitalaria*, 33(1).

- 15) Delgado, M. (2005). *Traducción de las Guías para el Procesamiento de Datos y Análisis del Cuestionario Internacional de Actividad física (IPAQ) Versiones Corta*. Recuperado de: http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/p_4_p_2_promocion_de_la_salud/actividad_fisica_alimentacion_equilibrada/IPAQ_Guia_Traducida.pdf
- 16) Durán, S. (2016). Menos horas de sueño asociado con sobrepeso y obesidad en estudiantes de nutrición de una universidad Chilena . *Revista Peru Med Exp Salud Publica*.
- 17) Ecuador. Ministerio de Salud Pública. MSP. (2014). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*. Recuperado de: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf
- 18) España. *Asociaciones de Docentes de Educación Física*. (2014). Utilidad de la cineantropometría y la bioimpedancia para orientar la composición corporal y los hábitos de los futbolistas. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/3457/345732291024.pdf>
- 19) Gonzales, A. (2012). Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1).
- 20) Gonzales, M. (2012). Funciones endocrinas de la célula adiposa . *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 10(3).
- 21) Guarnizo, M. (2011). Influencia del ejercicio físico y el índice de masa corporal sobre la calidad espermática: análisis en pacientes de reproducción asistida. *Asebir*, 16(1).
- 22) Guisado, J. (2009). Rendimiento deportivo: composición corporal, peso, energía macronutrientes y digestión (I). *Archivos de medicina del deporte*, 26(133).
- 23) Gutiérrez, J. (2011). El tejido adiposo como órgano maestro en el metabolismo . *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 19(4).
- 24) Guzmán, C. (2016). Efectos de un programa de danzaterapia en la composición corporal y calidad de vida de mujeres mayores españolas con sobrepeso . *Nutrición Hospitalaria*, 33(6).
- 25) Guzman, C. (2015). Control de la ingesta alimentaria: rol del receptor 4 de melanocortina en el desarrollo de obesidad. *Revista Chilena Endocrinología Diabetes*.
- 26) Hermoso, A. (2013). Efectos de un programa de ejercicio físico durante tres años en niños obesos: un estudio de intervención. Recuperado de: [file:///Users/silviapalacios/Desktop/Dialnet-EfectosDeUnProgramaDeEjercicioFisicoDuranteTresAno-4135158%20\(1\).pdf](file:///Users/silviapalacios/Desktop/Dialnet-EfectosDeUnProgramaDeEjercicioFisicoDuranteTresAno-4135158%20(1).pdf)
- 27) Hermoso, A. (2013). Efectos de un programa de ejercicio y dieta en niños obesos: un estudio longitudinal . *Journal of Sport and Health Research* , 5(3).
- 28) Hernandez, A. (2013). La circunferencia abdominal como indicador de riesgo de enfermedad cardiovascular. *Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 55(3).
- 29) Hernández, D. (2010). *Fisiología Muscular en la Biomecánica*. Recuperado de: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bio/fisiologia_muscular_en_la_biomecanica..pdf

- 30) Jouza, L. (2014). El efecto de la inactividad física en la aptitud física y funcional en personas mayores institucionalizados de são caetano do sul, são paulo, Brasil. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 15(2).
- 31) Lavie, C. (2017). Actividad física persistente que se traduce en una reducción persistente de la mortalidad. *Revista Europea de Cardiología Preventiva*.
- 32) Lee, P. (2011). Validez del formulario de cuestionario internacional de actividad física (IPAQ-SF): Una revisión sistemática. *Biblioteca Nacional de Medicina EE.UU*, 8.
- 33) Lippincott, W. (2013). *El Manual de Evaluación de la Condición Física Relacionado con la Salud de ACSM*. 4ta. ed. Wolters Kluwers.
- 34) Llames, L. (2013). Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico. *Nutrición Hospitalaria*, 28.
- 35) Lopategui, E. (2012). Prescripción de ejercicio desde el punto de vista de la actividad física. Recuperado de: http://www.saludmed.com/PEjercicio/contenido/Rx_Ejercicio_Actividad_Fisica.pdf - 1 - L
- 36) Lopategui, E. (2012). *La prescripción de ejercicio desde el punto de vista de la actividad física*. Recuperado de: http://www.saludmed.com/ejercicio/contenido/Rx_Ejercicio_Actividad_Fisica.pdf
- 37) López, S. (2015). Composición corporal y variabilidad de la frecuencia cardíaca. *Revista Euroamerica de Ciencias del Deporte*, 4(2).
- 38) Luque, G. (2010). Papel del ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la obesidad en adultos. *Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*(18).
- 39) Martínez, C. (2015). Valoración del estado nutricional. *Pediatr Integral*, XIX(4).
- 40) Melendez, A. (1987). *Bases fisiológicas y fisiológicas del movimiento*. Madrid: Alianza.
- 41) Menesses, J. (2014). *Intervenciones con actividad física supervisada en el manejo de la fatiga relacionada con el cáncer*. *Revista Chilena de Nutrición*, 30(3).
- 42) Metral, G. (2000). Sistemas Energéticos. *Journal PubliCE*.
- 43) Meza, N. (2015). Alto riesgo para la salud debido al consumo de bebidas y obesidad entre bachilleres de México. *Nutrición Hospitalaria*, 31.
- 44) Mollinedo, F. (2013). Índice de masa corporal, frecuencia y motivos de estudiantes universitarios para realizar actividad física. *Educación Médica Superior*, 27(3).

- 45) Montalvo, C. (2010). Biología celular e histología médica tejido adiposo. Recuperado de: http://histologiaunam.mx/descargas/ensenanza/portal_recursos_linea/apuntes/tejido_adiposo_2010.pdf
- 46) Morales, J. A. (2010). *Obesidad un enfoque multidisciplinario*. 1ra. ed.. Mexico: Las tres Gracias.
- 47) Moreno, M. (2012). Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(2).
- 48) Muñoz, G. (2014). Hambre, apetito y saciedad. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 24(2).
- 49) Nieto, A. (2013). Efecto del ejercicio en subpoblaciones de lipoproteínas de alta densidad y en la presión arterial. *Rev. salud pública.*, 15(1).
- 50) Nuris C. (2016). Validación del Cuestionario de Actividad Física del IPAQ en Adultos Mexicanos con Diabetes Tipo 2. *Revista Journal*.
- 51) Organización Mundial de la Salud OMS. (2014). *Estadísticas mundiales*. Recuperado de: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/131953/1/9789240692695_spa.pdf
- 52) Ortega, A. (2014). Evaluación nutricional mediante técnicas de impedancia. ventajas e inconvenientes en tca. *Revista Trastornos de la Conducta Alimentaria* , 19.
- 53) Osorio, I. (2012). Control hormonal de la homeostásis energética: de la célula al cerebro. *Revista de Educación Bioquímica*.
- 54) Parque, J. (2017). Los efectos de la actividad física y la masa grasa corporal sobre la recurrencia de pólipos colorrectales en pacientes con cáncer colorrectal previo. *American Association for Cancer Research*, 10(8).
- 55) Quirantes, A. (2016). Actividad física en mujeres adultas con exceso de peso corporal. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 35(2).
- 56) Ramirez, D. (2016). Mecanismos Moleculares y Terapéuticas para Reducir la Inflamación del Tejido Adiposo en la Obesidad. *Revista Peruana de Divulgación Científica en Genética y Biología Molecular RDGBM*.
- 57) Reyes, D. (2012). Características biológicas del tejido adiposo: el adipocito como célula endocrina. *Revista de Medicina Clínica CONDES* , 23(2).
- 58) Roda, C. (2016). El estilo de vida correlaciona el sobrepeso en los adultos: un enfoque jerárquico (el proyecto SPOTLIGHT) . *Revista Internacional de Nutrición Conductual y Actividad Física*, 13.
- 59) Roig, J. (2002). Sarcopenia: Algo más que la disminución de la masa muscular. Recuperado de: <https://g-se.com/sarcopenia-algo-mas-que-la-disminucion-de-la-masa-muscular-231-sa-q57cfb2711b398>

- 60) Ruiz, Ó. (2014). Abdominal Obesity Increases the Risks of Colorectal Polyps. *Asociaciones Colombianas de Gastroenterología, Endoscopia digestiva, Coloproctología y Hepatología*.
- 61) Sanchez, G. (2016). Emerging complexities in adipocyte origins and identity. *Revista Trends in cell biology, 26(5)*.
- 62) Sandoval, C. (2013). El sistema de inhibición GABAérgico implicado en la regulación de la ingesta alimentaria y obesidad. *Revista Mexicana Neurocrugia*.
- 63) Sears, B. (2012). Role of fatty acids and polyphenols in inflammatory gene transcription and their impact on obesity, metabolic syndrome and diabetes. . *European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 16* .
- 64) Serón, P. (2010). Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población chilena. *Revista Medica Chile(138)*.
- 65) Taylor C. (2017). Dosis de esfuerzo y mortalidad por todas las causas en la rehabilitación cardíaca extendida: un estudio de cohorte. Recuperado de: <http://secardiologia.es/images/publicaciones/libros/rehabilitacion-cardiaca.pdf>
- 66) Ugidos, P. (2016). Actividad física y hábitos de salud en estudiantes universitarios argentinos. *Revista de Nutricion hospitalaria*.
- 67) Vidarte, J. (2011). Actividad física: estrategia de promoción de la salud. *Revista Scielo: Hacia La Promocion de la Salud, 16(1)*.
- 68) Zárate, A. (2016). Contribuciones científicas de Jules Hirsch sobre la fisiopatogenia de la obesidad. *Revista Medica Inst Mex Seguro Soc, 54*.

ANEXOS

Anexo A. Técnicas e Instrumentos empleados para evaluar a pacientes estudiados

Evaluación	Técnica	EQUIPOS
<p>Talla</p>	<p>Colocar al paciente pie y sin zapatos ni adornos en la cabeza que dificulten o modifiquen la medición.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Coloca al sujeto con la cabeza, hombros, caderas y talones juntos deberán estar pegados a la pared bajo la línea de la cinta del estadiómetro. Los brazos deben colgar libre y naturalmente a los costados del cuerpo. ● Mantener la cabeza del paciente firme y con la vista al frente en un punto fijo. Solicita que contraiga los glúteos, y estando frente a él coloca ambas manos en el borde inferior del maxilar inferior del sujeto, ejerciendo una mínima tracción hacia arriba, como si desearas estirarle el cuello. ● Vigila que el sujeto no se ponga de puntillas colocando su mano en las rodillas, las piernas rectas, talones juntos y puntas separadas, procurando que los pies formen un ángulo de 45°. ● Deslizar la escuadra del estadiómetro de arriba hacia abajo hasta topar la cabeza del sujeto, presionando suavemente contra la cabeza para comprimir el cabello. ● Verifica nuevamente que la posición del sujeto sea la adecuada y tomar la medida. 	<p>Estadiómetro</p>
<p>Peso IMC % grasa % músculo</p>	<p>Recomendar al paciente que el día anterior no debe realizar ningún esfuerzo intenso.</p> <p>Para la evaluación los pacientes deben acudir en ayunas, tomar la medida en ropa interior. Ingresar en el equipo datos de edad, talla, sexo, y solicitar al paciente subir a la OMRON octopolar para medir los parámetros relacionados con su composición corporal (porcentaje de grasa, porcentaje de musculo, peso, IMC).</p>	<p>Bioimpedancia octopolar OMRON</p>
<p>Perímetro Abdominal</p>	<p>El sujeto de pie en posición de atención antropométrica, la cinta se pasa alrededor del tronco a nivel del ombligo, manteniendo la horizontalidad. La presión ejercida debe ser leve para evitar la compresión de los tejidos. El técnico está colocado frente al sujeto, en dependencia de la estatura del sujeto, puede realizar la medición estando sentado. Otro punto de referencia para esta dimensión es en el nivel que está en la mitad de la distancia entre la décima costilla y la cresta iliaca.</p>	<p>Cinta métrica inextensible y flexible calibrada en milímetros (precisión de 1 mm).</p>

Anexo B: Cuestionario Internacional de Actividad física IPAQ

IPAQ: FORMATO CORTO AUTOADMINISTRADO DE LOS ULTIMOS 7 DIAS PARA SER UTILIZADO CON ADULTOS (15- 69 años)

Las preguntas se referirán al tiempo que usted destinó a estar físicamente activo en los **últimos 7 días**. Por favor responda a cada pregunta aun si no se considera una persona activa. Por favor, piense acerca de las actividades que realiza en su trabajo, como parte de sus tareas en el hogar o en el jardín, moviéndose de un lugar a otro, o en su tiempo libre para la recreación, el ejercicio o el deporte.

*Piense en todas las actividades **intensas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Las actividades físicas **intensas** se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucho más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos **10 minutos** seguidos.*

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿en cuantos realizó actividades físicas **intensas** tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física intensa *Vaya a la pregunta 3*

2. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física **intensa** en uno de esos días?

_____ **horas por día** _____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro

*Piense en todas las actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Las actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos **10 minutos** seguidos.*

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿en cuántos días hizo actividades físicas **moderadas** como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar dobles de tenis? **No** incluya caminar.

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física moderada *Vaya a la pregunta 5*

4. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física **moderada** en uno de esos días?

_____ **horas por día** _____ **minutos por día** No sabe/No está seguro

Piense en el tiempo que usted dedicó a **caminar** en los **últimos 7 días**. Esto incluye caminar en el trabajo o en la casa, para trasladarse de un lugar a otro, o cualquier otra caminata que usted podría hacer solamente para la recreación, el deporte, el ejercicio o el ocio.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿En cuántos **camino** por lo menos **10 minutos** seguidos? _____ **días por semana**

Ninguna caminata *Vaya a la pregunta 7*

6. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?

_____ **horas por día** _____ **minutos por día** No sabe/No está seguro

La última pregunta es acerca del tiempo que pasó usted **sentado** durante los días hábiles de los **últimos 7 días**. Esto incluye el tiempo dedicado al trabajo, en la casa, en una clase, y durante el tiempo libre. Puede incluir el tiempo que pasó sentado ante un escritorio, visitando amigos, leyendo, viajando en ómnibus, o sentado o recostado mirando la televisión.

7. Durante los **últimos 7 días** ¿cuánto tiempo pasó **sentado** durante un **día hábil**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro

Puntuación Categórica

Se proponen tres niveles (categorías) de actividad física:

Categoría 1: Baja (leve)

Este es el nivel más bajo de actividad física. Aquellas personas que no reúnen los criterios para las categorías 2 o 3 se consideran de baja / inactiva.

Categoría 2: Moderado

Cualquiera de los siguientes 3 criterios:

- 3 o más días de actividad vigorosa de al menos 20 minutos por día O
- 5 o más días de actividad de intensidad moderada o caminar de al menos 30 minutos Por día O
- 5 o más días de cualquier combinación de caminar, intensidad moderada o vigorosa

AnexoC: Propuesta de protocolo de atención nutricional en pacientes con enfermedades de sobrepeso y obesidad que acuden a consulta del Centro de Nutrición Integral Cenif.

Cenif **Paciente**
El formulario permite administrar la información del paciente durante su tratamiento...

Apellidos :

Cédula : Sexo : MASCULINO

Dirección Domicilio :

Fecha Inicio : 2017-09-10 Fec. Exámenes :

Res. Exámenes :

Patologías :

Aler. Alimentos :

Alim. Disgusta :

Num. Comidas Hora :

Nombres :

Num. Hijos : Tipo Parto : Normal

Fecha Nacimiento :

Ocupación :

Teléfonos :

Antecedentes :

Parentesco :

Desparacitación :

Medicamentos :

Aler. Medicamentos :

Act. Física :

Consumo diario Evaluación Antropométrica Imágenes de Evolución Plan Alimenticio

Kcl	Alimentos	Desayuno	Media Mañana	Almuerzos	Media Tarde	Merienda	TOTAL
140	Cereales	0	0	0	0	0	0
135	Lacteos	0	0	0	0	0	0
160	Carnes	0	0	0	0	0	0
35	Verduras	0	0	0	0	0	0
60	Frutas	0	0	0	0	0	0
45	Grasas	0	0	0	0	0	0
60	Azucar	0	0	0	0	0	0
0	TOTAL	0	0	0	0	0	0

EVALUACIÓN DE CONSUMO

EVALUACIÓN ANTROPOMETRICA

Peso ideal	Peso ideal en libras	Fecha	Talla	Peso actual	IMC	Peso actual en libras	PERDIDO DE PESO	% Grasa	% Musculo	Edad Biológica	Grasa Visceral	Pecho	Estomago	Cintura	Abdomen	Cadera	Pierna	Brazo	Presión Arterial	Dieta

FOTROGRAFÍA DE AVANCE

Frontal	Lateral
Foto	Foto

EVALUACIÓN DE PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (IPAQ)		
1.- Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizo actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, ejercicios hacer aeróbicos o andar rápido en bicicleta?		
Días por semana (indique el número)		
Ninguna actividad física intensa (pase a la pregunta 3)		<input type="checkbox"/>
2.- Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días?		
Indique cuántas horas por día		
Indique cuántos minutos por día		
No sabe/no está seguro		<input type="checkbox"/>
3- Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días hizo actividades físicas moderadas tales como transportar pesos livianos, o andar en bicicleta a velocidad regular? No incluya caminar		
Días por semana (indicar el número)		
Ninguna actividad física moderada (pase a la pregunta 5)		<input type="checkbox"/>
4.- Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?		
Indique cuántas horas por día		
Indique cuántos minutos por día		
No sabe/no está seguro		<input type="checkbox"/>
5.- Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días caminó por lo menos 10 minutos seguidos?		
Días por semana (indique el número)		
Ninguna caminata (pase a la pregunta 7)		<input type="checkbox"/>
6.- Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?		
Indique cuántas horas por día		
Indique cuántos minutos por día		
No sabe/no está seguro		<input type="checkbox"/>
7.- Durante los últimos 7 días, ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil?		
Indique cuántas horas por día		
Indique cuántos minutos por día		
No sabe/no está seguro		<input type="checkbox"/>
PUNTUACION		
Categoría 1: LEVE	<ul style="list-style-type: none"> Este es el nivel corresponde a personas que no reúnen los criterios para las categorías 2 o 3. 	<input type="checkbox"/>
Categoría 2: MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> 3 o más días de actividad vigorosa de al menos 20 minutos por día 5 o más días de actividad de intensidad moderada o caminar de al menos 30 minutos por día 5 o más días de cualquier combinación de caminar, intensidad moderada o vigorosa 	<input type="checkbox"/>
Categoría 3: MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> 7 días en la semana de cualquier combinación de caminata, o actividades de moderada o alta intensidad. Cuando se reporta actividad vigorosa al menos 3 días a la semana. 	<input type="checkbox"/>

RECOMENDACIÓN:

Fitness cardiorrespiratorio	Realizar 150min/sem de actividad moderada con una frecuencia de 5 días/sem o 75 min/sem de actividad vigorosa con una frecuencia de 3 días/sem
Fuerza y resistencia muscular	Realizar 8-10 ejercicios por sesión, con 2-3 series/ejercicio y 8-12 repeticiones/serie con una frecuencia mínima de 2 días/sem, preferiblemente, no consecutivos.
Flexibilidad	Realizar estiramientos estáticos realizando 2-4 repeticiones/ejercicio con una duración de 15-30 segundos con una frecuencia de 2-3 días/sem.
Pérdida de peso y prevención	Practicar actividad física aeróbica con una duración de 250-300 min/sem.