



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

FACULTAD DE MEDICINA

**“ESTUDIO DE LA CONDICIÓN FÍSICA AERÓBICA MEDIANTE EL CONSUMO DE OXÍGENO
MÁXIMO (VO2 MAX) Y LA PRESENCIA DE ENFERMEDADES DEGENERATIVAS
CARDIOVASCULARES Y METABÓLICAS EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA, OLEODUCTO DE
CRUDOS PESADOS (OCP) ECUADOR S.A.”**

Proyecto de Investigación presentado como requisito parcial para aprobar el trabajo de
titulación, para optar por el Título de:

ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE

**Realizada por: Md. SOFIA CARRILLO F.
Director del proyecto: DR. OSCAR CONCHA
Director metodológico: DR. ROMMEL ESPINOZA DE LOS MONTEROS**

Quito, Julio 2017

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a la persona que creyó en mí desde el primer día que nos conocimos, mi esposo Eduardo, quien ha sido mi apoyo sobretodo emocional con sus palabras de motivación para poder concluirla.

A mis padres quienes hicieron de mí una persona con ganas de triunfar.

A mis hijas, mis pequeñas niñas que llenan mi vida con sus sonrisas cada día y para quienes quiero ser un ejemplo, no para que sean igual a mí, sino para que sean mejor y cumplan sus metas no importa cuántos obstáculos se presente.

A mis maestros a todos sin excepción de uno, pero quiero mencionar en especial al Dr. Oscar Concha por siempre tener una palabra de aliento para seguir y su total apoyo para llegar al fin de esta especialidad tomando en cuenta que hay que amar lo que se hace.

A mis hermanas por siempre estar ahí, a quienes quiero decirles que el obstáculo más grande nos lo ponemos uno mismo y que no hay que temer el llegar a vencerlo.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por ser mi alma mater desde el pregrado y ahora para la obtención de mi título de especialista.

A mis maestros que con dedicación y paciencia me compartieron sus conocimientos en las aulas y por quienes siento una gran admiración.

A mis padres y hermanas que han sido un pilar fundamental en este camino por su ayuda en especial con el cuidado de mis hijas para poder concluir esta tesis.

Un especial agradecimiento al Dr. Francisco Ibarra por su apoyo incondicional para la realización de las pruebas de esfuerzo ya que sin su colaboración hubiera sido mucho más difícil llevar a cabo las mismas.

Y para concluir agradezco a mi esposo quien ha sabido valorar mi esfuerzo día a día.

CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	7
El problema de investigación.....	11
Planteamiento del Problema	11
Objetivos generales	11
Hipotesis.....	12
CAPITULO II. Revisión Bibliográfica.....	13
SÍNDROME CARDIOMETABÓLICO.....	13
Concepto y Generalidades	13
Epidemiología.....	16
Factores de Riesgo metabólico	19
Fisiopatología.....	22
Diagnóstico.....	26
Tratamiento:	28
ACTIVIDAD FÍSICA.....	28
Prueba de esfuerzo ergométrica.....	32
Protocolo de Bruce	32
Composición Corporal.....	34
Efectos del ejercicio sobre las lipoproteínas.....	36
CAPITULO III	41
Muestra.....	41
Método de muestreo	41
Criterios de inclusión	41
Criterios de exclusión.....	42
Tipo de estudio	42
Procedimientos de recolección de información	42
Plan de análisis de datos	44
Operacionalización de variables.....	44

CAPITULO IV. RESULTADOS.....	51
Variables descriptoras de la población	51
Signos vitales basales y durante el test de esfuerzo.....	52
Variables antropométricas y metabólicas	53
<i>Prueba de esfuerzo</i>	54
Análisis Multivarial.....	55
Caracterizacion de la VO2 max según variables descriptoras demográficas.....	55
Caracterización de la VO2 max según indicadores metabólicos	56
Actividad Fisica y VO2 max	57
CAPITULO V. DISCUSIÓN.	59
CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....	62
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES.	63
MATERIALES DE REFERENCIA.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66

Lista de tablas

TABLA 1: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	44
TABLA 1: EDAD	51
TABLA 2: ACTIVIDAD FÍSICA.....	51
TABLA 3: PRESION ARTERIAL.....	52
TABLA 4: FRECUENCIA CARDIACA.....	53
TABLA 5: VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y NUTRICIONALES	53
TABLA 6: RELACION ENTRE SEXO Y VO2.....	56
TABLA 7: CORRELACIÓN ENTRE EDAD Y VO2 MAX	56
TABLA 8: EL VO2 MAX CON INDICADORES METABÓLICOS	57

Lista de graficos

GRÁFICO 1: EXÁMENES METABÓLICOS	54
GRÁFICO 2: RESULTADOS DEL VO2 MAX	55
GRÁFICO 3: ACTIVIDAD FÍSICA Y VO2 MAX.....	58

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIDAD MEDICINA DEL DEPORTE**

“ESTUDIO DE LA CONDICIÓN FÍSICA AERÓBICA MEDIANTE EL CONSUMO DE OXÍGENO MÁXIMO (VO₂ MAX) Y LA PRESENCIA DE ENFERMEDADES DEGENERATIVAS CARDIOVASCULARES Y METABÓLICAS EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA, OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS (OCP) ECUADOR S.A.”

RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar la condición física aeróbica mediante el consumo de oxígeno máximo dado por una prueba de esfuerzo y correlacionar con las variables que componen el Síndrome Metabólico (SM) en trabajadores de la empresa Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) Ecuador S.A., oficinas Quito. La muestra estuvo compuesta por 70 sujetos entre ellos 49 hombres y 21 mujeres trabajadores de las oficinas en Quito. Se aplicó el cuestionario IPAQ para conocer su nivel de actividad física, además se les realizó una prueba de esfuerzo siguiendo el Protocolo de Bruce, se midió el porcentaje de grasa y se analizó los datos junto a los resultados del perfil lipídico. En cuanto al nivel de Actividad Física (AF) y la capacidad aeróbica se encontró que quienes referían mediante el IPAQ un nivel moderado y vigoroso tenían 3,8 veces más probabilidad de tener una buena capacidad aeróbica. Además, encontraron relaciones significativas débiles e inversamente proporcionales entre las variables alteradas del SM y la capacidad aeróbica. Sin embargo, lo más importante es notar el alto porcentaje de inactividad física entre personas que trabajan 8 horas o más diarias que como consecuencia representan un aumento en el costo de la salud pública. Por lo que se recomienda la prescripción adecuada del ejercicio en busca de beneficios para la salud.

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIDAD MEDICINA DEL DEPORTE**

**“STUDY OF AEROBIC PHYSICAL CONDITION THROUGH MAXIMUM OXYGEN
CONSUMPTION (VO₂ MAX) AND THE PRESENCE OF CARDIOVASCULAR AND
METABOLIC DEGENERATIVE DISEASES IN COMPANY WORKERS,
“OLEODUCTO DE CRUDOS PESADO” (OCP) ECUADOR S.A**

Abstract;

The purpose of this study was to determine the aerobic physical condition through the maximal oxygen consumption given by an exercise test and to correlate it with the variables that make up the Metabolic Syndrome (SM) in workers of the “Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) Ecuador SA, Offices Quito.

The sample consisted of 70 patients, including 49 men and 21 women, workers from the offices in Quito. The IPAQ questionnaire was applied to determine their level of physical activity. In addition, they underwent an exercise test following the Bruce Protocol, the percentage of fat was measured and the data were analyzed together with the results of the lipid profile. Regarding the level of Physical Activity (AF) and aerobic capacity it was found that those who reported using the IPAQ a moderate and vigorous level were 3.8 times more likely to have a good aerobic capacity. In addition, they found significant weak and inversely proportional relationships between the altered variables of MS and aerobic capacity. However, the most important thing to highlight is the high percentage of physical inactivity among people who work 8 hours or more daily and as a consequence represent an increase in the cost of public health. Therefore, we recommend the appropriate prescription of the exercise in search of health benefits.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

Cada vez se realizan esfuerzos mayores por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para motivar a las personas a moverse como una estrategia para disminuir la prevalencia de las enfermedades no transmisibles (ENT) cada vez en aumento y que claramente podrían ser prevenibles con la actividad física.

Según la OMS el 23% de los adultos y el 81% de los adolescentes en edad escolar no se mantienen suficientemente activos como prevención y control de las ENT (OMS, 2017).

La inactividad física es el 4to. factor de riesgo en lo que respecta a la mortalidad mundial lo que significa el 6% de todas las muertes registradas en todo el mundo. Siendo además la causa principal aproximadamente del 21% al 25% del cáncer de mama y colon, el 27% de los casos de Diabetes Melitus Tipo 2 (DM2) y el 30% de cardiopatía isquémica (OMS, Preguntas frecuentes, 2015).

En nuestro país no existen datos estadísticos relacionados a la actividad física en el ambiente laboral. Sin embargo, el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), mediante la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo ENEMDU (2012) nos refiere que el 43,54% del grupo de edad de 36 a 64 años no hace actividad física. Por otro lado, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-ECUADOR 2011 – 2013) muestra que la prevalencia de actividad física por género es mayor en hombres que en mujeres con un 12,1% inactivos, 23% tiene baja actividad y el 64.9% realiza actividad de mediana a alta vs. 17.1%, 36.7% y 46.2% respectivamente en hombres ((INEC), 2011-2013).

En la búsqueda de un mejor estilo de vida, el ejercicio físico aeróbico y en general la práctica de actividades físicas combate las enfermedades crónicas no transmisibles, buscando como objetivo buenos indicadores de salud para una mayor longevidad y efectivamente mejorar la calidad de vida. (Pancorbo, 2012). Pero es aquí donde contradictoriamente el sedentarismo predomina sobre la actividad física y es la razón de las estadísticas tan alarmantes en la población de trabajadores. Podemos definir a una persona sedentaria como “quien no realiza de manera correcta un plan de ejercicios con el objetivo de prevenir, corregir y rehabilitar diferentes patologías, es decir, un individuo que no realiza programas de actividad física” (Pancorbo, 2008).

De todas formas, debemos tomar en cuenta que, en primera instancia se debería tener una cierta condición física para realizar tanto tareas de la cotidianidad como deportivas o deportivas-recreativas. La condición física aeróbica o aptitud cardiorrespiratoria quiere decir mover grandes grupos musculares en un patrón rítmico durante un periodo sostenido de tiempo como ejemplos tenemos, caminar, trotar, correr, ciclismo y nadar, este tipo de ejercicios aumentan la aptitud cardiovascular y respiratoria motivando al cuerpo a adaptarse al estrés fisiológico que se les da a estos sistemas. Por lo tanto, aumentando la condición física aeróbica se puede combatir los factores de riesgo cardiovasculares mediante adaptaciones sistémicas (Brukner, 2012).

Además, es necesario mencionar la relación del síndrome metabólico ya que este representa un grupo de factores de riesgo que aumentan la probabilidad de enfermedad cardiovascular. Este síndrome se caracteriza por la obesidad central, un nivel de triglicéridos (TG) elevados, presión arterial elevada, valores bajos de lipoproteína de alta densidad (HDL), y un aumento del nivel de glucosa en sangre.

En relación a lo mencionado anteriormente es muy importante tomar en cuenta que, para tener una buena condición física aeróbica, es imprescindible la duración, el tiempo, la frecuencia y la intensidad con la que se realiza una actividad aeróbica. Según la American College of Sports Medicine (ACSM) se recomienda al menos 150 minutos o más a la semana de ejercicio aeróbico y al menos 2 días de ejercicios de fuerza por semana (Linda S. Pescatello, 2014).

La condición física aeróbica se basa tradicionalmente en el consumo máximo de oxígeno (VO_2 max), que es la cantidad máxima de oxígeno que un individuo puede utilizar en un minuto por kilogramo de peso corporal. Lo que significa que el VO_2 max se utiliza habitualmente como índice diagnóstico y pronóstico. Idealmente se mide por ergoespirometría durante una prueba maximal de ejercicio cardiopulmonar, ya que es la evaluación más válida y confiable de la aptitud aeróbica. Sin embargo, cuando no se cuenta con la posibilidad de realizar el análisis de gases ventilatorios los médicos se basan en valores estimados de VO_2 max utilizando ecuaciones que combinan la duración del ejercicio y la carga de trabajo máxima lograda durante la prueba estándar de esfuerzo, existen varios protocolos para determinar el VO_2 max sin embargo en este estudio se utilizará el protocolo de Test de Bruce.

Existen factores que afectan el VO_2 max denominados; Factores internos o centrales; la ventilación pulmonar, la capacidad de difusores de los pulmones, la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, la utilización periférica del oxígeno y la composición de las fibras musculares, y Factores externos; las formas de cargas en el ejercicio, la cantidad de masa muscular implicada, la posición corporal, la provisión parcial de oxígeno y el Clima (Hollmann, Heftinger 1980 Entrenamiento de la resistencia. Fritz Zintl). Según estos factores podemos decir que el VO_2 max es el resultado del gasto cardíaco por la diferencia arteriovenosa de oxígeno (Fick). El VO_2 max se expresa en

función de $\text{ml/kg/min} - \text{L/min}$. El resultado se obtiene a través de ejercicios máximos o submáximos y tomando en cuenta variables como frecuencia cardíaca (FA), y carga de trabajo (Pancorbo, 2008).

Es muy importante analizar que el objetivo en mejorar la capacidad aeróbica es obtener adaptaciones sistémicas y por ende la prevención de enfermedades. Las adaptaciones del entrenamiento aeróbico fueron establecidas por el ACSM y son:

- Reducción de la frecuencia cardíaca en reposo y durante el ejercicio submáximo ya que existe un incremento del tono parasimpático o disminución del tono simpático.
- Hipertrofia ventricular izquierda que se traduce en un aumento del volumen de eyección es decir del volumen latido en reposo y durante el ejercicio submáximo y máximo.
- Aumento del gasto cardíaco.
- Aumento del volumen de plasma sanguíneo
- Aumento de la ventilación durante el ejercicio máximo y disminución de la misma durante el ejercicio submáximo, lo que significa que mejora la capacidad pulmonar es decir mejora la economía respiratoria.
- Disminución de la resistencia periférica en músculos entrenados – reducción de la tensión arterial en reposo y durante el ejercicio submáximo.
- Aumento del número de capilares sanguíneos.
- Aumento en el transporte de oxígeno a las mitocondrias por aumento de la diferencia arteriovenosa.
- Mayor utilización de grasa como fuente de energía.
- Disminuye la resistencia a la insulina.

- Aumento del umbral anaeróbico y una mayor tolerancia al esfuerzo de alta intensidad.
- Aumento de las reservas de energía (ACSM).

El problema de investigación

Planteamiento del Problema

¿Cuál es la capacidad aeróbica según su Consumo de Oxígeno (VO2 Max) en trabajadores de la empresa del oleoducto de crudos pesados (OCP) y la presencia de enfermedades degenerativas cardiovasculares y metabólicas?

Objetivos generales

Determinar la capacidad aeróbica según el Consumo de Oxígeno (VO2 Max) en trabajadores de la empresa del oleoducto de crudos pesados (OCP) y la presencia de enfermedades degenerativas cardiovasculares y metabólicas

Objetivos específicos

- Caracterizar la VO2 Max según variables demográficas básicas
- Identificar la VO2 Max según puesto de trabajo
- Conocer la prevalencia de enfermedades degenerativas cardiovasculares y metabólicas
- Caracterizar la prevalencia de enfermedades degenerativas cardiovasculares y metabólicas según la capacidad aeróbica (VO2 Max)
- Listar las lesiones deportivas sufridas y el comportamiento ante ellas

Hipotesis

El rendimiento aeróbico entre personas con enfermedades crónico degenerativas y adultos clínicamente saludables es similar.

CAPITULO II. Revisión Bibliográfica

SÍNDROME CARDIOMETABÓLICO

Concepto y Generalidades

Partimos desde el concepto de Síndrome de la Real Academia Española, como conjunto de síntomas característicos de una enfermedad. Conjunto de fenómenos que caracterizan una situación determinada (Española, 2014).

En medicina conocemos al término síndrome como un grupo de signos y síntomas con etiologías distintas pero que ocurren al mismo tiempo y caracterizan un estado anormal.

El síndrome metabólico es un grupo de factores de riesgo que son responsables de gran parte de la morbilidad de la enfermedad cardiovascular. Las principales características del síndrome metabólico incluyen resistencia a la insulina, obesidad abdominal, presión arterial elevada y anormalidades lipídicas como; niveles elevados de triglicéridos y niveles bajos de colesterol de lipoproteína de alta densidad (Deen D. , 2004). En 1988 se le dio el nombre de Síndrome X, cada componente de este síndrome estaba asociado con el incremento del riesgo cardiovascular (GM., 2005).

Sin embargo, la definición clínica más aceptada fue establecida por NCEP-ATP III (National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III) en el 2001, en el cual se reconocen múltiples componentes del síndrome relacionado con el riesgo de enfermedad cardiovascular

ateroesclerótica (ASCVD): obesidad abdominal, dislipidemia aterogénica, presión arterial elevada, resistencia a la insulina con o sin intolerancia a la glucosa, estado protrombótico y/o proinflamatorio (Expert Panel , 2001).

Los criterios para el diagnóstico clínico son 3 o más de los siguientes: 1) circunferencia abdominal mayor a 102 cm en hombres y 88 cm en mujeres; 2) Triglicéridos mayor o igual a 150mg/dl; 3) HDL (lipoproteína de alta densidad) colesterol menor a 40mg/dl; 4) presión arterial mayor o igual 130/85 mmHg; 5) Glucosa elevada mayor o igual a 100mg/dl. Además en la convención de Washington en Junio del 2014 la Alianza de Salud Cardiometabólica propone un nuevo concepto definiendo al síndrome metabólico como “estado fisiopatológico progresivo asociado con riesgo incrementado de presentar Diabetes Mellitus tipo 2 y enfermedad cardiovascular aterosclerótica” y se propone una nueva clasificación con base a subtipos y estadios con el objetivo de alcanzar mejores resultados y metas en el tratamiento (Laurence S. Sperling, MD, 2015). Fig 1.



Figura 1 Paradigma de los subtipos de SMet. Modificado de: Traducido de Sperling et al. Proceedings of the CMHA Cardiometabolic Think Tank. J Am Coll Cardiol. 2015.

Es imprescindible tomar en cuenta a los pacientes con Síndrome Cardiometabólico con una visión integral y es aquí donde debemos mencionar a la OMS quienes definen a la salud como “estado de bienestar físico, mental y social, y no sólo a la ausencia de enfermedad o dolencia”, lo que significa que la salud ha sido considerada como un recurso para vivir, llevar una vida individual, social y económicamente productiva. (OMS, Actividad física, 2017)

Actualmente existe un cambio importante en la misma biología humana como consecuencia de los hábitos de comer, tomar y moverse, entre otros la preferencia desarrollada por la comida hipercalórica abundante en azúcar y con grasas saturadas, así como una alteración en el mecanismo de saciedad relacionado con el hambre lo que nos ha llevado a consumir más calorías de las necesarias y finalmente el sedentarismo.

Se creería además que la obesidad está directamente relacionada con el bajo costo de los alimentos de alto nivel calórico y pobre a nivel nutricional tomando en cuenta que los alimentos grasos y dulces cuestan apenas un 30% más que hace 20 años, mientras que los alimentos frescos y nutricionales han aumentado hasta el 100% que hace 20 años. ((INEC)., 2011-2013)

En los países desarrollados la obesidad es considerada como un problema de salud pública, sin embargo, es importante tomar en cuenta que en países con economías en desarrollo o con economías desfavorables también ha aumentado la prevalencia de la obesidad. El National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) de Estados Unidos concluye que los individuos

que se encuentran por debajo de la pobreza extrema tienen mayor prevalencia de obesidad, pero que también una gran capacidad económica tiene como resultado un estilo de vida que ayuda al desarrollo de la obesidad, sin embargo la creciente de la economía ha colaborado para que las tasas más altas de sobrepeso y obesidad se encuentran en las regiones de bajo y muy bajo nivel socioeconómico, probablemente por las causas nombradas anteriormente referente al costo de los alimentos ricos en nutrientes y bajos en calorías. (Cynthia L., 2010) (Obunai K., Nov 2007)

Epidemiología

Prevalencia de sobrepeso y obesidad a nivel mundial

- Aproximadamente de 1.7 billones de adultos tienen sobrepeso u obesidad de los cuales más de 600 millones son obesos.
- En Europa del Este y Medio Oriente, las mujeres tienen prevalencias de sobrepeso y obesidad mayores a las norteamericanas.
- La NHANES de 1999-2010, refiere que la prevalencia del Síndrome Metabólico disminuyó de 25,5% a 22,9% en las regiones de alto nivel socio-económico.
- La NHANES de 1999-2010 (estas prevalencias varían de acuerdo al género y raza);
 - Hipertrigliceridemia de 24,3% y de Hipertensión Arterial de 24%.
 - Hiperglicemia tuvo un incremento de 12,9% a 19,9%.
 - Circunferencia de cintura de 45% a 56%.

- 20% de los menores de 5 años no realizan actividades físicas.
- 26% de los adolescentes no realizan actividades físicas.
- 30% de hombres en edad adulta no realizan actividades físicas.
- 40% de mujeres no realizan actividades físicas.
- 400 mil personas entre 10 y 59 años sufren de diabetes.
- 90% presentan resistencia a la insulina
- Y entre los no diabéticos casi uno de cada dos presenta el mismo problema.
- Cerca del 50% de los ecuatorianos de entre 10 y 59 años son pre-hipertensos
- Cerca del 20% de los ecuatorianos de entre 10 y 59 años son hipertensos llegando a un número de 717.529 personas.
- Más de 900 mil personas entre 10 y 59 años presentan obesidad abdominal que es uno de los factores determinantes de enfermedades coronarias y de ellos más del 50% tiene síndrome metabólico.

OMS

- La prevalencia del Síndrome Metabólico varía entre 1.6 a 15% y cuando el índice de masa corporal se incrementa a 35 o más, esta aumenta hasta el 50%.
- La prevalencia del Síndrome Metabólico aumenta un 24% a los 20 años, y un 30% en los mayores de 50 años y un 40% en los mayores de los 60 años.

INEC 2011-2013

- Las principales causas de mortalidad fueron:
 - Diabetes Mellitus con el 7,15%
 - Enfermedades Hipertensivas con el 7,03 %
 - Cerebrovasculares con el 6,31%

Causas de obesidad en America Latina

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

- 2010 existían 3.8 millones de menores de 5 años con obesidad o malnutrición por exceso de ingesta calórica.
- La población más vulnerable a los efectos de la obesidad son principalmente los habitantes con menores ingresos, en especial mujeres y niños.
- Los cereales constituyen la principal fuente calórica con el 32% de la disponibilidad energética en Sudamérica.

Analizando todos estos datos estadísticos podemos llegar a la conclusión que el consumo de comidas con alto contenido calórico y bajo en nutrientes y el aumento del sedentarismo desde edades tempranas están contribuyendo importantemente en América Latina incluyendo al Ecuador a pesar que aún no es tan alto como en EUA, y además que se relaciona con el costo de los alimentos.

Factores de Riesgo metabólico

La obesidad central y la resistencia a la insulina son los denominadores comunes del Síndrome Metabólico, y se manifiestan como varios factores de riesgo, incluyendo dislipidemia aterogénica, glucosa en plasma elevada, presión arterial elevada, el estado proinflamatorio y protrombótico. Además se cree que estos factores de riesgo metabólicos tienen un efecto directo sobre la enfermedad aterosclerótica. (Obunai K., Nov 2007) Es importante destacar que una vez que posterior al diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 2 el riesgo cardiovascular aumenta significativamente y lo corrobora varios estudios.

Podemos clasificar a los factores riesgo en modificables y no modificables como se describe a continuación.

NO MODIFICABLES	MODIFICABLES
SEXO: > en hombres que en mujeres en fase pre-menopáusicas. En la post-menopausia el riesgo para un IAM y ECV es igual.	HABITOS DE ALIMENTACIÓN: El consumo de cereales integrales pueden disminuir la incidencia de DM2 y la prevalencia del Síndrome Metabólico.
EDAD: la prevalencia aumenta por los cambios fisiológicos del corazón. DM2 es similar en ambos sexos.	SEDENTARISMO: 4to factor de riesgo de mortalidad a nivel mundial. (OMS, Preguntas frecuentes, 2015)

<p>RAZA: > en africana no-hispana, e hispanos.</p>	<p>ACTIVIDAD FÍSICA: reduce el riesgo de mortalidad prematura y enfermedades crónicas como el Síndrome Metabólico.</p>
<p>HISTORIA DE SALUD FAMILIAR: aumenta significativamente el riesgo.</p>	<p>TABAQUISMO: responsable de 5 millones de muertes, 9% de todas las muertes al año y se relaciona con enfermedades cardiovasculares.</p>
<p>ESTADO CIVIL: > en mujeres casadas y > en hombres solteros. Hong Kong 2012</p>	<p>ANTECEDENTES DE ALCOHOLISMO: 3ra causa de muerte relacionado al estilo de vida. Las guías recomiendan máximo consumir una bebida alcohólica al día en mujeres y dos bebidas al día en hombres.</p>
<p>NIVEL DE EDUCACION: en estudios se evidencia que un nivel de educación baja se asocia con mayor prevalencia.</p>	<p>TOXICOMANÍAS: El uso de cannabis está asociado con la resistencia a la insulina a nivel del tejido adiposo, pero no se asoció con la intolerancia a la glucosa ni la disfunción de las células beta del páncreas.</p>

	<p>La cocaína puede producir HTA severa, insuficiencia renal crónica, eventos cardiovasculares.</p>
<p>FACTORES GENETICOS: Sonya J. Elder y col. en un estudio en gemelos monocigóticos criados juntos y criados separados de raza caucásica concluyeron; concentraciones plasmáticas de colesterol y triglicéridos eran altamente heredables (56-77%), la circunferencia de la cintura, glucosa e insulina en plasma y la presión arterial son moderadamente heredables (43 -57%), es decir se encontró que todos los componentes del síndrome cardiometabólico tenían una heredabilidad estadísticamente significativa sin embargo sugieren que los factores ambientales juegan un papel importante en estos fenotipos sobretodo en la circunferencia de la cintura, glucosa plasmática, los triglicéridos plasmáticos y la presión arterial diastólica. (Sonya J. Elder,</p>	<p>AUTOMEDICACIÓN: Varios medicamentos están asociados a un aumento de peso después de un tiempo de su empleo e incluyen: clozapina, beta bloqueadores, insulina, litio, valproato de sodio, sulfonilurias, tiazolidinediones, glucocorticoides, anidepresivos tricíclicos, fenotiazinas, entre otros.</p> <p>Se debe seguir investigando los fármacos que interfieren con la pérdida de peso y su relación con problemas vasculares.</p>

Alice H. Lichtenstein, Anastassios G. Pittas,, 2009)	
---	--

Fisiopatología

Partiendo del significado de Síndrome podemos decir que la fisiopatología es muy compleja y no está clara aún, siendo varios factores genéticos, ambientales, endócrinos y los que influirán sobre el tejido adiposo y el sistema inmune tomando en cuenta los constantes cambios del estilo de vida de la población (Albornoz López, 2012).

Sin embargo, la adiposidad abdominal y la resistencia a la insulina parecen ser la clave para la fisiopatología del Síndrome Metabólico. La insulina es una molécula que tiene efectos sobre la absorción de aminoácidos, la síntesis proteica, la proteólisis, la lipólisis de los triglicéridos del tejido adiposo, la actividad de la lipoproteína lipasa, secreción de Triglicéridos, de lipoproteína de muy baja densidad (VLDL), absorción de glucosa del músculo y tejido adiposo, síntesis de glucógeno muscular y hepático y la producción endógena de glucosa. (Cornier, M-A., 2008)

Fig. 2

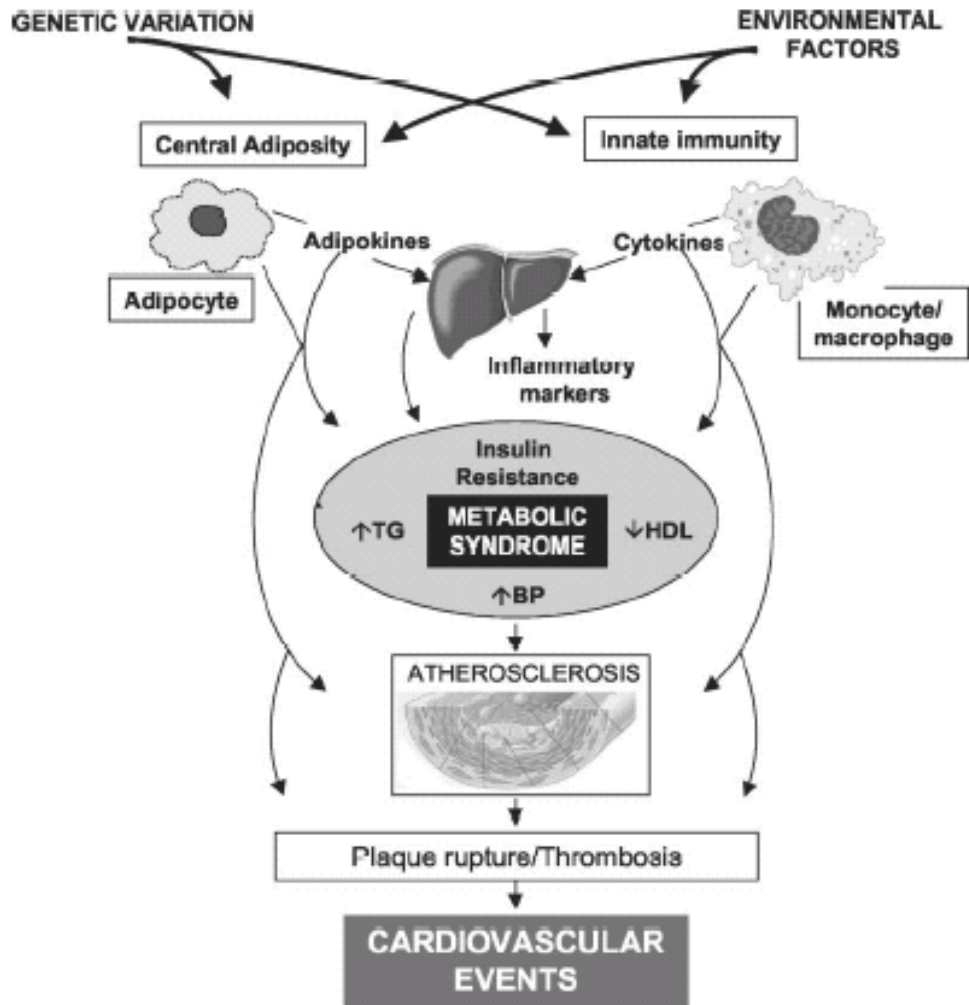


Fig. 2. Fisiopatología del síndrome metabólico y su relación con el riesgo cardiovascular.

Extraído y copiado de Reilly MP, Rader DJ. The metabolic syndrome: more than the sum of its parts? *Circulation* 2003; 108:1546-51

Los individuos sensibles a la insulina activos y con una dieta baja en grasas saturadas pueden presentar un fenotipo con peso corporal normal y sin obesidad abdominal o visceral. Mientras que los individuos con resistencia a la insulina pueden ser propensos al sobrepeso y a la obesidad, esto porque existe un metabolismo de glucosa alterado, con una respuesta anormal a la captación de la

glucosa dependiente de insulina por parte de los tejidos, en especial del hígado, músculo y tejido adiposo, pudiendo presentar niveles altos de glucosa en ayunas (hiperglicemia), esto producto de una disminución de la acción de la insulina o niveles elevados de la misma (hiperinsulinismo) a nivel sanguíneo por una sobreproducción (Alberti KG, Zimmet PZ, 1998).

Esto a su vez genera en los tejidos una inadecuada acción lipogénica, que favorece la obesidad abdominal, la producción a nivel hepático de triglicéridos, la liberación de VLDL y por consiguiente al desarrollo de dislipidemia.

En la búsqueda de esclarecer la etiopatogenia del Síndrome Metabólico en el 2011 la Revista Médica del Hospital General de México publica la “Relación entre síndrome metabólico e hiperuricemia en población aparentemente sana”. En este estudio se evidencia la relación que existe entre el aumento de niveles plasmáticos de ácido úrico y el aumento de individuos con variables del Síndrome Metabólico, y proponen la hipótesis de que una hiperuricemia aumenta la incidencia del Síndrome Metabólico (Antonio González-Chávez, 2011). La *Natural Clinical Practice Nephrology* (2005) también evaluó los niveles circulantes de insulina y se observó que los individuos con niveles de hiperuricemia sin tratamiento tenían niveles de insulina circulante mayores a 6 y 12 meses de iniciado el estudio y además propone a la fructosa como un precursor de los niveles de ácido úrico es decir el consumo excesivo de carnes rojas y de alimentos endulzados con fructosa actuarían como un doble golpe para el aumento de ácido úrico y consecuentemente de la incidencia del Síndrome Metabólico (Takahiko Nakagawa, 2005).

Otro de los factores que se ha investigado es la relación del estrés oxidativo que se produce en el tejido graso lo que genera que los sistemas oxidantes disminuyan la producción de antioxidantes causando una dificultad en la regulación de los niveles de adipositas que promueven la sensibilidad a la insulina, lo que en consecuencia afectaría en los tejidos periféricos como el endotelio vascular provocando una disfunción endotelial, es decir el vaso sanguíneo pierde la capacidad de reacción (Shigetada Furukawa, 2004).

Por otro lado, en el tejido hepático cuando hay un depósito graso por sobrealimentación este almacena glucógeno, pero cuando el hígado ya no puede almacenar más glucógeno activa las vías lipídicas para guardar esa energía en forma de grasa y consecuentemente podemos ver que los factores asociados al Síndrome Metabólico aumentan conforme al nivel de esteatosis.

Para finalizar se analizará la Inflamación Sistémica durante el Síndrome Metabólico, se dice que hay una inflamación sistémica cuando; hay un aumento de los niveles circulantes de factores inflamatorios como citoquinas, interferones, y proteínas de la fase aguda. Sonia León Cabrera y colaboradores en el 2015 observan que los marcadores de la inflamación como el TNF α y la IL-12 en individuos con Síndrome Metabólico se encuentran elevados, sobre todo en pacientes con obesidad central se observó la IL-12 elevada y relacionado con hipertrigliceridemia. Además, observaron la relación entre la IL-10 y la insulina que es inversamente proporcional lo que se traduciría en un factor protector ya que disminuye el nivel de resistencia a la insulina medido con el índice HOMA-IR, contrariamente, en pacientes con Síndrome Metabólico esta interleuquina (IL-10) disminuye y como consecuencia se da un aumento en la cantidad de insulina. Otro marcador inflamatorio es el CD11c que es una integrina que en el monocito promueve la adhesión de esta célula al endotelio vascular donde hay estrés oxidativo y acumulación de grasa, cuando

aumenta la cantidad de CD11c aumenta consecuentemente la glicemia y disminuye la CD206 que es un monocito antiinflamatorio provocando de igual manera el aumento de la glucosa en sangre, y además promueve a una lesión aterosclerótica a nivel vascular (Sonia Leon-Cabrera, 2015).

También en otro estudio se analizaron los niveles de TNF α e IL-10 y se observó que conforme aumenta el grado de esteatosis hepática estos factores aumentan es decir que la presencia de estas células inflamatorias define parámetros del Síndrome Metabólico. La presencia de estos marcadores inflamatorios y la disminución de factores antiinflamatorios difieren a pacientes obesos con Síndrome Metabólico y Obesos sin Síndrome Metabólico (Gabriela Paredes-Turrubiarde, 2016).

Diagnóstico

Harmonizing the Metabolic Syndrome (2009) reúnen criterios para llegar a un consenso de diagnóstico en el Síndrome Cardiometabólico el mismo que se realizará con la presencia de 3 de los 5 componentes descritos a continuación (Alberti KG., 2009).

1. Aumento de la circunferencia abdominal siendo esta específica para cada población y país.
2. Aumento de Triglicéridos \geq a 150mg/dl
3. Disminución de HDL Colesterol en hombres $<$ de 40mg/dl y en mujeres $<$ a 50mg/dl
4. Aumento de la Presión Arterial Sistólica (PAS) \geq 130mmHg y/o aumento de la Presión Arteria Diastólica (PAD) \geq 85mmHg
5. Aumento de Glucosa en ayunas \geq a 100mg/dl

En el 2010 la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) publica que se establezca el diagnóstico con obesidad abdominal en el cual se consideran los siguientes valores: hombres \geq 94cm y mujeres \geq 88 cm y más 2 de los 4 criterios restantes de la Harmonizing the Metabolic Syndrome (PAHO, 2010).

En junio 2014, el comité de la Alianza de Salud Cardiometabólica hace incapié en la naturaleza progresiva del Síndrome Cardiometabólico determinado en etapas para el mismo. Y poniendo como punto inicial el reconocimiento de las personas en riesgo considerando; obesidad, evidencia de depósitos ectópicos de grasa por métodos de imagen, predisposición dada por la raza, antecedentes familiares y muy importante tomar en cuenta los estilos de vida, sin embargo, estas personas en riesgo no deben cumplir con ninguno de los 5 criterios anotados anteriormente. Llegando a la conclusión que al realizar el reconocimiento inicial de las personas en riesgo el tratamiento será más efectivo ya que en cuanto aumente de etapas se podrá determinar daño o no de órgano blanco (Laurence S. Sperling, MD, 2015). Fig. 3

La Alianza de Salud Cardiometabólica hace mención además a marcadores de riesgo residual como peso bajo al nacer, perímetro cefálico pequeño, diabetes gestacional, ausencia de lactancia y factores sociales. (Laurence S. Sperling, MD, 2015)

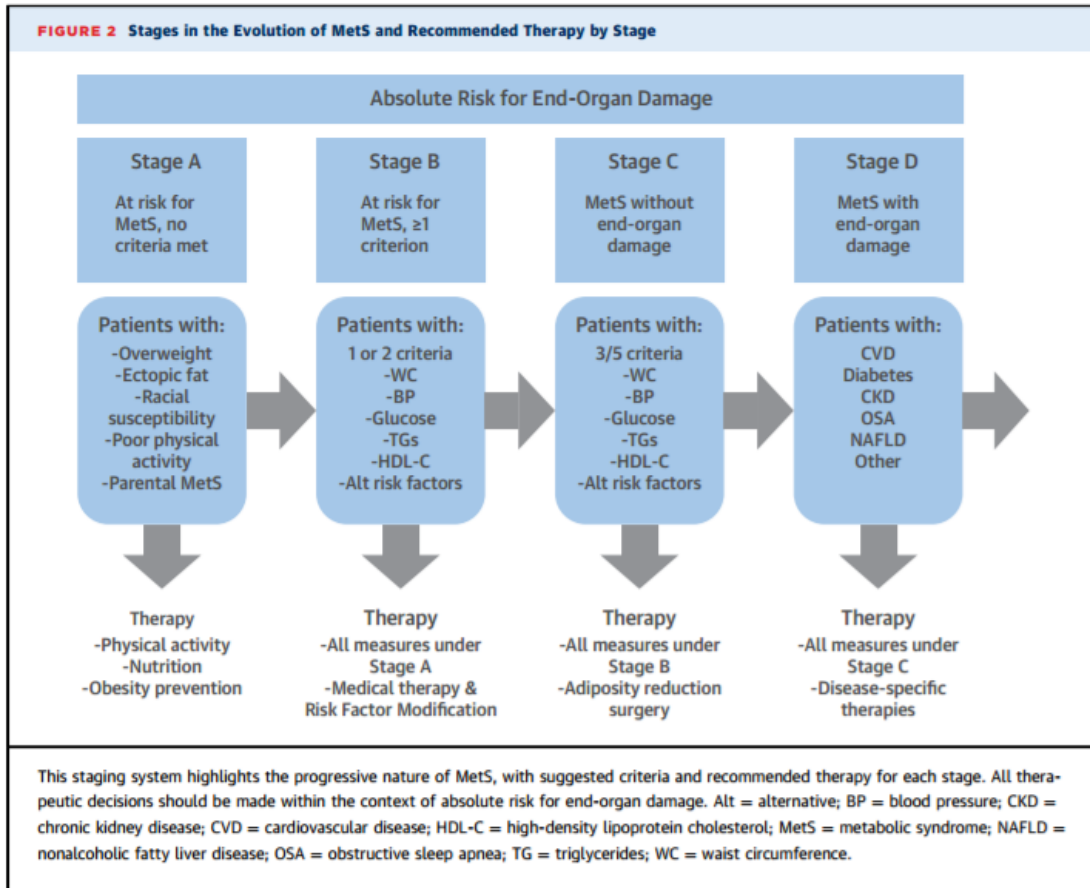


Fig. 3 Estadios en la evolución del Síndrome Metabólico y recomendaciones terapéuticas de acuerdo al estadio. copiado de Alianza de Salud CardioMetabólica.

Tratamiento:

Indudablemente el tratamiento debe ser multidisciplinario con objetivos claros que lleven al paciente no sólo a la disminución de valores de laboratorio sino a mejorar su estilo de vida.

ACTIVIDAD FÍSICA

Es importante partir nuevamente de conceptos. Existen varios estudios que describen los efectos de acuerdo al nivel de intensidad del ejercicio ya sea como para prevención y/o tratamiento en este

caso del Síndrome Cardiometabólico. Como resultado de un plan adecuado individual se puede disminuir los factores de riesgo y aumentar la calidad de vida para una mejor y mayor longevidad. A pesar de esto, la mayoría de la población hoy en día lleva una vida sedentaria.

Actividad Física: “cualquier movimiento corporal producido por la contracción de los músculos esqueléticos que se traducen en un aumento sustancial de requerimientos calóricos sobre el gasto energético en reposo”. (Linda S. Pescatello, 2014)

Ejercicio: Es una variedad de la Actividad Física definiéndose: “Tipo de actividad física planificada, estructurada, que consta de movimientos repetitivos cuyo propósito es mejorar y/o mantener uno o más componentes de la aptitud física”. (Linda S. Pescatello, 2014)

Aptitud Física: “La representación de aquellas habilidades o potencial particular para llevar a cabo efectivamente, y sin fatiga excesiva, actividades físicas de diversas dimensiones (particularmente actividades que involucran demandas cardio – respiratorias o aeróbicas) y tareas cotidianas diarias, con reservas energéticas para cualquier otra emergencia de carácter físico. (Lopategui Corsino, 2001)

Condición Física: La condición física aeróbica o aptitud cardiorrespiratoria quiere decir mover grandes grupos musculares en un patrón rítmico durante un periodo sostenido de tiempo como por ejemplo caminar, trotar, correr, ciclar y nadar, como consecuencia este tipo de ejercicios aumentan la aptitud cardiovascular y respiratoria llevando al cuerpo a adaptarse al estrés fisiológico que se les da a estos sistemas (Brukner, 2012). Es decir, aumentando la condición física aeróbica se puede

combatir los factores de riesgo cardiovasculares mediante las adaptaciones sistémicas consecuencia del ejercicio.

La condición física se mide a través del consumo máximo de oxígeno (VO_2max) que es la cantidad de oxígeno que se utiliza por unidad de tiempo que ayuda la cuantificación del metabolismo energético (Chicharro, 2006).

El VO_2 max medido en una prueba maximal y submaximal, es considerado como el “gold estándar” para medir la capacidad cardiorespiratoria, tanto en atletas de alto rendimiento, como para evaluar la condición física de una persona que realiza actividad física y monitorear la intensidad del ejercicio, medir resultados, determinar la frecuencia cardiaca máxima y sobretodo en personas que no realizan deporte de élite clasificarlas de acuerdo al riesgo cardiaco para la salud (Secchi, Jeremías D;, 2013). Siendo también considerado también un factor de medida utilizado para cuantificar la performance de un deportista.

Es importante tomar en cuenta que el VO_2max disminuye con el paso del tiempo a 1% por año. Sin embargo, para un individuo que es activo y practica actividad física durante su vida sentirá menos esta disminución ya que como lo he mencionado antes el tener un VO_2 max elevado permite llegar a realizar actividades de mejor manera sin llegar a la fatiga.

Además del VO_2 max existe otro parámetro que nos permite conocer de mejor manera la capacidad física de una persona definiéndola como el máximo tiempo realizando una actividad de manera estabilizada sin que se genere lactato. Al generarse lactato este se va a mantener estable por un esfuerzo de gran nivel del individuo o el atleta sin embargo si se realiza un esfuerzo mínimo

adicional el individuo o el atleta tiene un periodo de tiempo mínimo después de ese esfuerzo obligando al atleta a detenerse, a este proceso se le llama Umbral Anaeróbico o Lactato. Como conclusión podemos anotar que un atleta con mayor Umbral Anaeróbico será más rápido en una actividad de resistencia. (Pancorbo, 2008)

Medición del VO₂max

El VO₂ max se expresa en ml/kg-1/min-1, se puede medir tanto por métodos directos e indirectos. En el primer caso se realiza la medición directa del oxígeno (O₂) consumido, el CO₂, la ventilación pulmonar sumado a volúmenes y capacidades pulmonares es decir mediante una ergoespirometría. Por otro lado, tenemos el método indirecto que se mide a través de ejercicios máximos o submáximos en cual se calcula aplicando una fórmula ya establecida siendo las variables la frecuencia cardíaca y la carga de trabajo. (Pancorbo, 2008)

Dentro de los métodos utilizados para la medición del VO₂ max según estudios se ha podido observar que al realizar la prueba en tapiz rodante es un 10% más elevado en protocolos que duran de 8 a 12 minutos. Cabe recalcar que la medición del VO₂ max depende también de factores centrales como el sistema respiratorio que sufre cambios al ser puesto en situación de estrés máximo en el cuál aumentará el gasto cardíaco con una consecuente disminución de eritrocitos en los capilares pulmonares pudiendo provocar una desaturación, además en esta situación de esfuerzo máximo disminuye el volumen sistólico por aumento de la frecuencia cardíaca y disminución de la presión diastólica dada por los ventrículos. (Constance M., 2004)

Prueba de esfuerzo ergométrica

Es necesario aclarar que la prueba de esfuerzo fue desarrollada en el área de cardiología como prueba clínica con el objetivo de diagnosticar y pronosticar cardiopatía isquémica. Por otro lado, tenemos varias aplicaciones para esta prueba como es en individuos sanos, sedentarios, atletas. En medicina del deporte el objetivo esencial es conocer la capacidad aeróbica mediante cargas máximas y submáximas.

Protocolo de Bruce

Existen varios protocolos siendo el más utilizado el de Bruce sin embargo se debe tomar en cuenta que hay que elegir el más adecuado para cada individuo y/o grupo de población dependiendo el objetivo de la prueba. El protocolo original fue desarrollado en 1963 por el Dr. Robert. A. Bruce. La prueba se realiza en etapas de tres minutos hasta que el paciente alcanza el 85% de su ritmo cardíaco máximo predeterminado por la edad. Como lo mencionamos anteriormente dentro de un contexto clínico, la prueba se realiza a un máximo esfuerzo para evaluar tanto la condición física como la función cardíaca.

Equipamiento:

1. Tapiz rodante o caminadora
2. Cronómetro
3. Estetoscopio y tensiómetro manual
4. Calificaciones de la escala de esfuerzo percibido o de Borg.

5. Pulsómetro

Procedimiento

1. El protocolo comienza en 1,7 mph (millas por hora) y con una inclinación del 10%.
2. Se debe iniciar a medir la percepción del ejercicio y la medición de la presión arterial a los 2:15 min (minutos) en cada estadío.
3. Cada estadío dura 3 min.
4. El protocolo debería ser realizado hasta que haya signos o síntomas de fatiga que obliguen a terminar la prueba o hasta que la FC exceda el 85% de la FCM (Frecuencia Cardíaca Máxima). Para que el protocolo tenga validez, la respuesta del paciente debe exceder 115 lpm (latidos por minuto) durante al menos dos etapas.
5. Una vez completada la prueba, se debe realizar una caminata a una velocidad moderada hasta que la respiración vuelva a normal y la frecuencia descienda por debajo de 100 lpm.
6. Para evaluar la recuperación debemos tomar la FC al minuto de finalizada la prueba y a los 3 minutos de finalizada la prueba.
7. Continuar observando después de la prueba síntomas negativos que pueden surgir inmediatamente después del ejercicio.

Valores del VO₂ Max

Mujeres						
Edad	Muy Pobre	Pobre	Regular	Bueno	Excelente	Superior
13-19	<25.0	25.0- 30.9	31.0 - 34.9	35.0 - 38.9	39.0 - 41.9	>41.9
20-29	<23.6	23.6 - 28.9	29.0 - 32.9	33.30 - 36.9	37.0 - 41.0	>41.0
30-39	<22.8	22.8 -26.9	27.0 - 31.4	31.5 - 35.6	35.7 - 40.0	>40.0
40-49	<21.0	21.0 - 24.4	24.5 - 28.9	29.0 - 32.8	32.9 - 36.9	>36.9
50-59	<20.2	20.2 - 22.7	22.8 - 26.9	27.0 - 31.4	31.5 - 35.7	>35.7
60+	<17.5	17.5 - 20.1	20.2 - 24.4	24.5 - 30.2	30.3 - 31.4	>31.4

Hombres						
Edad	Muy Pobre	Pobre	Regular	Bueno	Excelente	Superior
13-19	<35.0	35.0-38.3	38.4- 45.1	45.2 - 50.9	51.0 - 55.9	>55.9
20-29	<33.0	33.0-36.4	36.5- 42.4	42.5 - 46.4	46.5 - 52.4	>52.4
30-39	<31.5	31.5 - 35.4	35.5 - 40.9	41.0 - 44.9	45.0 - 49.4	>49.4
40-49	<30.2	30.2 - 33.5	33.6 - 38.9	39.0 - 43.7	43.8 - 48.0	>48.0
50-59	<26.1	26.1 - 30.9	31.0 - 35.7	35.8 - 40.9	41.0 - 45.3	>45.3
60+	<20.5	20.5 - 26.0	26.1 - 32.2	32.3 - 36.4	36.5 - 44.2	>44.2

Fuente: The Physical Fitness Specialist Certification Manual, The Cooper Institute for Aerobics Research, Dallas TX, revised 1997 printed in Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription, 3rd Edition, Vivian H. Heyward, 1998.p48

Composición Corporal

La composición corporal puede definirse como en la cuantificación de los componentes del cuerpo y las relaciones cuantitativas entre los mismos y las alteraciones con diversos factores de influencia. Determinar los componentes principales del cuerpo tiene beneficios como; la cuantificación de las reservas energéticas del cuerpo, la estimación precisa del balance energético a largo plazo, análisis de depósitos de grasa y músculo esquelético. (Forbes, 1987)

El cuerpo humano puede ser dividido en diferentes niveles:

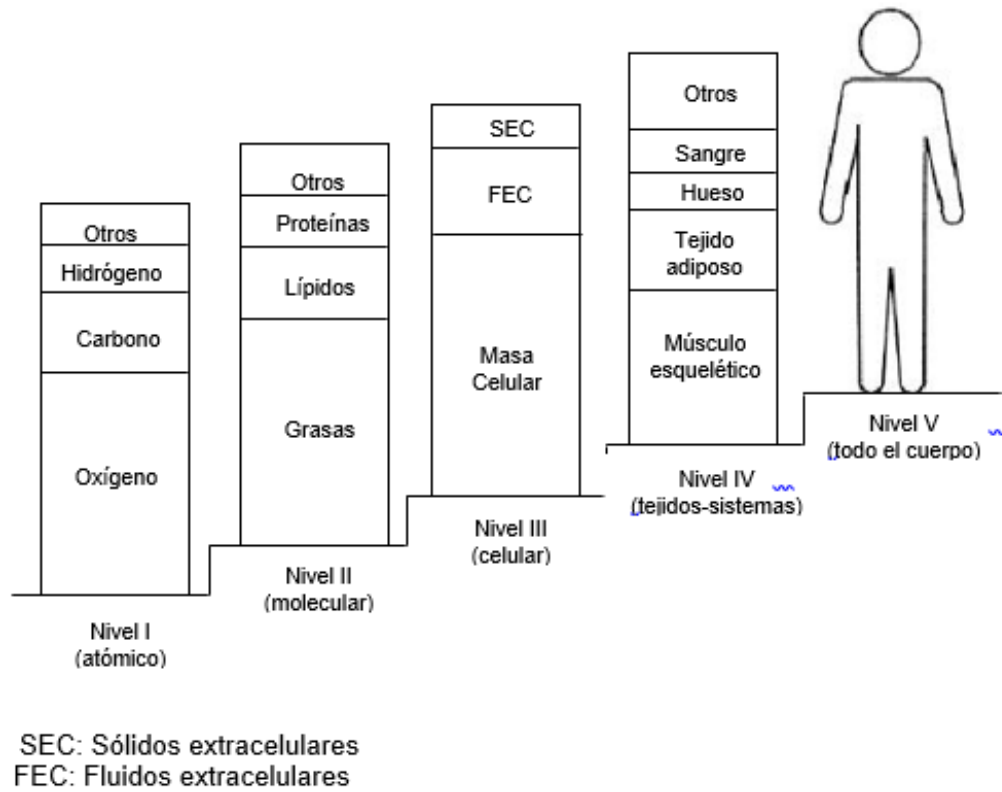


Fig. 4. Fuente (Forbes, 1987)

Para realizar la valoración a nivel práctico existen diferentes modelos. Haremos referencia únicamente al de 4 componentes el mismo que está conformado por; componente de grasa, componente óseo, componente residual y componente muscular.

Se han desarrollado varias fórmulas dentro de las cuales tenemos la de Faulkner en la cual solamente se toma en cuenta el pliegue tricpital + pliegue subescapular + pliegue suprailiaco + pliegue abdominal.

$(p. \text{ tricpital} + p. \text{ subescapular} + p. \text{ suprailiaco} + p. \text{ abdominal}) \cdot 1.153 + 5.783$ (Garrido Raúl, 2004)

Efectos del ejercicio sobre las lipoproteínas

Existen una serie de estudios que hablan acerca de los efectos del ejercicio dependiendo el tipo de ejercicio y la intensidad

Ejercicio de fuerza

De acuerdo a los estudios realizados los efectos van a diferir de acuerdo a la intensidad en la que se realice el ejercicio. Se destaca los efectos beneficiosos cuando se trabaja a intensidades moderadas a intensas, sin embargo, el perfil lipídico tiende a modificarse de forma negativa cuando se trata de trabajo a gran intensidad. Este cambio se debe a que los radicales libres producidos por la actividad física van a oxidar las lipoproteínas LDL, y éstas estimulan la aterogénesis y la inmunogénesis. Incluso quienes practican ejercicio intenso una vez por semana, pueden tener elevaciones de LDL comparados con jugadores entrenados o sedentarios.

Sin embargo, en pacientes hipertensos se debe considerar cargas submáximas mas o menos entre el 40% y el 70% del 1RM, o de igual manera sustituir el entrenamiento de fuerza con circuitos de resistencia muscular, el ACSM no recomienda ejercicios de fuerza-resistencia con pesos mayores a 75% del 1RM ya que provocaría un incremento en la presión del ventrículo izquierdo (Ramírez-Vélez R, 2011).

Ejercicio aeróbico y de resistencia

De igual forma se ha encontrado que hay ligeros aumentos del colesterol en los deportistas de alta competición tras un ejercicio de intensidad máxima. Con respecto a la intensidad moderada de ejercicio, se ha visto efectos beneficiosos por el incremento en la lipoproteína A, disminución de los triglicéridos, disminución de VLDL, disminución de LDL y aumento de HDL. Banz WJ, describe claramente que el entrenamiento de resistencia es eficaz para mejorar la composición corporal, pero sólo el ejercicio aeróbico es eficaz para la elevación del colesterol HDL (Banz WJ, 2003).

En un estudio desarrollado por Kelly demostró que el ejercicio físico mayor a 8 semanas podía aumentar las concentraciones de HDL de forma significativa, de igual manera en otros reportes indican una duración mínima de 12 semanas de entrenamiento para conseguir efectos sobre los lípidos. Trombold JR confirma este dato ya que en su estudio concluye que realizar un ejercicio intenso es más efectivo que el ejercicio moderado para disminuir triglicéridos plasmáticos (Trombold Justin R, 2013). Hay que tener presente que el ejercicio físico puede producir varios efectos sobre el perfil lipídico, sin embargo, dichos efectos disminuyen y desaparecen al dejar el entrenamiento y perder la forma física.

José Franco por otro lado realizó un estudio en el cual dividió a los participantes en 2 grupos para comparar 2 modalidades de ejercicio aeróbico. El primer grupo se le sometió a sesión de dos intensidades es decir interválico y al segundo grupo a sesiones continuas de entrenamiento. El plan de entrenamiento para el primer y segundo grupo fue de 4 semanas de musculación más 2 de inducción aeróbica, al primer grupo se le agregó 10 semanas de entrenamiento de 5 intervalos de 3 minutos a 80%-85% de la frecuencia cardiaca de reserva + 2 minutos a 60%-65% de la FCR por 3 días a la semana y al segundo grupo, además de las 4 semanas de musculación y 2 de inducción aeróbica se le adicionó 45 minutos a 65% - 70% de la frecuencia cardiaca de reserva (FCR) por 3

veces a la semana. La conclusión final de este estudio fue que un programa de ejercicio aeróbico de 16 semanas continuo o a dos intensidades mejora los componentes del síndrome metabólico en comparación con el grupo que trabajó a intensidades continuas.

Mecanismo de disminución de lípidos

El ejercicio incrementa el flujo sanguíneo y aumenta el movimiento de la sangre en el endotelio, estimulando L-arginina y las enzimas mediadoras de la producción del NO, lo cual favorece la vasodilatación. Por otro lado, la contracción muscular induce la producción de guanósín monofosfato cíclico (GMPc) a través del aumento de los valores del óxido nítrico sintetasa endotelial (eNOS) en el lecho vascular produciendo vasodilatación. Como consecuencia del ejercicio físico se produce una estimulación de los genes nucleares implicados en la biogénesis mitocondrial, (PGC-1 α y el SIRT-1) que mejoran el metabolismo y la oxidación de lípidos. PGC-1 α : coactivador-1-alfa del receptor gamma activado por el proliferador de peroxisomas. SIRT-1: sirtuina 1 (Ramírez-Vélez R, 2011).

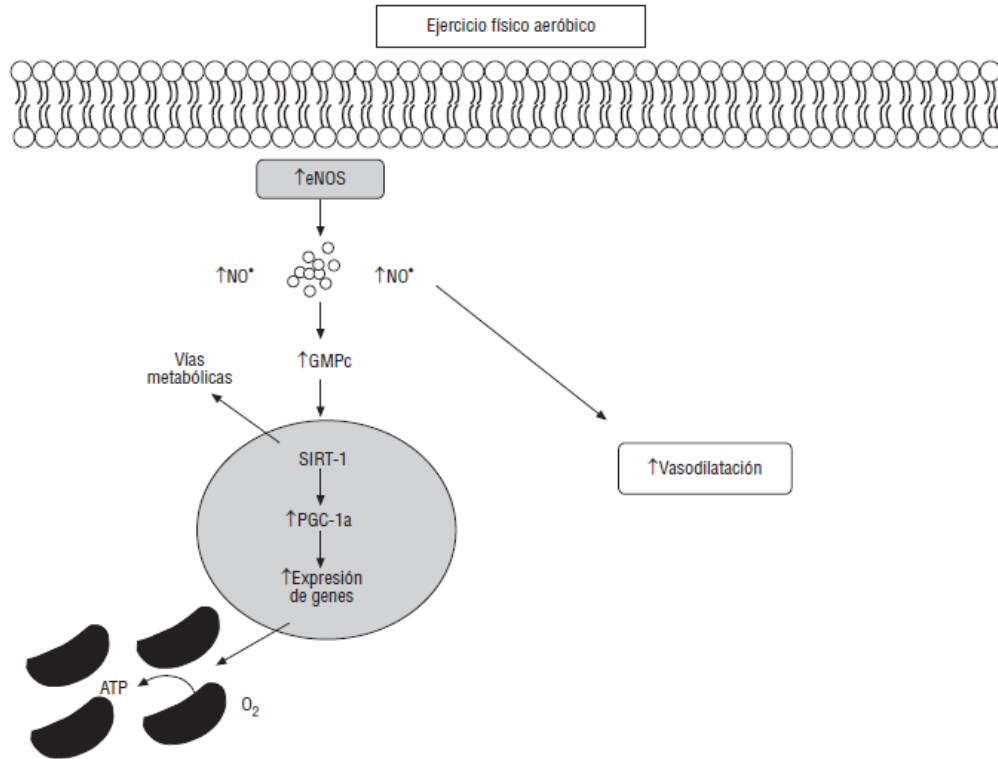


Fig. 5 Efectos del ejercicio físico aeróbico sobre la vasodilatación y el metabolismo oxidativo.

Tomado de: (Ramírez-Vélez R, 2011)

Otros de los mecanismos que intervienen en el metabolismo de las lipoproteínas por acción del ejercicio son:

- El aumento del consumo de energía originado por el ejercicio produce un aumento de Lipoproteinlipasa (LPL) que es la encargada de hidrolizar los triglicéridos y liberar a los ácidos grasos, o utilizarlos en el metabolismo energético.
- El ejercicio se relaciona con mayor actividad del gen de la lipasa hepática (HL) que es la que promueve conversión de las VLDL en LDL.

- El entrenamiento de resistencia aumenta la actividad de la Lecitina colesterol aciltransferasa (LCAT) que cataliza transferencia de los ácidos grasos del plasma desde la lecitina al colesterol.
- Inversión del transporte del colesterol aumenta la extracción del colesterol de los tejidos periféricos.
- Formación de citoquinas ateroprotectoras: IL4, IL10, reducción proteína C reactiva.

CAPITULO III

Muestra

La muestra se calcula en base de una prevalencia de 90% en pacientes sedentarios (Kramer y cols, 2009).

Método de muestreo

Fórmula	$n = z^2 \cdot \{ [p(1-p)] / e^2 \}$
z= 1.96 para un intervalo de confianza del 95%	1,96
p= prevalencia de la patología	0,9
e= precisión propuesta 0.05	0,09

n=	z ²	((p	(1-p))	/e ²)
n=	3,84	0,9	0,1	0,0081
n=	3,84	0,09		0,0081
n=	3,84	11,11111111		
n=	42,68444444			

Criterios de inclusión

- Personas que deseen participar en el estudio.
- Personas sin lesiones deportivas importantes que no permitan la medición del VO2 max.
- Personas sin patología cardiovascular que impida la medición del VO2 max.

Criterios de exclusión

- Personas que no quieran participar en la investigación.
- Personas con morbilidad aguda o crónica incapacitante.

Tipo de estudio

Se realizó una investigación observacional con un diseño de corte transversal.

Procedimientos de recolección de información

Se realiza la visita a las instalaciones de OCP en el departamento de medicina ocupacional en un periodo de tanto tiempo donde se entrevista al personal que labora en la institución, se recolecta la información de marcadores de química sanguínea y luego de la explicación del tema de investigación y haber aceptado ser participante del mismo, se aplica la encuesta internacional de actividad física, registrando número de días de actividad física intensa, moderada leve o inactividad, con el número de horas que realiza dicha actividad, con el fin de realizar la calificación de tipo de actividad física que realiza la persona.

Se planifica con las personas la realización de la prueba de esfuerzo para evaluar su rendimiento aeróbica mediante el protocolo maximal, incremental de Bruce en tapiz rodante, y la medición de los parámetros antropométricos. Esta evaluación se realizó en el laboratorio de Fisiología Deportiva del laboratorio de destrezas médicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

en un periodo de 8 fines de semana (días sábados) donde previamente se planifica con cita la evaluación del personal.

Los materiales utilizados para realizar la evaluación antropométrica fueron:

- Peso y talla: Balanza con tallímetro Rice Lake
- Pliegues: Calibrador Calliper Lange

Además, para realizar esta evaluación, los individuos acudieron con la menor cantidad de ropa posible (salvo pantaloneta o lycra e interior) para realizar las mediciones reduciendo el error de la toma. Se lo realizó tanto en la consulta de medicina ocupacional de OCP como en el laboratorio de Fisiología deportiva con una temperatura adecuada y guardando el pudor y la integridad de cada persona.

La resistencia aeróbica fue determinada mediante el protocolo de Bruce en tapiz rodante, con el posterior cálculo de Consumo máximo de Oxígeno (VO_2 max) de forma indirecta mediante la fórmula de Foster (1984) para hombres y Pollock (1982) para mujeres.

Los datos fueron registrados en una tabla del programa Excel y posteriormente ingresados en el programa Epi Info y SPSS para su correlación.

Plan de análisis de datos

Se tabularon los datos en Microsoft Excel, y se realizó una depuración de datos mediante filtros y luego se exportó el archivo depurado a los paquetes estadísticos Epi Info 2008 y SPSS ver 10.0. Para el análisis, inicialmente se realizará una descripción de las variables (análisis univariado), para las variables cualitativas se recurrirán a tablas estadísticas para determinar las frecuencias y posteriormente se realizará un análisis con cruces de variables (análisis multivariado) para determinar prevalencias específicas, en donde en los cruces de variables cuali-cuali, se utilizarán tablas de contingencia 2x2 y 2xn y para la relación se recurrirá al OR y para la significancia al Chi cuadrado y los intervalos de confianza. Para el cruce cuanti-cuali, se utilizarán tabulaciones cruzadas y se recurrirá a media estratificada y al análisis de Kruskal Wallis.

Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Edad	tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la actualidad	Años	20 a 25	numérica
Sexo	Fenotipo	Masculino Femenino		Nominal Dicotómica
Puesto de trabajo	Tipo de trabajo que realiza en la empresa	Tipo de trabajo	Listado de trabajo que realiza	Categórica
Estado Civil	Condición de una persona en relación	Situación actual del entrevistado	Soltero Casado	Categórica

	con su matrimonio, que se hace constar en el registro civil y que delimitan el ámbito propio de poder y responsabilidad que el derecho reconoce a las personas naturales.		Divorciado Unión libre Viudo	
Actividad física	Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que resultan en gasto energético. Medido según la CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (IPAQ)	3 o mas días de actividad física vigorosa por lo menos 20 minutos por día. 5 o mas días de actividad física moderada y/o caminata al menos 30 minutos por día. 5 o más días de cualquier de las combinaciones	Nivel de actividad física alto Nivel de actividad física moderado Nivel de actividad física bajo o inactivo	Categorica

		de caminata, actividad física moderada vigorosa.		
Enfermedad metabólica	Enfermedad que afecta afectan la descomposición de los aminoácidos, los carbohidratos o los lípidos.	Listado de enfermedades según CIE10	Colesterol Elevado Triglicéridos Elevados HDL bajo Hiperglicemia	Nominal Politómico
Enfermedad degenerativa cardiovascular	Son enfermedades crónicas que van degenerando a la persona física y mentalmente.	Listado de enfermedades según CIE10	Insuficiencia cardiaca congestiva Enfermedad de las arterias coronarias. Infarto Agudo de miocardio. Hipertensión Arritmia cardíaca Cardiomegalia	Nominal Politómico
Grasa corporal	Presencia de grasa corporal según plicometría (suma de los pliegues del	Porcentaje de grasa corporal	NIH / OMS Mujeres: 20 – 39 años Bajo: < 21%	numérica

	<p>tríceps, subescapular, iliocrestal y abdominal)</p>		<p>Normal: 21,0 – 32,9%</p> <p>Alto: 33.0 – 38,9%</p> <p>Muy Alto: >39%</p> <p>40 – 59 años</p> <p>Bajo: < 23%</p> <p>Normal: 23,0 – 33,9%</p> <p>Alto: 34.0 – 39,9%</p> <p>Muy Alto: >40%</p> <p>60 – 79 años</p> <p>Bajo: < 24%</p> <p>Normal: 24,0 – 35,9%</p> <p>Alto: 36.0 – 41,9%</p> <p>Muy Alto: >42%</p> <p>Hombres:</p> <p>Bajo: < 8%</p> <p>Normal: 8 – 19,9%</p> <p>Alto: 20.0 – 24,9%</p> <p>Muy Alto: >25%</p> <p>40 – 59 años</p> <p>Bajo: < 11%</p>	
--	--	--	---	--

			<p>Normal: 11 – 21,9%</p> <p>Alto: 22.0 – 27,9%</p> <p>Muy Alto: >28%</p> <p>60 – 79 años</p> <p>Bajo: < 13%</p> <p>Normal: 13,0 – 24,9%</p> <p>Alto: 25.0 – 29,9%</p> <p>Muy Alto: >30%</p>	
Consumo de oxígeno	Volumen máximo de oxígeno transportado y utilizado en el cuerpo en 1 minuto	Valores en ml/Kg/min	<p>Varones:</p> <p>20 – 29 años</p> <p>Pobre: < 38</p> <p>Bajo: 39 – 43</p> <p>Medio: 44 – 51</p> <p>Alto: 52 – 56</p> <p>Muy Alto: > 56</p> <p>30 – 39 años</p> <p>Pobre: < 34</p> <p>Bajo: 35 – 39</p> <p>Medio: 40 – 47</p> <p>Alto: 48 – 51</p> <p>Muy Alto: > 51</p>	Categorica

			<p>40 o mas</p> <p>Pobre: < 30</p> <p>Bajo: 31 – 35</p> <p>Medio: 36 – 43</p> <p>Alto: 44 – 47</p> <p>Muy Alto: > 47</p> <p>Mujeres</p> <p>20 – 29 años</p> <p>Pobre: < 28</p> <p>Bajo: 29 – 34</p> <p>Medio: 35 – 43</p> <p>Alto: 44 – 48</p> <p>Muy Alto: > 48</p> <p>30 – 39 años</p> <p>Pobre: < 27</p> <p>Bajo: 28 – 33</p> <p>Medio: 34 – 41</p> <p>Alto: 42 – 47</p> <p>Muy Alto: > 47</p> <p>40 o mas</p> <p>Pobre: < 25</p> <p>Bajo: 26 – 31</p>	
--	--	--	--	--

			Medio: 32 – 40 Alto: 41 – 45 Muy Alto: > 45	
--	--	--	---	--

CAPITULO IV. RESULTADOS

Variables descriptoras de la población

El 70% de los individuos estudiados eran de sexo masculino, con edades entre 24 a 61, pero con la mayoría de población hasta los 45 años.

Tabla 2: Edad

Obs	70
Mean	39,1429
Std Dev	8,6983
Minimum	24
25%	31,5
Median	39
75%	45,5
Maximum	61
Mode	30

La media de la edad de la población de estudio fue de 39 años.

Los pacientes estudiados tuvieron en su mayor porcentaje actividad física baja o nula.

Tabla 3: Actividad Física

	Frequency	Percent
Baja/inactivo	33	47,14
Moderada	24	34,29
Vigorosa	13	18,57
Total	70	100,00

El 47% correspondiente a 33 pacientes tuvieron actividad física baja/inactivo según el cuestionario IPAQ.

Signos vitales basales y durante el test de esfuerzo

Se observa que los valores sistólicos son incrementales en su promedio, sin embargo, la presión diastólica es más estable.

Tabla 4: Presion arterial

	P. Sistólica Basal	P. Sistólica Fase 1	P. Sistólica Fase 2	P. Sistólica Fase 3
Media	116,11	124,00	128,80	137,38
N	70	70	70	61
Desviación estándar	14,771	15,733	17,040	44,306
Mínimo	40	90	90	90
Máximo	140	160	160	450
Mediana	120,00	130,00	130,00	140,00

	P. Diastólica Basal	P. Diastólica Fase 1	P. Diastólica Fase 2	P. Diastólica Fase 3
Media	78,23	77,43	78,99	79,28
N	70	70	70	61
Desviación estándar	8,870	12,590	10,474	11,033
Mínimo	50	10	60	60
Máximo	94	90	100	100
Mediana	80,00	80,00	80,00	80,00

Tabla 5: Frecuencia Cardiaca

	F C Basal	F C Máxima
Media	82,56	179,24
N	70	70
Desviación estándar	12,734	14,072
Mínimo	52	130
Máximo	114	203
Mediana	84,00	182,00

Variables antropométricas y metabólicas

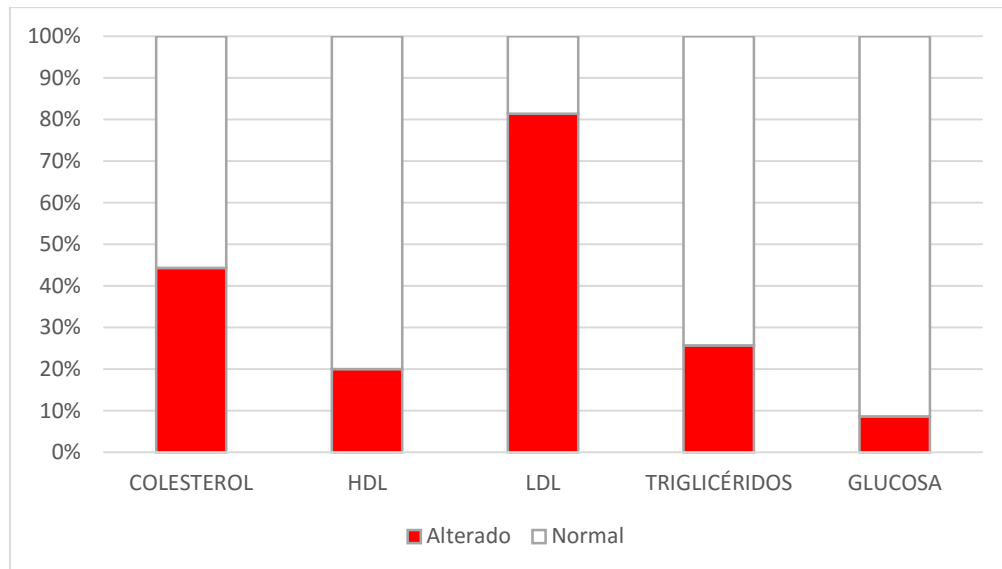
A continuación, el detalle de las variables antropométricas y nutricionales, se observa una importante variabilidad en los pacientes estudiados.

Tabla 6: Variables antropométricas y nutricionales

	Triceps	Subescapular	Iliocrestal	Abdominal	% Grasa Fórmula	% Grasa Nominal	Peso	Talla	IMC
Media	14,76	24,01	25,47	33,10	19,601	19,351	70,46	167,86	24,9003
N	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Desviación estándar	7,476	8,581	8,747	11,279	4,3946	4,7130	12,243	8,244	3,13559
Mínimo	3	7	6	7	8,6	5,0	46	150	19,15
Máximo	44	51	42	60	30,4	30,4	115	190	32,35
Mediana	12,00	25,00	27,00	34,00	20,075	19,925	70,00	169,00	24,7676

Respecto a los indicadores metabólicos, los más afectados son el LDL y colesterol, ambos superan el 40% de exámenes alterados.

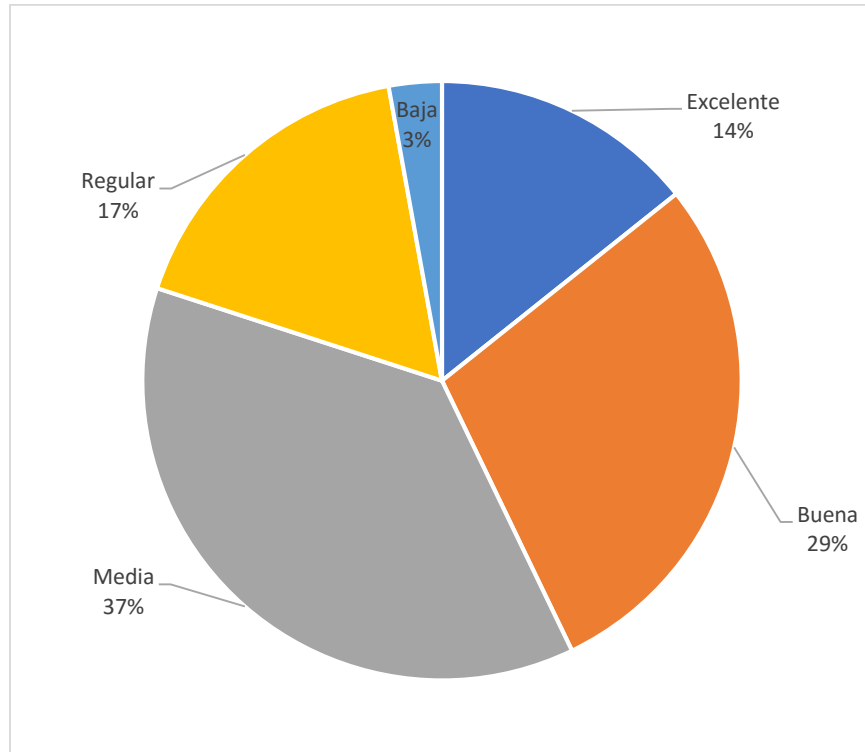
Gráfico 1: Exámenes metabólicos



Prueba de esfuerzo

La prueba tuvo una duración promedio de 11 minutos, oscilando entre 5 a 22 minutos. El mayor porcentaje de pacientes tuvo un resultado entre medio y bueno, es importante destacar que ningún paciente obtuvo un resultado excepcional.

Gráfico 2: Resultados del VO2 Max



Mean	Std Dev	Mode	Median
41,0203	11,0265	34,11	39,03
Minimum	25%	75%	Maximum
17,68	34,11	46,72	75,4

Análisis Multivarial

Caracterización de la VO2 max según variables descriptoras demográficas

No se encontró ninguna relación significativa entre sexo y el valor de VO2 max, sin embargo, al analizarlo con edad, se encontró una correlación inversamente proporcional de baja intensidad, pero significativa.

Tabla 7: Relacion entre sexo y VO2

	VO2 Excelente/buena		
SEXO	Si	zNo	Total
H	21	28	49
M	9	12	21
TOTAL	30	40	70

Odds Ratio (cross product)	1,0000	0,3559	2,8095 (T)
Chi-square - corrected (Yates)	0,0694		0,7921473918

Tabla 8: Correlación entre edad y VO2 max

		VO2 max
Edad	Correlación de Pearson	-,407**
	Sig. (bilateral)	,001

Caracterización de la VO2 max según indicadores metabólicos

Se encontraron relaciones significativas débiles e inversamente proporcionales entre: porcentaje de grasa corporal, Colesterol, Triglicéridos y el número de indicadores metabólicos alterados.

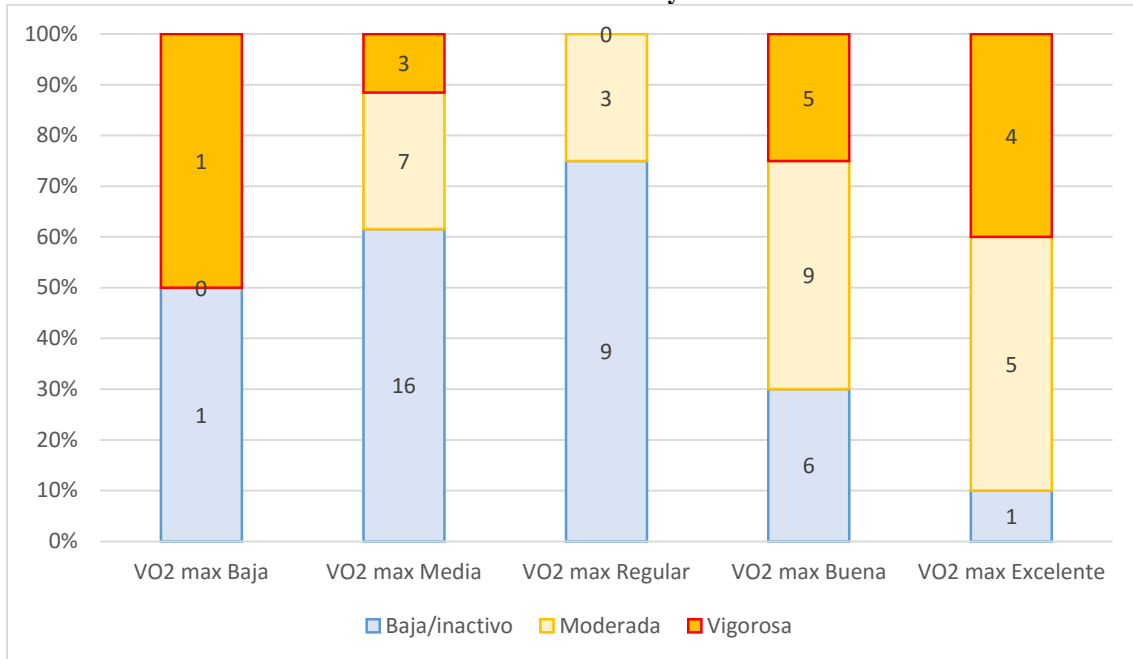
Tabla 9: El VO2 max con indicadores metabólicos

		VO2 max
% Grasa Fórmula	Correlación de Pearson	-,313**
	Sig. (bilateral)	,009
IMC	Correlación de Pearson	-,102
	Sig. (bilateral)	,403
Glucosa	Correlación de Pearson	-,074
	Sig. (bilateral)	,547
Colesterol	Correlación de Pearson	-,437**
	Sig. (bilateral)	,000
TG	Correlación de Pearson	-,258*
	Sig. (bilateral)	,032
HDL	Correlación de Pearson	-,073
	Sig. (bilateral)	,550
LDL	Correlación de Pearson	-,108
	Sig. (bilateral)	,377
Numero de exámenes metabólicos alterados	Correlación de Pearson	-,275*
	Sig. (bilateral)	,022

Actividad Física y VO2 max

Se encontró que los individuos con una actividad física vigorosa, tenían una probabilidad 3,8 veces mayor de tener un VO2 excelente o bueno.

Gráfico 3: Actividad Física y VO2 max



	VO2 Excelente/buena		Total
	Si	zNo	
ACTIVIDAD FÍSICA VIGOROSA			
Si	9	4	13
zNo	21	36	57
TOTAL	30	40	70

Odds Ratio (cross product)	3,8571	1,0565	14,0817 (T)
Chi cuadrado	4,4696		0,0345023488

CAPITULO V. DISCUSIÓN.

Los resultados de mi estudio muestran un porcentaje elevado (> 80%) de individuos que tiene una actividad física moderada, baja o inactiva. Es importante tomar en cuenta que el cuestionario utilizado para este estudio logra diferenciar el nivel de actividad en diferentes actividades de la vida diaria, se toma en cuenta períodos de 10 minutos de actividad física, lo que nos da la oportunidad de agrupar estos periodos y determinar con exactitud el gasto energético. Pamela Serón en el 2010 (Pamela Serón, Sergio Muñoz, Fernando Lanas, 2010) en su estudio realizado en Chile presenta una prevalencia de 84,4% de individuos con actividad física moderada o baja lo cual va acorde a nuestro estudio ya que se utilizó el mismo instrumento de medición. Adicionalmente podemos comparar este estudio con los resultados publicados por Juan A. en Perú (Juan A. Secián-Palacín y Enrique R. Jacoby, 2003) en la población urbana quienes obtuvieron un resultado de 87,7% de individuos que realizan actividad física moderada, baja o inactiva. Hernán Sanabria-Rojas (Hernán Sanabria-Rojas y col., 2013) refiere en su estudio realizado en trabajadores en la ciudad de Lima que el 88% tuvieron nivel bajo de actividad física. Como podemos darnos cuenta los niveles de inactividad física o de actividad física moderada realmente son alarmantes reafirmando que debe ser considerado un problema de salud pública, podríamos destacar que una de las causas es que los trabajadores no organizan de manera adecuada el tiempo libre para incluir en este la actividad física, sin embargo, sería importante indagar un poco más a fondo las causas o variables asociadas a la inactividad física partiendo desde una falta de concienciación de la importancia y beneficios que tiene la práctica de actividad física para la salud. Con respecto a la relación que existe entre el valor de $VO_2\text{max}$ es decir la capacidad aeróbica y los indicadores metabólicos, en nuestro estudio encontramos que a pesar de que la relación es débil es significativa e inversamente proporcional entre el porcentaje de grasa corporal, valores de

Colesterol, Triglicéridos y el número de indicadores metabólicos alterados como el IMC lo que coincide con investigaciones internacionales, en las que se evidencia una asociación igualmente significativa entre la capacidad aeróbica y las distintas variables que conforman el SM. Como ejemplo, el estudio de Aadahl y cols (Aadahl M., 2007), demuestra que las personas con mayor actividad física medida en METs diarios, presentaron menor IMC, porcentaje de grasa abdominal, TGL y mayor HDL. Otro estudio realizado en hombres y mujeres tailandeses (Wichitsranoi Jatuporn et al., 2015) refiere una relación significativa entre la capacidad aeróbica y varios factores de riesgo, además mostró que las personas con dislipidemia tienen una capacidad aeróbica alterada según sus valores de VO_2max , concomitantemente este estudio mostró que los individuos con normolipidemia y dislipidemia la capacidad aeróbica disminuye con la edad, lo cual coincide sustancialmente con este estudio ya que se demostró una correlación inversamente proporcional de baja intensidad pero significativa.

En cuanto al IMC nuestro estudio muestra una relación significativa igualmente lo que concuerda con el estudio de (Vock R., 1996) que refiere que la obesidad dada por el IMC está relacionada independientemente con la capacidad aeróbica.

El mecanismo por el cual podríamos explicar estos resultados podría ser la disminución de la producción de óxido nítrico durante el ejercicio ya que existe una alteración en la elasticidad y flexibilidad de los vasos en personas con perfiles lipídicos anormales, además al disminuir la vasodilatación endotelial evidentemente disminuye el flujo sanguíneo aumentando la presión arterial proceso que se produce durante el ejercicio máximo y en estos casos los vasos sanguíneos no pueden corresponder a la demanda de oxígeno.

A pesar de que en este estudio no se encontró una correlación significativa con valores de glucosa elevados ya que no se incluyó a ningún paciente diabético, estudios realizados internacionalmente indican que los individuos diabéticos presentan niveles alarmantes en relación a la capacidad aeróbica siendo 26% más baja en relación a individuos sanos y 44% inferior a la de corredores (Carreón V. et al., 1996) una causa explicativa para esta baja capacidad aeróbica en diabéticos además de los mencionados anteriormente por las alteraciones en el transporte de oxígeno podría ser un volumen plasmático disminuido lo que supone una disminución en el gasto cardiaco.

Bertoli A, en su estudio realizado en Italia encontró una relación significativa entre la aptitud cardiorespiratoria y las variables de SM como IMC, Colesterol LDL y sugiere que la modificación de la aptitud cardiorespiratoria puede mejorar los predictores bien conocidos de la enfermedad coronaria, a través de los procesos de adaptación que se presentan después de instaurar un plan de actividad física planificada, estructurada, repetitiva. (Bertoli A. et al, 2003)

En cuanto a la actividad física determinada mediante el cuestionario es decir auto-reportada y su relación con el VO_2 max dado por la prueba de esfuerzo, este estudio encontró que los individuos que reportaban una actividad física vigorosa tenían una probabilidad 3,8 veces mayor de tener un VO_2 max excelente o bueno. Estos resultados van de la mano con el estudio de Aadahl M. el cual concluyó que el cuestionario de actividad física tiene validez cuando se compara con el VO_2 max ya que se encontró una tendencia significativa entre estas dos variables. (Aadahl M., 2007)

CAPITULO VI. CONCLUSIONES.

1. La mayoría de los trabajadores de Oleoductos de Crudos Pesados (OCP) Ecuador S.A., tienen un VO₂ max bueno y regular, lo que esta inversamente relacionado con la presencia o no de valores de Colesterol, Triglicéridos, HDL y LDL alterados.
2. Las mujeres realizan menos actividad física o siguen un plan de ejercicios sistemáticos y/o prescritos por personal de Salud.
3. El consumo máximo de oxígeno es inversamente proporcional con la edad.
4. El 80% de los trabajadores que participaron en el estudio presentan valores de LDL elevados y un 45% aproximadamente presentan Colesterol total alterado.
5. En cuanto a valores de glucosa únicamente menos del 10% presentaron un valor por encima de 100mg/dl.
6. Existe una relación inversamente proporcional entre el VO₂ max y el número de indicadores metabólicos alterados, tomados individualmente.
7. Más del 40% de los participantes presentan niveles de colesterol total y LDL elevados sin indicaciones claras de que tipo de actividad física deben realizar para mejorar los mismos.
8. Los trabajadores de OCP no tienen pausas activas dentro de sus horas laborables. La mayoría pasa sentada más de 6 horas y en algunos casos hasta 12 horas.
9. La mayoría de participantes no lleva una dieta prescrita por un profesional y desconoce acerca del valor nutricional de la mayoría de los alimentos.
10. Los individuos con una actividad física vigorosa tienen mayor probabilidad de mejorar la capacidad aeróbica.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES.

1. Promover la salud partiendo desde el concepto de la OMS, con charlas y actividades prácticas que sirvan de motivación para cambiar los estilos de vida del personal.
2. Esclarecer los conceptos de actividad física y deporte, tomando en cuenta los objetivos individuales de cada persona.
3. Promover la atención médica oportuna no sólo en presencia de enfermedad propiamente dicha sino en función de prevenir que esta aparezca.
4. Formar grupos de acuerdo al puesto de trabajo para realizar en conjunto actividades físicas y recreativas en función de mejorar la capacidad física de cada uno.
5. En cuanto a los participantes que realizan deporte y se demostró dentro de los resultados de la medición de la capacidad física aeróbica, motivarlos a solicitar una guía para mejorar sus marcas personales y mejorar sus resultados deportivos.
6. Instaurar un plan de pausas activas dirigidas al personal de OCP de oficinas Quito.

MATERIALES DE REFERENCIA

ESTUDIO DE LA CONDICIÓN FÍSICA MEDIANTE EL CONSUMO DE OXIGENO MÁXIMO (VO2 MAX) Y LA PRESENCIA DE ENFERMEDADES DEGENERATIVAS CARDIOVASCULARES Y METABÓLICAS EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA, OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS (OCP)

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Medicina
Especialidad de Medicina del Deporte

Dra. Sofía Carolina Carrillo Fernández

OBJETIVO DEL ESTUDIO: Definir la condición física aeróbica realizando el cálculo del consumo máximo de Oxígeno (VO2 Max) en colaboradores de la empresa, Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) Ecuador S.A., realizando previamente la recolección de datos en el historial clínico de cada uno, analizando los factores de riesgo para patologías crónico degenerativas y en caso de que tengan dichas patologías, observar la respuesta a la realización de actividad física frente a la evaluación de la condición física.

METODOLOGIA: Se realizará la selección de personas que deseen participar en el estudio bajo consentimiento informado. Posteriormente se hará la apertura de historia clínica en búsqueda de factores de riesgo para patologías crónicas no transmisibles y también el registro de patologías crónicas preexistentes. Luego se someterá a los estudiados a una prueba de esfuerzo (banda ergométrica) bajo el protocolo de Bruce para calcular su consumo de oxígeno máximo (VO2 Max) y finalmente aquellas personas que poseen enfermedades degenerativas cardiovasculares y metabólicas se comparará con aquellos clínicamente sanos su VO2 Max para encontrar diferencia estadística entre enfermos y no enfermos respecto a su VO2 Max.

La información obtenida será analizada en un programa estadístico EPI-INFO. Una vez obtenidos los resultados estos serán utilizados como parte de la investigación. De ser solicitados por parte de las autoridades y de los representantes, estos datos serán puestos a su disposición.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Acepto la participación de (nombre) _____, mi representado en este estudio, se me han explicado todos los derechos de mi representado y doy mi consentimiento firmando este formulario, dando por entendido que:

Al dar mi consentimiento acepto la participación voluntaria en este estudio, y que puede retirarse del mismo sin dar razones y sin perjuicios;

Toda la información será tratada confidencialmente y no será liberada salvo por pedido expreso de la ley; Los datos de investigación para el estudio pueden ser publicados sin que el nombre de mi representado sea usado.

FECHA

REPRESENTANTE

INVESTIGADOR

BIBLIOGRAFÍA.

- (INEC), I. E. (2011-2013). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-nacional-de-salud-y-nutricion-se-presenta-este-miercoles/>
- Aadahl M. (2007). Self-reported physical activity compared with maximal oxygen uptake in adults. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 422-8. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17568243>
- Alberti KG. (2009). Harmonizing the metabolic syndrome., (págs. 120-1640).
- Alberti KG, Zimmet PZ. (1998). Definition, diagnosis and Classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med*, 539-53. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9686693>
- Albornoz López. (2012). Nutrición y Síndrome Metabólico. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 92-97. Obtenido de <http://revista.nutricion.org/PDF/NUTRICION.pdf>
- Antonio González-Chávez. (2011). Relación entre síndrome metabólico e hiperuricemia en población aparentemente sana. *Revista Médica del Hospital General de México*, 132-137. Obtenido de file:///C:/Users/sathy/Downloads/X0185106311356302_S300_es.pdf
- Banz WJ. (2003). Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. *Exp Biol Med*, 434-40. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12671188>
- Bertoli A. et al. (October de 2003). Lipid profile, BMI, body fat distribution, and aerobic fitness in men with metabolic syndrome. *Acta Diabetol*, 40, s130-s133. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00592-003-0045-7>
- Brukner, P. (2012). *Brukner y Khan's Clinical Sports Medicine* (4th ed ed.). (F. Collison, Ed.) Australia: McGraw-Hill Australia Pty Ltd.
- Carreón V. et al. (1996). Consumo máximo de oxígeno y los lípidos séricos en diabéticos, controles y atletas. 5-12. Obtenido de http://imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=9491&id_seccion=6&id_ejemplar=988&id_revista=2
- Chicharro, J. (2006). *Fisiología del Ejercicio*. España: Médica Panamericana.
- Constance M. (2004). Evaluation of a treadmill test for predicting the aerobic capacity firefighters. *Occupational Medicine*.
- Cornier, M-A. (2008). The Metabolic Syndrome. *Endocrine Reviews*, 777-822. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5393149/>

- Cynthia L. (2010). Obesity and Socioeconomic status in Adults United States 2005-2008 (NHANES). *NCHS*.
Obtenido de <https://www.cdc.gov/nchs/data/databriefs/db50.pdf>
- Deen D. . (2004). Metabolic Syndrome: Time for Action. *American Family of Physician*. *American Family Physician*, 69(12)2875-2882.
- Española, R. A. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23 ed.). Madrid, España. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=Xxq1Q5A>
- Expert Panel . (16 de Mayo de 2001). Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 285. Obtenido de <http://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/193847>
- Forbes, G. (1987). *Human Body Composition (Growth, Aging, Nutrition and Activity)*. *Springer - Verlag*.
- Gabriela Paredes-Turrubiarte. (2016). Severity of non-alcoholic fatty liver disease is associated with high systemic levels of tumor necrosis factor alpha and low serum interleukin 10 in morbidly obese patients. *Clínical and Experimental Medicine*, 193-202. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10238-015-0347-4>
- Garrido Raúl. (2004). Índice de masa corporal y composición corporal. *Revista Digital*.
- GM., R. (2005). Insuline resistance, the insulin resistance syndrome, and cardiovascular disease. *Panminerva Med.*, 47(4)201.10.
- Hernán Sanabria-Rojas y col. (2014). Nivel de actividad física en los trabajadores de una Dirección Regional de Salud de Lima, Perú. *Rev Salud publica*, 53-62. Obtenido de <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v16n1/v16n1a05.pdf>
- Isacc Sinay Dr. et al. (2010). *Epidemiología, Diagnóstico, Control, Prevención y Tratamiento del Síndrome Metabólico en Adultos*. Dr. Juan Rosas Guzmán, Dr. Antonio González Chávez, Dr. Pablo Aschner, Dr. Raúl Bastarrachea.
- Juan A. Secián-Palacín y Enrique R. Jacoby. (2003). Factores sociodemográficos y ambientales asociados con la actividad física y deportiva en la población urbana del Perú. *Rev Panam Salud Publica*. Obtenido de <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v14n4/18125.pdf>
- Kramer y cols. (2009). Actividad física y potencia aeróbica. Cómo influyen sobre los factores de riesgo cardiovasculares clásicos y emergentes. *Revista médica de Chile*, 737-745.
- Laurence S. Sperling, MD. (2015). The CardioMetabolic Health Alliance. Working Toward a New Care Model for the Metabolic Syndrome. *Journal of The American College of Cardiology*.
- Linda S. Pescatello. (2014). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription / American College of Sports Medicine*. (D. R. Ross Arena, Ed.)

- Lopategui Corsino, E. (2001). *www.saludmed.com*. Obtenido de <http://www.saludmed.com/CsEjerci/FisioEje/Apt-Fi-I.html>
- Obunai K,. (Nov 2007). Cardiovascular morbidity and mortality of the metabolic syndrome. *Med Clin North Am.*, 91(6)1169-84. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17964915>
- OMS. (1948). Conferencia Sanitaria Internacional. *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. New York. Obtenido de <http://www.who.int/about/mission/es/>
- OMS. (2015). *Preguntas frecuentes*. Obtenido de <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>
- OMS. (2017). *10 datos sobre la actividad física*. Obtenido de http://www.who.int/features/factfiles/physical_activity/es/
- OMS. (2017). *Actividad física*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>
- PAHO. (2010). *Guías ALAD*. Obtenido de http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Guias_ALAD_2009.pdf
- Pamela Serón, Sergio Muñoz, Fernando Lanas. (2010). Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población chilena. *Rev Med Chile*, 138: 1232-1239. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/rmc/v138n10/art%2004.pdf>
- Pancorbo, A. (2008). *Medicina y Ciencias del Deporte y Actividad Física* (Vol. I). Madrid: Océano.
- Ramírez-Vélez R. (2011). Evidencia actual de intervenciones con ejercicio físico en factores de riesgo cardiovascular. *Rev Andal Med Deporte*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/3233/323327668003.pdf>
- Secchi, Jeremías D;. (2013). APTITUD FÍSICA CARDIORRESPIRATORIA Y RIESGO CARDIOMETABÓLICO EN PERSONAS ADULTAS JÓVENES. *Rev Española de Salud Pública*, 87, 35-48. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/170/17025627005.pdf>
- Shigetada Furukawa. (2004). Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Investigation*.
- Sonia Leon-Cabrera. (2015). Reduced Systemic Levels of IL-10 Are Associated with the Severity of Obstructive Sleep Apnea and Insulin Resistance in Morbidly Obese Humans. *Hindawi Publishing Corporation*.
- Sonya J. Elder, Alice H. Lichtenstein, Anastassios G. Pittas,. (2009). Genetic and Environmental Influences on Factors Associated with Cardiovascular Disease and The Metabolic Syndrome. *Journal of Lipid Research*, 1917-1926. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2724778/>
- Takahiko Nakagawa. (2005). Fructose-induced hyperuricemia as a causal mechanism for the epidemic of the metabolic syndrome. *nature CLINICAL PRACTICE*, 80-86.

- Trombold Justin R. (2013). Acute high-intensity endurance exercise is more effective than moderate-intensity exercise for attenuation of postprandial triglyceride elevation. *J Appl Physiol*, 792-800. Obtenido de <http://jap.physiology.org/content/jap/114/6/792.full.pdf>
- Vock R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways V. Structural basis of vascular substrate supply to muscle cells. *J Exp Biol*, 1675-1688. Obtenido de <http://jeb.biologists.org/content/jexbio/199/8/1675.full.pdf>
- Wichitsranoi Jatuporn et al. (2015). Relationship between aerobic capacity and cardiovascular disease risk factors in Thai men and women with normolipidemia and dyslipidemia. *J.Phys. Ther. Sci*, 3503-3509.