

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA



FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA AERÓBICA, DETERMINADO POR EL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN LOS ADOLESCENTES QUE CURSAN LOS TRES NIVELES DE BACHILLERATO EN EL COLEGIO NACIONAL CUMBAYÁ DURANTE EL PERÍODO JUNIO-JULIO DEL AÑO 2015.

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO CIRUJANO

Autores: Carla Vanessa Herrera Sevilla

Norma Elizabeth Morales Carrera

Director de disertación: Dr. Oscar Saul Concha Zambrano.

Tutor Metodológico: Master Cesar Yumiseva.

Quito, Octubre 2015

DEDICATORIA

A:

Mis padres que siempre están a mi lado apoyándome en cada paso que doy, siendo mi ejemplo de esfuerzo y perseverancia en cada situación sean buenos o malos. Gracias papis sin ustedes no sabría qué hacer, no sería lo que soy ni como soy.

Mi hermana que con su paciencia y comprensión me ayuda día tras día a superar los retos, a comprender y a saber vivir la vida de mejor manera.

Mi familia: abuelita, tías, primos gracias por su gran ejemplo de voluntad y rectitud ante cada desafío de la vida.

Mis amigos la familia que yo escogí Eli y Fer gracias por su apoyo y coraje para afrontar este ciclo y otros que vendrán para los tres en el futuro.

La incomprensibilidad de la vida que unió nuestros caminos por un momento para que aportáramos un granito más de arena en la construcción de mi camino y el tuyo.

Todos mis hogares alternativos universidad, hospitales, consultorios y las personas que conocí en estos lugares gracias por sus enseñanzas.

Vanessa Herrera

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación en primer lugar a mi hija que con su amor y entusiasmo me ha sabido dar fuerza, por la alegría de las batallas que libramos juntas, por las horas que no pasamos juntas. Además quisiera dedicarlo a mi esposo Adrián, debido al gran esfuerzo que ha realizado para mi superación personal y por todos los momentos de paciencia e incondicional amor que permitió que avance un escalón más en mi formación académica. A mi gran familia, que estuvo conmigo en mis momentos difíciles, cuando más necesitaba de una mano amiga, un aliento de fuerza, gracias familia que durante años me ha apoyado y me ha cuidado, nunca dudaron del arduo esfuerzo que he puesto mi trabajo.

Como no dedicarlo también a mi segundo hogar, la Facultad de Medicina, que gracias a las enseñanzas impartidas por sus docentes, que hicieron realidad este sueño.

Elizabeth Morales

AGRADECIMIENTO

“...La esperanza renacerá, el mañana grandes dichas traerá, sigue teniendo fe y esperanza en que el mañana va a cambiar y tus sueños cumplirás...”

Yukinojo Mori

A nuestros Padres, Hermanos y demás familiares. A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. A todos y cada uno de nuestros mentores; Doctores que han contribuido para nuestros conocimientos y actitudes. Al Colegio Nacional Cumbayá que nos abrió sus puertas para culminar nuestras metas. A nuestro director de Tesis, Dr. Oscar Saúl Concha Zambrano por su apoyo incondicional en el asesoramiento y supervisión de nuestra tesis. Al Master César Yumiseva por su dirección y guía en esta investigación a la Dra. Lucila Carrasco por apoyarnos con su conocimiento siendo nuestra tercera lectora. Al Rector del Colegio Nacional Cumbayá, Lic. Jaime Javier Salazar Álvarez; y a los docentes, padres de familia y población estudiantil de la institución, por su apoyo en la elaboración de nuestra tesis. A los Señores Miembros del Tribunal de Tesis. A todas las personas que directa o indirectamente pusieron un granito de arena para la culminación de nuestros estudios de pregrado.

CONTENIDOS

PÁGINA DEL TÍTULO	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
TABLA DE CONTENIDO	v
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE GRÁFICOS	vii
LISTADO DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación	5
1.3. Problema de la investigación	5
1.4. Objetivos de la investigación	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Hipótesis	7
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Fisiología del desarrollo	8
2.2. Fisiología del ejercicio	10

2.2.1. Sistema cardiovascular	10
2.2.2. Sistema respiratorio	12
2.3. Consumo máximo de oxígeno	13
2.4. Pruebas funcionales de valoración aeróbica	16
2.4.1. Pruebas directas	16
2.4.1.1. Espirometría de circuito abierto	17
2.4.1.2. Ergómetros	18
2.4.1.2.1. Tapiz rodante	18
2.4.1.2.2. Cicloergómetro	19
2.4.2. Pruebas indirectas	19
2.4.2.1. Protocolo de estimación del VO ₂ máx con escalón	19
2.4.2.1.1. Test del escalón de Astrand-Rhyming	19
2.4.2.1.2. Test del escalón de tres minutos	21
2.4.2.2. Protocolo de estimación del VO ₂ máx realizados sobre el terreno	21
2.4.2.2.1. Test de Cooper	21
2.5. Actividad física, condición física y ejercicio físico	22
2.6. Actividad física y salud	25
2.7. Medición del nivel de actividad física	28
2.7.1. Mediciones objetivas	28
2.7.1.1. Técnica de agua doblemente marcada	29
2.7.1.2. Calorimetría directa	29
2.7.1.3. Calorimetría indirecta	29
2.7.1.4. Podómetros	30
2.7.1.5. Acelerómetros	30
2.7.1.6. Monitores de ritmo cardíaco	30
2.8. Mediciones Subjetivas	31

2.8.1. Cuestionario internacional de actividad física (IPAQ)	32
2.8.2. Cuestionario global de actividad física (GPAQ)	33
2.8.3. Evaluación de los correlatos y determinantes de la actividad física	33
CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Participantes	34
3.1.1. Instituciones	34
3.1.2. Personas cooperantes	34
3.2. Zona de estudio	34
3.2.1. Toma de muestras	34
3.2.2. Operacionalización de variables	35
3.2.3. Análisis de muestra	36
3.3. Período de tiempo de la investigación	36
3.4. Diseño experimental	36
3.5. Plan de análisis de datos	37
3.6. Aspectos bioéticos	37
3.7. Procedimiento	37
3.8. Análisis del cuestionario internacional de actividad física – IPAQ	39
3.9. Análisis del test de Astrand-Rhyning	41
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	42
CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN	58
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	61
CAPITULO 7: RECOMENDACIONES	62
CAPITULO 8: BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1: Operacionalización de variables	35
Tabla 4.1: Frecuencia y porcentaje de los estudiantes según género	43
Tabla 4.2: Frecuencias y porcentajes de índice de masa corporal	44
Tabla 4.3: Frecuencia y porcentaje del índice de masa corporal por género	45
Tabla 4.4: Frecuencia y porcentaje de grasa corporal	46
Tabla 4.5: Frecuencia y porcentaje de grasa corporal según el género	48
Tabla 4.6: Frecuencia y porcentaje del consumo máximo de oxígeno	50
Tabla 4.7: Frecuencia y porcentaje del consumo máximo de oxígeno según el género	52
Tabla 4.8: Frecuencia y porcentaje del nivel de actividad física	53
Tabla 4.9: Frecuencia y porcentaje del nivel de actividad física según el género	55
Tabla 4.10: Correlación entre consumo máximo de oxígeno y género	56
Tabla 4.11: Correlación entre consumo máximo de oxígeno e índice de masa corporal	56
Tabla 4.12: Correlación entre consumo máximo de oxígeno y porcentaje de grasa corporal	57
Tabla 4.13: Correlación entre consumo máximo de oxígeno y actividad física	57

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 2.1: Prueba del escalón de Astrand-Rhyming (Autoría propia 2015)	20
Grafico 2.2: Aspectos de la condición física para lograr un rendimiento deportivo (Aznar & Webster, 2011)	24
Grafico 2.3: Aspectos de la condición física relacionada con la salud (Aznar & Webster, 2011)	26
Gráfico 4.1: Porcentaje según el género en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá	42
Gráfico 4.2: Índice de masa corporal en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá	43
Gráfico 4.3: Índice de masa corporal según el género en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá	44
Gráfico 4.4: Porcentaje de grasa corporal en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá	46
Gráfico 4.5: Porcentaje de grasa corporal según el género en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá	47
Gráfico 4.6: Consumo máximo de oxígeno (VO ₂ máx) en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá	49
Gráfico 4.7: Consumo máximo de oxígeno (VO ₂ máx) según el género en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá	51
Gráfico 4.8: Nivel de actividad física en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá	53
Gráfico 4.9: Nivel de actividad física según el género en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá	54

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Formato de consentimiento informado según el modelo de la Organización Mundial de la Salud. Fuente: (OMS, 2015)	69
Anexo 2: Formato del Cuestionario internacional de actividad física (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ). Fuente: (Añez, 2013)	75
Anexo 3: Criterios de clasificación del Cuestionario internacional de actividad física (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ). Fuente: (Añez, 2013)	84
Anexo 4: Nomograma de Astrand-Rhyming. Fuente: (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2010)	85
Anexo 5: Factor de corrección según la edad para el consumo máximo de oxígeno. Fuente: (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2010)	86
Anexo 6: Valores de referencia para el consumo máximo de oxígeno. Fuente: (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2010)	86

RESUMEN

Objetivos: El objetivo de este estudio fue establecer el consumo máximo de oxígeno (VO₂max) en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato en el Colegio Nacional Cumbayá.

Métodos: El estudio se basó en el análisis de la encuesta internacional de actividad física (IPAQ), se realizó la toma de datos antropométricos como peso y talla de cada participante además se obtuvo el porcentaje de grasa corporal mediante una balanza de impedancia; posteriormente se evaluó a los participantes con una prueba ergométrica que consistió en subir y bajar de un escalón durante un período de 5 minutos que valoró el consumo máximo de oxígeno.

Resultados: La muestra obtenida fue de 153. El grupo estuvo conformado por 92 mujeres y 61 hombres. Encontramos en infrapeso el 7,84%, normal el 83,7%, sobrepeso el 7,2% y obesidad el 1,3%. El porcentaje de grasa corporal fue alto en el 3,9%, saludable el 72,5%, debajo del límite normal 20,9% y obesidad el 2,6%.

El consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) fue en el 52,9% para niveles superiores, el 19,0% excelente, el 14,4% bueno, el 9,2% suficiente, el 2,0% bajo y el 2,6% muy bajo. Los niveles de actividad física fueron el 58,2% alto, 38,6% moderado y el 3,3% bajo (coeficiente de Pearson 0,12). Se observó una relación directamente proporcional entre el consumo máximo de oxígeno y el índice de masa corporal ($p < 0,01$).

Se observó una relación directamente proporcional entre el consumo máximo de oxígeno y el porcentaje de grasa corporal, igualmente se comprueba un nivel de confianza del 99% ($p < 0,01$).

Conclusiones: El género masculino, el mayor porcentaje de grasa corporal y la actividad física moderada se asociaron con un menor consumo de oxígeno. Por otra parte el porcentaje de grasa corporal se asoció fuertemente con el VO₂máx.

Palabras Claves: Consumo máximo de oxígeno, Vo₂máx, capacidad cardiorrespiratoria.

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study was to establish the maximum oxygen consumption (VO₂max) among adolescents who attend the three levels of education at the National College Cumbayá.

Methods: The study was based on analysis of the international survey of physical activity (IPAQ) was performed taking anthropometric data such as weight and height of each participant plus the percentage of body fat was obtained by a combination of impedance; Participants were subsequently evaluated with exercise testing consisting of up and down a step for a period of 5 minutes assessed maximum oxygen consumption.

Results: From a total of 357 students, the obtained sample was 153. The group consisted of 92 women and 61 men. Underweight are at 7.84%, average 83.7%, 7.2% overweight and 1.3% obese. The body fat percentage was higher at 3.9%, healthy 72.5% below the normal limit 20.9% and 2.6% obesity.

The maximum oxygen consumption (VO₂max) was 52.9% for higher levels, 19.0% excellent, 14.4% good, enough 9.2%, 2.0% lower and 2, 6% low. Levels of physical activity were 58.2% higher, 38.6% moderate and 3.3% under (Pearson coefficient 0.12). A directly proportional relationship between maximum oxygen consumption and body mass index ($p < 0.01$).

A directly proportional relationship between maximum oxygen consumption and body fat percentage was observed, also a confidence level of 99% ($p < 0.01$) is checked.

Conclusions: The male, the highest percentage of body fat and moderate physical activity was associated with reduced oxygen consumption. Moreover, the percentage of body fat was strongly associated with VO₂max.

Keywords: maximum oxygen uptake, VO₂máx, cardiorespiratory capacity.

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCIÓN

El volumen de consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) es un indicador de la capacidad cardiopulmonar en un individuo y su potencia aeróbica, éste se define como la cantidad máxima de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo. Este parámetro es variable puesto que existen factores que lo condicionan como son: la dotación genética, edad y la composición corporal que es proporcional a la masa muscular, esto quiere decir que a mayor masa muscular mayor $VO_{2m\acute{a}x}$, independiente de la edad, el volumen máximo de oxígeno siempre será mayor en los varones por la propia fisiología y composición corporal, el último factor influyente sobre la capacidad de resistencia aeróbica es el grado de entrenamiento físico que aumenta sustancialmente la capacidad, aunque esta es limitada por la carga genética (López & Fernández, 2006) (Billat, 2002).

Pueden ser valorados por métodos directos e indirectos, ambos métodos requieren de pruebas que activan grandes grupos musculares con una intensidad y duración suficiente para conseguir un consumo máximo por la vía aeróbica, el uso de cualquiera de estos métodos dependerá de los recursos con los que cuenta el investigador, la edad, comorbilidades, preparación física del paciente, etc. Los métodos directos miden de una manera más exacta el $VO_{2m\acute{a}x}$ por medio de ergoespirómetros, medición y análisis de la composición del aire exhalado e inhalado, pero estos procedimientos normalmente son costosos, requieren de mucho tiempo y no están al alcance de la mayoría de personas, por lo cual se utilizan métodos indirectos los cuales no tienen una estimación exacta del $VO_{2m\acute{a}x}$, pero han demostrado su utilidad para mejorar la salud en las personas que realizan actividad física (López & Fernández, 2006) (Ramirez, Zabala, Sanchez, Garcia, & Femia, 2008).

Sin duda alguna existen varios parámetros los cuales son muy valiosos para realizar una actividad física continua, dentro de lo mencionado se encuentran los factores del medioambiente tales como espacio físico en buen estado o de un plan general que contemple la buena nutrición de niños y adolescentes para poder desempeñar ejercicios de alto rendimiento, o de campañas que fortalezcan o impulsen a realizar ejercicio físico en la comunidad, para ello es importante mencionar que el Consejo Nacional de Planificación ha implementado el Plan Nacional para el Buen Vivir, donde se contempla el reforzamiento de medidas oportunas para motivar la actividad física (Mantilla, Gómez, & Hidalgo, 2011).

Se ha demostrado que en los niños y adolescentes la alta capacidad cardiorrespiratoria valorada mediante el VO₂máx se asocia con un perfil cardiovascular más saludable en la vida adulta y la futura prevención de enfermedades crónicas, además de predecir la morbimortalidad cardiovascular tanto en hombres como mujeres (López & Fernández, 2006) (Ramirez, Zabala, Sanchez, Garcia, & Femia, 2008).

En nuestro país como el resto del mundo se han realizado campañas para modificar los malos estilos de vida como son el consumo de tabaco y la falta de actividad física los que posteriormente son factores que predisponen al aumento en la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles y de la morbimortalidad en la vida adulta (Pedrozo, et al., 2008) (Planificacion, 2009). Por esta razón es importante fomentar la actividad física, la buena alimentación y eliminar el consumo de tabaco en nuestros adolescentes para un futuro mejor. En Ecuador gracias a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del año 2011 y 2013 sabemos que los adolescentes entre 10 a 19 años declararon haber probado el tabaco alguna vez en la vida, el 14.5% y de este valor el 19.8% son varones y el 9.1% son mujeres (Robles, Obando, Gonzáles, & Bueno, 2011), a diferencia con otros países como España el consumo de tabaco es mayor en las mujeres adolescentes (Planificacion, 2009). Acerca de la aceptación por parte de los adolescentes hacia sus compañeros consumidores de tabaco, el 59.8% respondió sin

duda alguna, que pediría a su compañero que apague el cigarrillo siendo el 4.6% en varones y 65.2% en mujeres lo cual demuestra que los varones son más permisivos con respecto al consumo de tabaco de además la prevalencia del inicio de consumo de tabaco en adolescentes es mayor a los 16 años siendo el 48.6% en mujeres y 49.4% en varones (Robles, Obando, Gonzáles, & Bueno, 2011). El tabaco de forma crónica está asociado a varias enfermedades como cáncer, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, vejez prematura, menopausia temprana, úlceras gástricas, además aumentan su riesgo de sufrir infarto de miocardio y muerte súbita (Censos, 2013) (Lanas & Serón, 2012) (López, et al., 2013).

Un estudio realizado entre fumadores y no fumadores crónicos, demostró que el consumo de oxígeno máximo era significativamente mayor en los no fumadores en relación a los fumadores y que entre fumadores pasivos y activos no hubo una diferencia reveladora. La baja capacidad cardiorrespiratoria (VO_{2max}) hace más proclives a las personas a padecer hipertensión arterial, diabetes, síndrome metabólico y cáncer (Publica, 2011) (Mayorga, Merino, & Rodríguez, 2013)

La inactividad física es un factor de riesgo que representa el 6% de las muertes a nivel mundial, además la Organización Mundial de la Salud estima que es la principal causa de cáncer de mama y colon en un 21-25%, diabetes el 27% y el 30% en cardiopatía isquémica (Organización Mundial de la Salud, 2015). En Ecuador el 34% de los adolescentes son inactivos, el 38.1% es irregularmente inactivo, las adolescentes mujeres son menos activas que los varones (Robles, Obando, Gonzáles, & Bueno, 2011), además una mala condición física es un factor de riesgo cardiovascular mucho más representativo que la dislipidemia, hipertensión u obesidad (Borba, et al., 2014) (Ortega, et al., 2005).

Se conoce además que el índice de masa corporal por encima de límites establecidos como normales influye directamente sobre la capacidad de resistencia aeróbica

(VO₂ máx) sin serlo de la frecuencia cardíaca en reposo donde se reportan valores similares, esto por una demanda mayor de las reservas de oxígenos exigidas por la cantidad de masa corporal del individuo (Norman, Drinkard, McDuffie, Ghorbani, Yanoff, & Yanovski, 2005) (Bastos , Gonzáles, Molineros, & Salguero, 2005) (Mayorga, Brenes, Rodríguez, & Merino, 2012). También se ha identificado la relación que se mantiene entre el porcentaje de grasa corporal sea medido a través de bioimpedancia o ya sea con la medición de pliegues cutáneos, y la condición física (Haddad & Uhlendorf, 2011) (Becerra , Reigal, Hernández , & Tamayo, 2013).

Las metas que se pueden obtener mediante la evaluación de la aptitud física mediante la capacidad de resistencia aeróbica e identificar factores de riesgo, motivar a los adolescentes y promover la cultura física como un hábito y como consecuencia mejorar su salud (Secchia, García, Romero, & Piñero, 2014).

1.2 JUSTIFICACIÓN

Los recursos de exámenes y valoraciones de la capacidad de resistencia aeróbica han tenido un mayor espacio en el ámbito deportivo más que en las poblaciones en general, por esta razón nace esta investigación con el fin de utilizar el volumen de oxígeno máximo de las poblaciones menos estudiadas como son los colegios, para una futura prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y así dejar una puerta abierta a futuras investigaciones con métodos directos. La presente investigación permitió determinar los factores que influyen sobre la capacidad de resistencia aeróbica en los adolescentes y los resultados obtenidos serán compartidos con la institución educativa, como un aporte a la comunidad que fortalezca los programas de educación física y salud pública.

1.3 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

- ¿Será que el género y el nivel de actividad física influyen sobre la capacidad de resistencia aeróbica en adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato del Colegio Nacional Cumbayá durante el período junio-julio del año 2015?
- ¿Serán que el índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal son factores que influyen sobre la capacidad de resistencia aeróbica en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato del Colegio Nacional Cumbayá durante el período junio-julio del año 2015?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL:

- Establecer el volumen de consumo máximo de oxígeno en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato en el Colegio Nacional Cumbayá en el período de junio-julio del año 2015.

1.4.2 ESPECÍFICOS:

- Determinar el índice de masa corporal en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato en el Colegio Nacional Cumbayá en el período de junio-julio del año 2015.
- Determinar el porcentaje de grasa corporal mediante una balanza de impedancia en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato en el Colegio Nacional Cumbayá en el período de junio-julio del año 2015.
- Determinar el nivel de actividad física en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato en el Colegio Nacional Cumbayá en el período de junio-julio del año 2015.
- Determinar cómo los factores mencionados influyen sobre el consumo máximo de oxígeno en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato en el Colegio Nacional Cumbayá en el período de junio-julio del año 2015.

1.5 HIPÓTESIS

- El género influye sobre la capacidad de resistencia aeróbica ($VO_2\text{máx}$) en los adolescentes.
- Niveles altos del porcentaje de grasa corporal influye negativamente sobre la capacidad de resistencia aeróbica ($VO_2\text{máx}$) en los adolescentes.
- La baja actividad física influye negativamente sobre la capacidad de resistencia aeróbica ($VO_2\text{máx}$) en los adolescentes.
- El índice de masa corporal de los adolescentes es inversamente proporcional a la capacidad de resistencia aeróbica ($VO_2\text{máx}$).

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 FISIOLÓGÍA DEL DESARROLLO

En la niñez y en la adolescencia existen diversos procesos que se han dado desde la fecundación como son crecimiento, desarrollo y maduración actuando de manera dinámica y aunque parezcan términos similares en realidad tienen definiciones y funciones muy distintas que llegan a su máxima expresión en diferentes edades (López & Fernández, 2006). El crecimiento se expresa como el aumento en número y tamaño de las células, es decir se produce hipertrofia e hiperplasia, en cambio, el desarrollo conlleva la diferenciación, perfeccionamiento de cada tejido en su función asignada y la maduración conlleva el límite del desarrollo (Márquez & Garatachea, 2009) (Manna, 2014).

Aunque todos estos procesos se desarrollan continuamente se los puede dividir en dos etapas: prenatal y postnatal (Márquez & Garatachea, 2009) las cuales nos permiten valorar estos parámetros mediante hitos y además nos da acceso a evaluar los posibles factores intrínsecos como herencia, género, hormonas y extrínsecos como nutrición, ejercicio, la posición geográfica, etc., que colaboran con el mismo (Cossio, Arruda, Nuñez, & Lancho, 2011) (Gómez, et al., 2013). La genética es uno de los principales factores que intervienen sobre el crecimiento y desarrollo, como es la estatura, que muestra similitudes familiares significativas, prediciendo la misma, sobre la base de la altura media de los padres (Rogol, Clark, & Roemmich, 2000).

El crecimiento en relación a la estatura es activo en la primera infancia; en la infancia media realiza un crecimiento constante y es rápida al aproximarse la pubertad 10 años en las niñas y 12 años en los niños alcanzando su pico a los 12 y 14 años respectivamente para luego ir lentamente hasta alcanzar la estatura adulta (Manna, 2014) (Rogol, Clark, & Roemmich, 2000) (Márquez & Garatachea, 2009). El patrón de crecimiento es similar para el peso corporal sumadas otras dimensiones, pero no

sucede lo mismo con la grasa subcutánea que es mayor en las niñas y la distribución que en los varones será mayor en el tronco y en la mujer la región gluteofemoral (Manna, 2014) (Rogol, Clark, & Roemmich, 2000) (Guzmán , 2010). El tejido adiposo aumenta paulatinamente desde la niñez hasta la adolescencia en ambos géneros y tiene un incremento a partir de los 8 años. El promedio de grasa es dos veces mayor en las niñas después de la adolescencia, aunque ya desde la niñez temprana poseen mayor cantidad de masa grasa (Guzmán , 2010).

La masa muscular aumenta desde el nacimiento hasta la adolescencia, donde el hito de desarrollo ocurre en la pubertad debido a la testosterona en los varones con su desarrollo máximo entre los 18 y 25 años, con respecto a las mujeres la masa muscular se desarrolla lentamente, presentando su máxima expresión a los 16 y 20 años de edad (Guzmán , 2010) (Manna, 2014). El desarrollo muscular es favorecido por la maduración del sistema nervioso, en general, el desarrollo del tejido nervioso es a los 2 años el 60%, a los 5 años el 90%, el desarrollo final se dará entre los 6 y 20 años de edad (Anon, 2014) (Guzmán , 2010) (Márquez & Garatachea, 2009).

El tejido óseo es un importante componente para la estatura puesto que representa el 97 a 98% de la misma. La formación del hueso está constituida por dos núcleos de osificación uno principal que se encuentra en la diáfisis, un secundario ubicado en la epífisis y entre ambas regiones es decir epífisis y diáfisis se encuentra el cartílago de crecimiento (Guzmán , 2010).

El ejercicio en los niños y adolescentes debe ser explotado de acuerdo al género y el nivel de maduración. La madurez temprana es beneficiosa para algunos deportes y más aún en el género masculino a diferencia del género femenino que es preferible una madurez tardía (Manna, 2014).

El ejercicio es un aliado al desarrollo tanto del niño y el adolescente, aunque un mal empleo del mismo puede ser perjudicial (Márquez & Garatachea, 2009) (Hills, King, & Armstrong, 2007). Se sabe que el ejercicio físico no tiene un efecto sobre la estatura

final, pero sí a través de las presiones provocadas por ejercicio estimula la osteoblastosis, captación de calcio e incremento de masa ósea (Manna, 2014) (Guzmán, 2010), además la actividad física contribuye también con la salud musculoesquelética, disminuye la ansiedad, presión arterial, colesterol y es un componente del desarrollo socio-mental del niño y adolescente (Hills, King, & Armstrong, 2007) (Center for Disease Control and Prevention, 2015).

2.2 FISIOLÓGÍA DEL EJERCICIO.

Se sabe que la práctica regular de ejercicio físico durante 20 minutos de 3 a 5 días a la semana reduce el riesgo de enfermedades crónicas en un futuro (Cordero, Masía, & Galve, 2014). Ahora debemos preguntarnos, ¿cómo nuestro cuerpo sabe que realizamos una actividad física y cómo responde al mismo?, los dos principales sistemas que actúan son el cardiovascular y pulmonar.

2.2.1 Sistema cardiovascular

Cuando realizamos actividad física, este sistema realiza varias funciones como: satisfacer necesidades de oxígeno al músculo, colabora con la termorregulación y retira productos de desecho metabólico (López & Fernández, 2006).

Durante el ejercicio el corazón realiza cambios para poder adaptarse a la nueva actividad, como es el gasto cardíaco que dependerá de la intensidad del trabajo y la capacidad cardíaca tanto en masa como en volumen. El gasto cardíaco aumenta la cantidad de oxígeno en los tejidos periféricos cuando tres mecanismos reguladores que no son exclusivos de la actividad física se activan, estos son de tipo nervioso, humorales e hidrodinámicos (Serra, 2008).

- El mecanismo nervioso se encarga de una respuesta rápida mediante un proceso de impulsos nerviosos que nacen de receptores periféricos como los barorreceptores, mecanorreceptores y metaborreceptores ubicados en articulaciones, músculos y sistema vascular, estos impulsos se CORRELACIONAN

con las actividades centrales constituidas por las áreas motoras que envían señales hacia el hipotálamo y luego al bulbo en la porción ventrolateral, el cual mediante vías simpáticas y parasimpáticas actuarán sobre el corazón y los vasos sanguíneos para realizar la adaptación fisiológica.

- El mecanismo humoral está en relación de la respuesta del músculo al ejercicio tanto en los cambios metabólicos como es la PCO₂, PO₂, pH y hormonales ya que tras la activación de la vía simpática habrá secreción de catecolaminas y otras hormonas como péptido natriurético, ADH y activación sistema renina angiotensina.
- El mecanismo hidrodinámico: su objetivo está centrado en el retorno venoso, el cual se da mediante 3 motivos, primero es un efecto de bomba por la relajación y contracción de los músculos de las extremidades inferiores que empujan la sangre hacia el corazón. En segundo lugar interviene la inervación simpática que causa vasoconstricción sumado la acción de sustancias mediadoras como las catecolaminas, reducen la capacidad del sistema venoso produciendo movilidad de la sangre al corazón y finalmente la bomba de aspiración torácica que aumenta presión negativa mediante los movimientos respiratorios y de esta manera produce succión a través de la vena cava inferior aumentando el retorno venoso.

El gasto cardíaco aumenta gracias a los mecanismos ya mencionados anteriormente, pero debemos saber que este no es proporcional a la actividad física, puesto que solo tiene una relación lineal hasta el 70% del ejercicio máximo viéndose limitado principalmente en el volumen sistólico, por lo tanto el gasto cardíaco se estabiliza en un punto de la actividad física. El gasto cardíaco está conformado por el volumen sistólico y la frecuencia cardíaca, en el caso de este último factor mencionado su relación con la intensidad del ejercicio es línea de inicio a fin, a diferencia del volumen

sistólico el cual se estabiliza con una intensidad correspondiente al 50-60% del VO_2 máx (López & Fernández, 2006).

2.2.2 Sistema respiratorio

Nuestro sistema pulmonar cumple tres funciones de las cuales 2 son las más relevantes durante el ejercicio: la primera consiste en el intercambio de O_2 y CO_2 con el medio externo, en segundo lugar regula el pH de la sangre y en tercer lugar se encuentra la fonación (López & Fernández, 2006).

El intercambio gaseoso se realiza a nivel alveolar gracias al juego de presiones que existe entre el O_2 concentrado gracias a la ventilación pulmonar y la presión de CO_2 que se encuentra a nivel sanguíneo. La presión alveolar de O_2 es de 105 mmHg permitiendo la movilización del O_2 hacia la sangre, en cambio la presión de CO_2 a nivel alveolar se mantiene bajo con 40 mmHg proporcionando un gradiente negativo el cual permite extraer el CO_2 desde los tejidos. Los dos factores que influyen sobre este intercambio son la frecuencia respiratoria y su profundidad. El siguiente mecanismo mencionado es la regulación del pH, en el cual el CO_2 se mezcla en los fluidos corporales para formar H_2CO_3 del cual se obtiene hidrógeno y bicarbonato (López & Fernández, 2006) (Serra, 2008).

Para un intercambio gaseoso exitoso se requiere del trabajo en conjunto entre la ventilación pulmonar y la perfusión del mismo, según la actividad realizada la ventilación alveolar en reposo es de 4.2 litros minuto en relación a los 5 litros de sangre que irriga por minuto, así su cociente de ventilación perfusión (VE/Q) es de 0.8 el mismo no es igual en toda la extensión del pulmón. En cambio cuando la actividad aumenta la ventilación también aumenta, a lo cual el valor de VE/Q estará cerca de la unidad, siendo más uniforme por una mejor perfusión y ventilación a nivel de las bases y los vértices del pulmón (López & Fernández, 2006).

La ventilación pulmonar tanto en reposo como en actividad física va a depender de la frecuencia respiratoria y del volumen corriente y se puede calcular por la siguiente fórmula:

$$VE \text{ (litros / minuto)} = FR * VC$$

La frecuencia respiratoria en reposo es de 12 respiraciones por minuto y el volumen corriente es de 0.5 (0.4 a 0.7) litros por respiración, durante el ejercicio la frecuencia respiratoria aumenta hasta 20 veces más que en reposo y el volumen corriente no suele exceder el 55 a 65 % de la capacidad vital. Al igual que con el sistema cardiovascular, el sistema ventilatorio inicia un aumento de su frecuencia respiratoria antes de iniciar el ejercicio, ya iniciado el mismo la frecuencia respiratoria se eleva de manera rápida con el ejercicio para posteriormente ir aumentando lentamente hasta irse estabilizando si es que el ejercicio no es excesivo y finalmente cuando termina el ejercicio la frecuencia respiratoria no disminuye bruscamente sino que disminuye paulatinamente (Barbany, 2002) (López & Fernández, 2006).

2.3 CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO

Al realizar actividad física se producen diversos cambios los cuales representan un estrés fisiológico en nuestro organismo, un parámetro importante es la cantidad de oxígeno que se consume por unidad de tiempo llamado volumen de oxígeno (López & Fernández, 2006). El VO₂ es la dosis justa para responder ante la demanda energética, el mismo está influido de manera lineal con la intensidad de la actividad física y la frecuencia cardíaca, esta relación se mantiene durante el trabajo submáximo llegando al su máximo consumo de oxígeno formando una meseta (Pancorbo, 2008).

El VO₂ está determinado por componentes de transporte y absorción de oxígeno mediante la ecuación de Fick:

$$VO_2 = Q \times D(a-v) O_2$$

En esta ecuación Q representa el gasto cardíaco y D (a-v) O₂ es la diferencia arteriovenosa de oxígeno el cual depende de diversos factores ambientales, mitocondriales, vasculares y de distribución (Gallo , Saldarriaga, Clavijo, Arango, Rodríguez, & Osorio, 2010). El valor de VO₂máx en mujeres es de 33 a 45 ml/kg/min y en hombres de 42 a 52 ml/kg/min (Pancorbo, 2008) aunque en otras bibliografías se refiere valores de VO₂máx en hombres de 35-45 ml/kg/min y en mujeres de 30-40 ml/kg/min (López & Fernández, 2006).

El volumen de oxígeno responde a cualquier actividad física que está por encima de una situación en reposo, provocando el consumo de oxígeno para cubrir los requerimientos metabólicos, como ya se mencionó anteriormente el VO₂ realiza un aumento a la par con la intensidad, este parámetro puede ser estudiado de dos maneras: una que se realiza mediante un ejercicio incremental porque aumenta progresivamente el trabajo hasta llegar al máximo y otro de carga constante durante un tiempo determinado (López & Fernández, 2006).

El volumen de oxígeno máximo VO₂máx es el máximo de oxígeno que es captado por nuestro organismo y utilizado por el mismo durante una actividad de esfuerzo intenso, este parámetro indica la aptitud cardiorrespiratoria de un individuo, en el ámbito de élite deportiva es utilizado para valorar el rendimiento y el entrenamiento (Bassett & Howley, 2000). El volumen de oxígeno máximo también puede considerarse como la capacidad máxima integrada entre el sistema cardiovascular, pulmonar y muscular para el transporte y utilización de oxígeno (Teixeira, Smirmaul, & Bertucci, 2014).

El volumen máximo de oxígeno puede ser expresado en cantidades absolutas como mililitros-minuto (ml.min) o relativas al peso corporal del estudiado en mililitros-kilogramo-minuto (ml.kg.min), el volumen máximo de oxígeno relativo es considerado como un indicador biológico importante en la salud y la condición física (Pancorbo, 2008) (López & Fernández, 2006).

Las variaciones fisiológicas en el consumo máximo de oxígeno en niños no presentan valores fisiológicos diferentes, pero va aumentando progresivamente con la edad, estableciendo cambios valorables entre un 10 y 20% más alto en hombres que en mujeres por los diferentes cambios fisiológicos de cada género. El pico de desarrollo del consumo máximo de oxígeno se presenta entre los 18 y 20 años de edad, para desde este punto declinar paulatinamente (Serra, 2008).

El consumo máximo de oxígeno tiene factores limitantes clasificados como centrales donde consta la función cardíaca, sistema respiratorio, la capacidad de transporte de oxígeno y los periféricos como masa mitocondrial y densidad capilar (López & Fernández, 2006). Estos factores pueden representar un inconveniente sobre el transporte del oxígeno desde la atmosfera hasta la mitocondria (Bassett & Howley, 2000).

Así como existen factores limitantes en el consumo máximo de oxígeno, también presenta elementos que causan variabilidad del mismo de sujeto a sujeto como es la dotación genética que representa hasta un 70% del VO_2 máx, la edad que como se explicó anteriormente aumenta progresivamente hasta llegar a su máximo desarrollo a los 18 a 20 años de edad para luego decaer paulatinamente, composición corporal a mayor masa muscular mayor será el VO_2 máx, otro factor que ya se mencionó con anterioridad es el género y por último el acondicionamiento físico el cual aporta hasta un 20% aumentando el volumen máximo de oxígeno (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2010) (Pancorbo, 2008).

2.4 PRUEBAS FUNCIONALES DE VALORACIÓN AERÓBICA

Los test utilizados para la cuantificación de VO_{2max} utilizan ejercicios que activan grandes grupos musculares con una intensidad y duración suficientes para conseguir una transferencia máxima de energía aeróbica, realizando diferentes protocolos estandarizados y distintos sistemas ergométricos (López & Fernández, 2006). Así, tenemos test:

DIRECTOS: Miden el VO_2 y otras variables fisiológicas a través de analizadores de gases respiratorios, llevados frecuentemente en laboratorios.

INDIRECTOS: Aquellos diseñados para estimar el VO_{2max} sin necesidad de analizadores de gases. Utilizando ecuaciones basadas en variables como la edad, el género, la altura y el peso o la distancia recorrida en el test que se ejecute. Se realizan tanto en laboratorios como en el terreno (Johnson, 2013).

Los requerimientos metodológicos generales son (López & Fernández, 2006):

- Definir las capacidades funcionales que se pretende medir.
- Conocer los niveles de validez de fiabilidad, precisión y exactitud de la prueba.
- Elaborar y describir protocolos precisos de ejecución de la prueba.
- Reducir al mínimo las variables ambientales controlables
- Elaborar un sistema válido de valoración de los resultados

2.4.1 PRUEBAS DIRECTAS

Dentro de las técnicas más utilizadas para medir el consumo de oxígeno durante el ejercicio es la espirometría de circuito abierto. El cálculo del consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono se valora tomando la diferencia de porcentajes de oxígeno y dióxido de carbono del aire ambiental y el espirado por el sujeto (López & Fernández, 2006).

La exactitud y validez del equipo analizador de gases respiratorios depende de su calibración frecuente y adecuada, ya que utiliza una mezcla de gases que sirven como valores de referencia. Por ahora los equipos se han ido perfeccionando y acoplado a las necesidades tanto del investigador como del deportista, actualmente son equipos más pequeños y ligeros para que el sujeto lo lleve en su espalda y realizar la medición de dichos gases en el lugar específico donde realiza su ejercicio cotidiano (López & Fernández, 2006) (Johnson, 2013).

La ventaja de realizar test de valoración aeróbica en laboratorio es utilizar sistemas de medidas más precisas, condiciones controladas y reproducibles obteniendo resultados más fiables. Por otra parte los test de valoración aeróbica aplicados en el campo suelen ser más específicos ya que se realiza en el medio que habitualmente se ejecuta el ejercicio (López & Fernández, 2006).

REQUISITOS BÁSICOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN TEST ERGONOMÉTRICO (López & Fernández, 2006).

- Valoración médica previa
- Calentamiento mínimo de 10 minutos
- Incremento de la intensidad del ejercicio gradualmente
- Monitorización del registro electrocardiográfico
- Mantener el lugar del test tranquilo
- Las condiciones de temperatura y humedad deben ser controladas

Entre los estudios directos tenemos:

2.4.1.1 Espirometría de circuito abierto: La espirometría mide los flujos y volúmenes respiratorios útiles para el diagnóstico y seguimiento de patologías respiratorias. Al ser de circuito abierto el individuo solo exhala hacia el espirómetro durante la espiración forzada (López & Fernández, 2006) (Mora, 2009).

Criterios de aceptación:

1. Inicio satisfactorio (BEV < 5%)
2. Esfuerzo uniforme
3. Duración mínima de 6 segundos
4. Sin obstrucción de la boquilla
5. Sin tos, ni cierre de la glotis
6. Sin fugas
7. Sin corte ni terminación precoz

2.4.1.2 Los ergómetros: para la valoración funcional aeróbica se utilizan diferentes ergómetros, como el escalón, ergómetro de manivela, remoergómetro, piscina ergométrica, tapiz rodante o cicloergómetro (NORMATIVA SEPAR, 2001) (Mora, 2009).

Los ergómetros más utilizados son el tapiz rodante y el cicloergómetro.

En la población infantil se debe considerar algunos aspectos antes de elegir el ergómetro adecuado para su valoración funcional, ya que su sistema neuromuscular es todavía inmaduro lo que cambia su eficiencia muscular a diferencia de un adulto (López & Fernández, 2006) (Mora, 2009).

2.4.1.2.1 Tapiz rodante: el trabajo se realiza al caminar o correr sobre una banda móvil con velocidad y pendiente graduable. Al realizar este ejercicio se alcanzan elevados valores de VO₂. La ventaja de utilizar el tapiz rodante es que se puede reproducir a todos los grupos de población. Su desventaja es el gran espacio y el material necesario para realizarlo (López & Fernández, 2006) (NORMATIVA SEPAR, 2001).

2.4.1.2.2 Cicloergómetro: se realiza en una bicicleta estática donde la resistencia se desarrolla por fricción mecánica. Sus ventajas es que es de fácil control, el espacio necesario es reducido (López & Fernández, 2006).

2.4.2 PRUEBAS INDIRECTAS:

Se estima el VO₂ realizando a partir de ecuaciones o nomogramas teniendo en cuenta el tiempo de esfuerzo soportado y otras variables analizadas. Todas las estimaciones tienen errores, que se denominan “error estándar de la estimación”, expresado en unidades de la variable o en forma de porcentaje (López & Fernández, 2006).

2.4.2.1 PROTOCOLO DE ESTIMACIÓN DEL VO₂MÁX CON ESCALÓN:

Es un test de fácil realización y pueden ser ejecutados a la vez por varias personas, no precisan de un presupuesto alto (Mora, 2009).

Existen varios test que utilizan el escalón como instrumento para realizar un protocolo de ejercicio constante submáximo; prueba con escalón de Harvard, prueba con escalón de tres minutos, prueba con escalón de Osu, prueba con escalón de la Eastern Michigan University, etc. Y test donde se ejecuta un protocolo incremental en escalón. En todos los test es indispensable tomar la frecuencia cardíaca al finalizar el test (López & Fernández, 2006). La validez de este tipo de pruebas depende en un alto grado de la precisión con la que se mida la frecuencia al finalizar el test.

2.4.2.1.1 TEST DEL ESCALÓN DE ASTRAND-RYHMING

El test consiste en subir y bajar de un escalón de 33cm para mujeres y 40cm para hombres con un ritmo marcado por el metrónomo a 22, 5 ciclos por minuto durante cinco minutos.

Al finalizar el test se mide la frecuencia cardíaca final. El VO₂máx estimado deberá corregirse si el sujeto tiene menos o más de 25 años. La correlación entre el VO₂ máx

real y el VO₂máx estimado es 0,74. El error medio estimado es de +/- 10 para sujetos bien entrenados y +/- 15 % para sujetos no entrenados (López & Fernández, 2006) (Mora, 2009).

El nomograma de Astrand-Rhyming (ANEXO 4) se grafica conectando los puntos que representan la frecuencia cardíaca con los que representan el peso del sujeto correspondiente al género y se traza una línea que corta la escala del VO₂máx (Pancorbo, 2008) (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2010).

El valor de VO₂máx se ajusta a la edad, y se multiplica por el factor de corrección apropiado.



Grafico 2.1: Prueba del escalón de Astrand-Rhyming (Autoría propia 2015).

2.4.2.1.2 TEST DEL ESCALÓN DE TRES MINUTOS

Consiste en subir y bajar un escalón de 40cm de altura según el género a 24 ciclos por minuto para hombres y 22 ciclos por minuto para mujeres durante tres minutos.

La frecuencia cardíaca posterior al ejercicio se obtiene contando los latidos entre el segundo 5 y 20 inmediatamente después del ejercicio. El error estándar de la estimación es de +/- 16% VO₂máx (Mora, 2009) (López & Fernández, 2006).

2.4.2.2 PROTOCOLO DE ESTIMACIÓN DEL VO₂MÁX REALIZADOS SOBRE EL TERRENO

Se realizan en el mismo lugar donde se hace ejercicio, son test de fácil aplicación, y se puede aplicar a un grupo amplio de sujetos.

2.4.2.2.1 TEST DE COOPER

Esta prueba tiene como objetivo recorrer la mayor distancia posible en 12 minutos. Se debe realizar corriendo en una pista llana dividida en tramos fáciles de contabilizar la distancia exacta recorrida en 12 minutos (López & Fernández, 2006).

Se estima la potencia aeróbica a partir de una ecuación:

$$\text{VO}_2\text{máx} = 0.0268 \times \text{distancia recorrida (metros)} - 11.3$$

Se recomienda el test recomendado para personas sanas y que son moderadamente activas. Si se pretende realizar el test en personas sedentarias deberán realizar un programa de ejercicio durante cuatro a ocho semanas antes de realizar el test (Mora, 2009) (James, Garth, & Pat, 2005).

2.5 ACTIVIDAD FÍSICA, CONDICIÓN FÍSICA Y EJERCICIO FÍSICO

La actividad física representa cualquier movimiento corporal producido por un grupo muscular dando como resultado cierto gasto de energía en la vida cotidiana del ser humano incluyendo el trabajo, la recreación, el ejercicio y las actividades deportivas. La actividad física no necesariamente debe poseer las cualidades del ejercicio físico, pero en algunas ocasiones puede tenerlas haciendo imposible diferenciarlas por una persona externa. La actividad física puede tener distintas finalidades (Escalante, 2011):

- Utilitaria: actividades domésticas y laborales.
- De tiempo libre: actividades de carácter lúdico y recreativo.
- Educación física: actividades de carácter educativo

Se aprecia que, si la actividad física es más intensa, la persona puede gastar calorías a una velocidad más elevada pudiendo reducir la cantidad de tiempo necesaria para quemar una cantidad establecida de calorías. Los factores de los cuales depende la actividad física son modificables con el fin de variar la exposición o “dosis” de la actividad física, los factores que se engloban en el principio FITT son (Casimiro, Delgado, & Águila, 2014):

- **Frecuencia:** nivel de repetición o cantidad de veces que la persona realiza actividades físicas, generalmente se expresa en número de veces a la semana. Según las guías 2007 del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) se recomienda de tres a cinco veces por semana.
- **Intensidad:** nivel de esfuerzo que implica la actividad física, valorada como leve, moderada o vigorosa, más difícil de medir. Según las guías 2007 del ACSM debe ser entre moderada (3-6 METs) y vigorosa (mayor que 6 METs).
- **Tiempo:** duración de la actividad física. Según las guías 2007 del ACSM debe ser 30 minutos de intensidad moderada en una sola sesión, o en períodos de al menos 10 minutos

- Tipo: modalidad específica del ejercicio o actividad que realiza la persona.

Existen muchos tipos de actividad física que sirven de manera distinta para desarrollar diversos aspectos de la condición física, dentro de los más destacados tenemos (Casimiro, Delgado, & Águila , 2014) (Johnson, 2013):

1. Las actividades relacionadas con el trabajo cardiovascular o aeróbico
2. Las actividades relacionadas con la fuerza y/o resistencia muscular.
3. Las actividades relacionadas con la flexibilidad.
4. Las actividades relacionadas con la coordinación.

Actividades cardiovasculares: denominadas comúnmente como actividades cardiorrespiratorias o aeróbicas, ya que, requiere que el cuerpo transporte oxígeno utilizando el corazón y los pulmones. La resistencia cardiovascular es la capacidad del cuerpo para llevar a cabo tareas que requieren el trabajo de grandes grupos musculares, generalmente períodos de tiempo relativamente prolongados.

Actividades de fuerza y resistencia muscular: la fuerza muscular es la capacidad del músculo para generar tensión y superar una fuerza contraria. La resistencia muscular es la capacidad del músculo para mantener si tensión o sus contracciones durante un tiempo prolongado. Estas actividades fortalecen el sistema osteomuscular.

Actividades de flexibilidad: la flexibilidad es la capacidad de las articulaciones para moverse en todo su rango de movimiento. Como carácter específico está en función del tipo de articulación o articulaciones implicadas y de la elasticidad de los músculos y del tejido conectivo (tendones y ligamentos) que lo rodean.

Actividades de coordinación: la coordinación motriz es la capacidad para utilizar el cerebro y el sistema nervioso junto con el sistema locomotor a fin de llevar a cabo movimientos suaves y precisos (Casimiro, Delgado, & Águila , 2014).



Grafico2.2: Aspectos de la condición física para lograr un rendimiento deportivo (Aznar & Webster, 2011)

El ejercicio físico comprende actividades físicas planificadas y estructuradas de manera repetitiva con el objeto de mantener o mejorar uno o más componentes de la condición física.

La condición física o forma física se define como un estado dinámico de energía y vitalidad que permite a las personas llevar a cabo las tareas diarias habituales, afrontar las emergencias imprevistas sin fatiga excesiva a la vez ayuda a desarrollar el máximo de la capacidad intelectual experimentando la alegría de vivir (Aznar & Webster, 2011).

2.6 ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD

En el NCEP ATP III el sedentarismo se identifica como factor de riesgo modificable, que se relaciona con otros factores debido a que contribuye a la obesidad y por ende empeora los otros componentes del síndrome cardiometabólico. De manera contraria, el ejercicio regular y sistemático disminuye la resistencia a la insulina, baja las cifras de presión, eleva la lipoproteína de alta densidad (HDL), ayuda a mantener el peso ideal y disminuye el riesgo cardiovascular. Además previene la enfermedad diverticular, cáncer de colon, cáncer de seno, osteoporosis, y reduce la depresión y la ansiedad lo que permite mejorar la autoestima, el sueño y el humor (Cintora, 2002).

Si bien es cierto la condición física no es la misma en personas cuyo fin es mantener un buen estilo de vida como la de una persona aficionada a competir en pruebas a fondo o de alto rendimiento, por lo que, se considera dividir la condición física en dos tipos: la relacionada con la salud y la relacionada con el rendimiento deportivo (Casimiro, Delgado, & Águila, 2014).

La relacionada con la salud se refiere a aquella cuyos componentes de la condición física se asocian con algún aspecto de la buena salud y/o la enfermedad, como una buena condición física aeróbica y una baja cantidad de grasa corporal que son importantes en relación a la salud. La persona puede o no tener un elevado nivel de condición física en relación a su rendimiento deportivo, pero estos aspectos le proveen cierto grado de protección frente a las enfermedades (Heyward, 2008).

La condición física para lograr un rendimiento deportivo es una parte de la condición física dirigida a optimizar el rendimiento en un determinado deporte, las adaptaciones corporales que son el resultado de un entrenamiento para un deporte específico le generan beneficios significativos para la salud (Aznar & Webster, 2011).

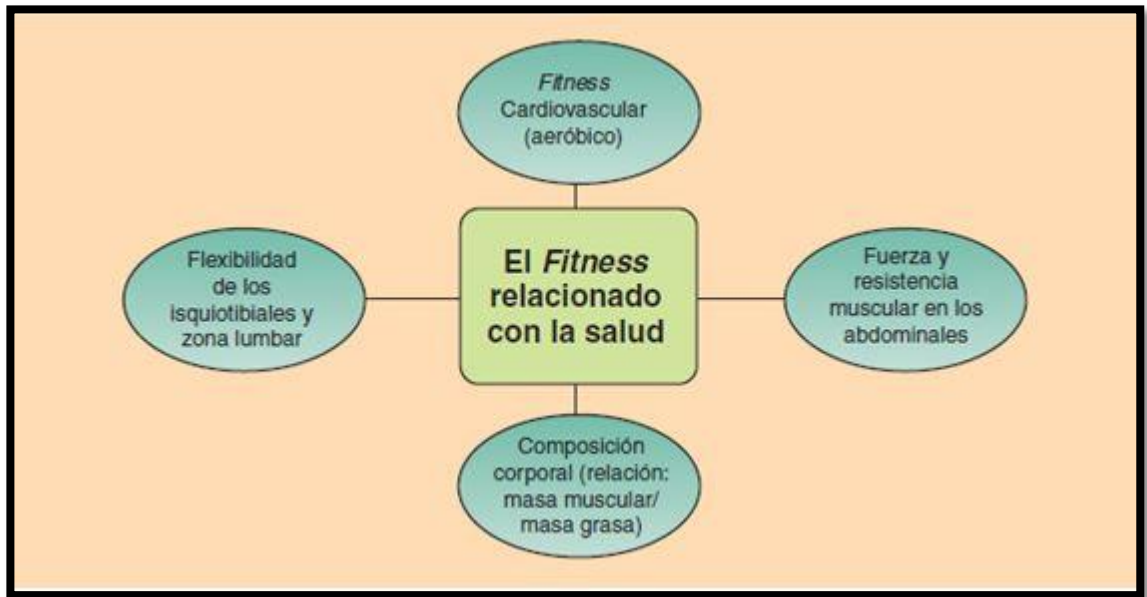


Grafico 2.3: Aspectos de la condición física relacionada con la salud (Aznar & Webster, 2011)

Muchos niños y adolescentes llevan un estilo de vida sedentarios en países sedentarios. El número de adultos mayores obesos han incrementado. Existen estudios recientes que demuestran la relación transversal y longitudinal entre la actividad física y el sedentarismo con la calidad de vida relacionada con la salud en adolescentes, demostrando que mientras más horas invertidas en actividades que incluyan pantalla como televisión o computador menor tiempo invierten en actividades físicas al aire libre y mantienen a largo plazo menor calidad de vida. Sin embargo en algunas regiones no es aplicable por las características climáticas que obligan a los adolescentes a realizar actividades en zonas cubiertas. Como conclusión se determinó que aquellos adolescentes que participaron en actividades al aire libre durante un período de 5 años tuvieron mayor calidad de vida relacionada con la salud que sus pares menos activos (Gopinath, Hardy, Baur, Burlutsky, & Michell, 2012).

La relación positiva entre un estilo de vida físicamente activo y la calidad de vida relacionada con la salud resultó principalmente por un mejor funcionamiento de la condición física y sus dimensiones sociales, ya que los adolescentes tuvieron la necesidad de relacionarse con otros individuos para realizar actividades físicas al aire libre; por otra parte los adolescentes que se ejercitaban menos eran más propensos a sentimientos de soledad y timidez determinado por valores bajos en el dominio social en la encuesta *Pediatric Quality of Life (PedsQL)* (Gopinath, Hardy, Baur, Burlutsky, & Michell, 2012). Estudios confirman que el tiempo invertido en actividades que incluyen pantalla por adolescentes de relaciona con una reducción de bienestar psicológico, menos autoestima, menor satisfacción con la vida y rendimiento cognitivo bajo (Gopinath, Hardy, Baur, Burlutsky, & Michell, 2012).

La actividad física con gasto energético de intensidad moderada a vigorosa se asocia con beneficios para la salud asociados en la infancia y en la edad adulta, incluyendo reducción en la presión arterial y la adiposidad, además de que los adolescentes físicamente activos son menos propensos a reportar limitaciones en las actividades básicas de la vida diaria (Asociación Española de Pediatría, 2010) (Thijssen, Maiorana, Driscoll, Cable, & Hopman, 2010) (Rejeski, Bertoni, Bray, Evans, Gregg, & Zhang, 2012).

La actividad física tiene un enorme impacto sobre la salud individual y colectiva. La reducción del riesgo para enfermedad cardiovascular puede ser de hasta un 50 % para hombres y mujeres de mediana edad. Los beneficios de la actividad física son dosis-dependiente con una mayor diferencia del bienestar cardiovascular comparando un sujeto sedentario y el activo físicamente que realiza ejercicio de forma moderada y una menor diferencia del bienestar entre la práctica moderada y la vigorosa (Carrick, et al., 2014).

2.7 MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA

La medición de la actividad física y el sedentarismo es un proceso difícil, debido a las diversas actividades que realizan las personas diariamente a diferentes intensidades y duraciones, lo que produce en ocasiones, imprecisión en los resultados con las medidas que se utilizan para evaluar estos parámetros; principalmente, los cuestionarios que a pesar de ser fáciles de administrar, tienen el inconveniente que dependen de la memoria y de la interpretación individual de la actividad física, de la persona entrevistada (Johnson, 2013) (Heyward, 2008).

Existen dos maneras de medir la actividad física: Las medidas subjetivas como son los cuestionarios, entrevistas y encuestas; y las medidas objetivas en las cuales se evalúan parámetros fisiológicos (Roldan, Rendon, & Escobar, 2013).

2.7.1 MEDICIONES OBJETIVAS

La investigación directa de los niveles de actividad física por una persona calificada, es una de las primeras medidas utilizadas para evaluar la actividad física y proporciona información válida y fiable (Friedewald, 1985). Sin embargo, demanda de la inversión de mucho tiempo y sólo proporciona la medida de la actividad física para el período de tiempo en específico que se observa y se registra, además que no se puede generalizar para toda la población pues puede producir resultados sesgados. Otras, son mucho más precisas pero se tienen que implementar en forma individual y la mayoría requieren tecnología que puede ser costosa y poco práctica para hacer medidas de grupos poblacionales muy grandes. Entre estas están los podómetros, los acelerómetros, monitores de frecuencia cardíaca y la calorimetría directa e indirecta. Su principal ventaja es que no presentan problemas de traducción a otros idiomas desde el original, además evitan problemas de interpretación y de deseabilidad social y de procesos cognitivos o perceptivos del sujeto (Jans, 2006).

A continuación se exponen los diferentes tipos de mediciones objetivas.

2.7.1.1 La técnica de agua doblemente marcada: consiste en suministrar agua doblemente marcada ($2\text{H}_2^{18}\text{O}$) usando trazadores isótopos estables. Se determina al cabo de un tiempo la eliminación diferencial de los isótopos deuterio (2H) y ^{18}O del agua corporal del organismo. La eliminación del hidrógeno, se da mediante la evaporación a través de pulmones, piel, y otras vías de excreción y secreción, se diluye además en la medida que se incorpora agua proveniente de bebidas y alimentos y mediante la producción endógena de agua proveniente de la oxidación de los nutrientes. El oxígeno a su vez, se elimina de la misma manera que el deuterio, formando parte del agua pero además, es eliminado a través de la producción de dióxido de carbono, ya que el CO_2 en los fluidos corporales se encuentra en un equilibrio isotópico con el agua corporal. La tasa de eliminación de este isótopo es por lo tanto más rápida que la del deuterio. La diferencia entre estas tasas de eliminación permite calcular la cantidad de dióxido de carbono producido y de esta manera conocer el gasto energético aplicando las ecuaciones estándares de calorimetría indirecta (Schoeller, 1999).

2.7.1.2 Calorimetría directa: Radica en el uso de una cámara herméticamente sellada por cuyas paredes atraviesa una tubería con agua. Cuando la persona ejecuta un ejercicio en el interior, genera calor que se traslada al aire y a las paredes de la cámara y por convección aumenta la temperatura del agua. Este procedimiento se considera como una referencia para validar prácticas menos precisas por ser el más confiable, así mismo su desventaja radica en ser un proceso individual y en una baja población por sus altos costos (Wilmore & Costill, 2007).

2.7.1.3 Calorimetría indirecta: No mide el calor producido directamente, sino a partir de la medición del intercambio gaseoso entre el oxígeno y el CO_2 . Está directamente relacionado con la capacidad máxima funcional cardio-respiratoria y

metabólica. El consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) puede ser medido de forma bastante exacta en un laboratorio de fisiología del ejercicio, este procedimiento de medida es caro, lleva mucho tiempo y no está disponible para la mayoría de las personas (Wilmore & Costill, 2007).

2.7.1.4 Los podómetros: son dispositivos fáciles de usar, con sensores que registran el movimiento en una sola dirección y que miden el número de pasos del individuo por medio mediante un cálculo indirecto, pues el mecanismo detecta un movimiento y mediante un algoritmo matemático se traduce ese movimiento a un número. Su costo es relativamente barato. La mayoría de los modelos de podómetros, tienen una alta confiabilidad y precisión en aquellos individuos con velocidades de marcha típicas de alrededor de 3 millas por hora (mph) (Reiser & Schlenk, 2009). Pierden precisión en niños o en las personas con andares lentos, como en adultos mayores y con obesidad mórbida.

2.7.1.5 Los acelerómetros: son dispositivos que miden el movimiento en hasta tres dimensiones, miden la aceleración del cuerpo y lo convierten en una señal digital cuantificable. Estas permiten medir la intensidad, la duración y la frecuencia del movimiento registrado. Los acelerómetros son un método más preciso de medición de la actividad física que los podómetros, debido a que son sensibles a las actividades como caminar lento, pero también son mucho más caros.

2.7.1.6 Monitores de ritmo cardíaco: La frecuencia cardíaca suministra información indirecta acerca de la actividad física, el gasto de energía y la carga en el sistema cardiorrespiratorio por las demandas físicas. Existe una relación lineal directa entre la frecuencia cardíaca y la energía gastada, se limita la precisión durante bajos niveles de actividad física, debido a que el pulso es relativamente estable por el poco estímulo cardíaco. La frecuencia cardíaca también puede verse afectada por medicamentos, patología, o los niveles de estrés.

2.8 MEDICIONES SUBJETIVAS

Generalmente se realizan por métodos de auto-informe, mediante la realización de cuestionarios, entrevistas o encuestas. Son más prácticos que las evaluaciones objetivas, pero su validez en la medición individual tiene algunas limitaciones.

Son menos costosos y mucho más fáciles de administrar que las mediciones de laboratorio de la actividad física, pero tienen el inconveniente que muchas personas no cumplen con las anotaciones diarias, ya que depende de la voluntad de estas, para registrar diariamente y con precisión.

Cuando se analizan las medidas subjetivas tales como diarios y cuestionarios para su uso en la investigación, a menudo se utiliza el concepto de la unidad metabólica (MET) como metodología para calificar objetivamente el gasto energético y calórico de la actividad física semanal.

La puntuación proporciona la cuantificación de las actividades reportadas, lo que permite la comparación y análisis. El uso de cuestionarios de recuerdo presenta una posible amenaza en la precisión en la evaluación de la actividad física, debido que debe recordar la actividad física realizada en las últimas 24 horas, la semana pasada, o tal vez por períodos más largos de hasta 1 año. Los cuestionarios no sólo están limitados por posibles errores de información, sino también no tienen en cuenta las variaciones individuales en el peso, la intensidad de la actividad física, factores metabólicos, que afectan a toda la energía gastada.

Los cuestionarios se utilizan comúnmente en estudios de investigación para examinar los patrones de actividad física en grupos grandes. Pueden ser auto administrados o realizados por entrevistador capacitado para así mejorar la precisión.

Generalmente, el cuestionario es largo, así que las limitaciones de tiempo deben tenerse en cuenta al adaptarlas e integrarlas en la práctica. Existen numerosos cuestionarios de actividad física en la literatura. Los cuestionarios también pueden dirigirse a grupos específicos como por ejemplo: ancianos o adolescentes, los cuales contiene preguntas que reflejen con más precisión los patrones específicos de actividad de la población (Reiser & Schlenk, 2009)

2.8.1 IPAQ (Cuestionario Internacional de Actividad Física): Se desarrolló en Ginebra en 1998 y es uno de los más utilizados para medir el nivel de actividad física de una población. Existen estudios de confiabilidad y validez en 12 países, por lo cual se aprobó en muchos de ellos su utilización para investigaciones de prevalencia de participación en actividad física (Craig , et al., 2003) (Serón, Muñoz, & Lanás, 2010).

Hay 2 versiones del cuestionario. La corta se emplea en sistemas de vigilancia nacional y regional, y la larga proporciona información más detallada requerida para objetivos de evaluación.

Este cuestionario se divide en 4 dominios (trabajo, transporte, actividades en el hogar y tiempo libre), donde se interroga la frecuencia y duración de la práctica de actividad física durante más de 10 min: en actividades vigorosas, moderadas; y caminata. En la última parte interroga sobre el tiempo de inactividad en un día a la semana y el fin de semana (Roldán, Lopera, Londoño, Cardeño, & Zapata, 2008).

2.8.2 GPAQ versión 2.0. (Cuestionario Global de Actividad Física): En la actualidad es el recomendado por la Organización Mundial de la Salud, en el método STEPwise de vigilancia de Enfermedades crónicas y promoción de la salud (Organización Mundial de la Salud, 2015). Es un instrumento confiable y con validación internacional para la medición de la actividad física. Al igual del IPAQ, tiene en cuenta varios elementos: la intensidad, la frecuencia, la duración y el tipo de actividad física en diferentes dominios o escenarios, ya que evalúa la actividad física realizada mínimo durante 10 minutos en el trabajo, la actividad física relacionada con el transporte o los desplazamientos y la actividad física realizada durante el tiempo libre, como también el comportamiento sedentario.

Tiene 16 preguntas y el período de tiempo que evalúa es de una semana.

2.8.3 Evaluación de los correlatos y determinantes de la Actividad física: Los correlatos para los cuales hay evidencia coherente de asociación con la conducta de la actividad física son los ambientes físicos, el apoyo social y la autoeficacia. Estos son basados en constructos teóricos sólidos y evidencia empírica. Se incluyen mediciones de: intención de ser activo y control sobre el ejercicio; expectativas y autoeficacia y apoyo social para ejercitarse. Estas mediciones podrían usarse para tener argumentos sólidos para realizar modificaciones a los programas de salud enfocados a incrementar la actividad física y cambiar la conducta en una población determinada espacios adecuados para caminar.

CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 PARTICIPANTES

3.1.1 INSTITUCIONES

- Colegio Nacional Cumbayá

3.1.2 PERSONAS COOPERANTES

- Jaime Javier Salazar Álvarez Rector del Colegio Nacional Cumbayá.
- Estudiantes seleccionados al azar.

3.2 ZONA DE ESTUDIO

- Esta investigación se llevó a cabo en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato del colegio nacional Cumbayá ubicado en la zona Nororiental del distrito metropolitano de Quito, en la calle Aurora Estrada S4-06 y Eloy Alfaro Cumbayá (Barrio San Juan), Cumbayá.

3.2.1 TOMA DE MUESTRAS.

- El estudio se basó en el análisis de encuestas sobre aptitud física y una prueba ergométrica que valoró el consumo máximo de oxígeno, estas dos actividades se realizaron a los estudiantes de los 3 niveles de bachillerato del colegio nacional Cumbayá que aceptaron voluntariamente ser parte de la investigación previo consentimiento informado hacia los padres y asentimiento informado personal. Las muestras fueron tomadas en las instalaciones deportivas del plantel educativo y llevadas para ser analizadas por los investigadores del estudio.

3.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3.1: Operacionalización de variables.

VARIABLE	CONCEPTO	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
GÉNERO	Condición orgánica que distingue al macho de la hembra en los seres humanos.	Género	Femenino Masculino	Nominal
ACTIVIDAD FÍSICA	Cualquier movimiento corporal que sea producido por los músculos esqueléticos y que conlleva a un gasto de energía.	Actividad	Alto Moderado Bajo	Nominal
VO2máx	Cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, consumir y transportar en una cierta cantidad de tiempo.	Nivel	Superior Excelente Bueno Suficiente Bajo Muy bajo	Nominal
ÍNDICE DE MASA CORPORAL	Es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad.	Índice	Infrapeso Normal Sobrepeso Obesidad	Nominal
PORCENTAJE GRASA CORPORAL	Es la cantidad de grasa en relación al peso total de tu cuerpo.	Porcentaje	Bajo en grasa Saludable Alto en grasa Obeso	Nominal

3.2.3 ANÁLISIS DE MUESTRA.

- El análisis de los cuestionarios sobre actividad física (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ) se procesaron mediante parámetros establecidos por la misma herramienta, mientras que la prueba física se analizó mediante el nomograma de Astrand-Rhyming posterior a la toma de la frecuencia cardíaca y el peso del estudiante.

3.3 PERÍODO DE TIEMPO DE LA INVESTIGACIÓN.

- Esta investigación empezó en Junio del 2015 y finalizó Octubre del 2015.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.

- Este es un estudio observacional no experimental analítico transversal sobre una base poblacional de adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato del Colegio Nacional Cumbayá de ambos géneros, se utilizó muestreo aleatorio simple probabilístico, donde el universo fue de 357 estudiantes donde se requirieron 153 para la muestra de este estudio. Los criterios de inclusión para la investigación fueron: estudiantes que cursen los tres niveles de bachillerato del colegio nacional Cumbayá, pacientes cuya condición de salud les permita realizar la evaluación basados en la información dada por los estudiantes sobre antecedentes personales y familiares, condiciones basales previo al test, consentimiento informado firmado por los padres o tutor y asentimiento personal. Se excluyeron los individuos del estudio que: presenten patologías o lesiones que impidan la realización del test físico, cardiopatías diagnosticadas o antecedentes de muerte súbita dentro del entorno familiar, presentarse sin consentimiento informado firmado por los padres o tutor, estudiantes que no se encuentren en condiciones fisiológicas para el estudio, adolescentes que hayan consumido bebidas estimulantes antes de test y estudiantes que no den su asentimiento sobre la investigación.

3.5 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.

- Para el análisis de datos utilizamos SPSS 22.0
- Se trabajó con un muestreo aleatorizado simple probabilístico y un plan de análisis univariado.

3.6 ASPECTOS BIOÉTICOS

- Es un estudio observacional no experimental que requirió de la autorización de la entidad a la cual se aplicó el estudio. La investigación consta con consentimiento informado más criterios de inclusión, exclusión y finalización que fue aprobada por un subcomité de bioética, para de esta manera evitar riesgos innecesarios con nuestra población de estudio.

3.7 PROCEDIMIENTO.

En primer lugar se presentó el plan de trabajo con las autoridades del Colegio Nacional Cumbayá donde se obtuvo la autorización escrita por parte del rector del plantel educativo posterior a eso se presentó los objetivos y plan de trabajo de manera verbal en las aulas de los tres niveles de bachillerato del colegio, donde se pidió a los adolescentes interesados levantar la mano para entregarles respectivamente consentimientos informados realizados según el formato establecido por la OMS (ANEXO 1) para personas que sean menores de edad y que requieren de la autorización de los padres o tutores, el contenido del mismo llevaba los objetivos, justificación, criterios de exclusión, inclusión y terminación, así como una descripción con terminología simple para mayor comprensión por parte del estudiado y sus responsables consiguiendo de esta forma la autorización y el asentimiento personal de los voluntarios. El consentimiento informado, los criterios de inclusión, exclusión, terminación, cuestionario de trabajo, actividad física fueron revisados y aprobados por

el subcomité de bioética de la facultad de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Superado todo este proceso la investigación consta de dos períodos:

- Primer período: Realizado de manera escrita en las aulas del plantel educativo por parte de los estudiantes voluntarios, previa explicación y guía por parte de los investigadores. En esta fase se utilizó el cuestionario internacional (*International Physical Activity Questionnaire - IPAQ*) (Añez, 2013) para valorar el nivel de actividad física, el cual consta de 5 esferas relacionadas con actividad física en el trabajo, transporte, casa, recreación al deporte y tiempo que permanece sentado (ANEXO 2), cada parte del cuestionario contaba con preguntas relacionadas a la intensidad de la actividad sea vigorosa, moderada o leve y así mismo del tiempo aproximado en minutos y de los días a la semana que realiza esta actividad. Para que sea válida y aceptada la respuesta en cada pregunta del cuestionario el sujeto debió recordar las actividades de los últimos 7 días y si realizó esta actividad por más de diez minutos, sin este último parámetro, se pedía a los estudiantes poner cero en el área del tiempo de dicha pregunta, por otra parte, si la pregunta no correspondía a las actividades del adolescente como por ejemplo “trabajar” se pedía dejar en blanco o llenar el espacio de “no corresponde”. Durante todo el proceso se acompañó a los estudiantes para esclarecer sus dudas y así tener correctamente realizadas la mayor parte posible de las encuestas, para posteriormente finalizar la actividad y recoger las encuestas identificadas por nombre y curso.
- Segundo período: Antes de empezar el test se pidió al alumno retirarse el exceso de vestimenta y artículos tales como sacos, chompas, bufandas, celulares, etc., además de retirarse las medias ya que se utilizó una balanza de impedancia marca *Beurer GmbH Germany*, la cual nos permitió obtener su peso y porcentaje de grasa corporal para luego tallar a cada estudiante y obtener su

índice de masa corporal. Posteriormente se realizó la prueba física del escalón de *Astrand-Rhyming* para valorar el volumen de oxígeno máximo de cada participante, el test consiste en subir y bajar un escalón cíclicamente y continuamente durante cinco minutos; los escalones son de 33 centímetros de alto para mujeres y de 40 centímetros de alto para varones, el ritmo para realizar el ejercicio fue marcado por un metrónomo digital a 22.5 ciclos por minuto y 90 latidos por segundo, al finalizar el test se pidió al estudiante que se detenga e inmediatamente se tomó la frecuencia cardíaca durante un minuto, acabando así la prueba física. Obtenidos todos los datos necesarios se prosiguió a graficar en el nomograma de Astrand-Rhyming con la frecuencia cardíaca y el peso de cada individuo adquiriendo así volumen de oxígeno máximo en litros para su posterior análisis.

3.8 ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA-IPAQ

Previamente analizada la utilidad del cuestionario en adolescentes y siendo avalado internacionalmente lo elegimos para nuestro estudio.

- El análisis para la respectiva clasificación de la actividad física en alta, moderada, y baja se realizó dividiendo las esferas que conforman la encuesta, cada parte está constituida por actividad vigorosa, moderada y leve las cuales tiene un valor constante denominado METS* que se multiplicaran por los días y minutos que realizó esa actividad.
 - En las esferas del trabajo, hogar y ocio la constante de METS en la actividad vigorosa es de 8.0.
 - En las esferas del trabajo, hogar y ocio la constante de METS en la actividad moderada es de 4.0 mientras que en la parte de transporte es de 6.0.

- En las esferas del trabajo, hogar, transporte y ocio la constante de METS en la actividad leve son de 3.3.
- Con todos estos datos ya multiplicados por el tiempo y días conseguimos los METS de cada actividad del estudiante, con estos valores se realizó una sumatoria para unificar un solo valor por actividad, sumando de manera agrupada la actividad vigorosa, moderada donde constan pocas actividades vigorosas consideradas como moderadas para el cálculo del cuestionario y leve sumando las actividades de característica leve, además de esta sumatoria también sumamos los días y los minutos para tener un valor global y así utilizar los criterios de inclusión de actividad alta moderada y baja (ANEXO 3). Se debe tomar en cuenta que si el valor global en minutos es mayor a 180 debemos realizar otra operación matemática para corregirla llamada “truncar” en la cual se realiza una regla de tres con los METS obtenidos en los minutos originales hacia el número constante, en este caso será 180 minutos, el valor resultante se utilizará para realizar la clasificación con los criterios del cuestionario finalmente obteniendo la calificación del sujeto sobre su actividad física.

3.9 ANÁLISIS DEL TEST DE ASTRAND-RHYMING

Como se mencionó anteriormente existen varias pruebas de campo válidas para estimar el VO_2 máx, varias de ellas requieren de mayor tiempo y recursos, espacios más grandes o de mayor exigencia física. Por estas razones elegimos la prueba del escalón de Astrand-Rhyming, por su bajo costo, accesibilidad, simplicidad, la cual genera aceptación por parte de los estudiados, ya que se realizó en período de clases y dispusieron de un corto período de tiempo.

- El volumen de oxígeno máximo se obtiene graficando sobre el nomograma de Astrand-Rhyming (ANEXO 4), trazando una línea entre la frecuencia cardíaca con el peso del sujeto sobre la escala del género que corresponda obteniendo el volumen de oxígeno máximo correspondiente en litros de oxígeno por minuto. El valor obtenido debe ser multiplicado por un factor de corrección (ANEXO 5) establecido por el mismo autor del nomograma, si el estudiado es mayor o menor de 25 años.
- Tras esta corrección el volumen de oxígeno máximo estará en mililitros por kilogramo y se clasificará según la tabla del mismo autor (ANEXO 6) en superior, excelente, bueno, suficiente, bajo y muy bajo.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

Para el análisis de los resultados y determinación de frecuencias y porcentajes se utilizó el programa SPSS 22.

De un total de 357 estudiantes la muestra obtenida fue de 153 estudiantes del colegio Nacional Cumbayá. De estos estudiantes todos se presentaron a las dos evaluaciones ya descritas anteriormente, ninguno de los participantes quedó fuera del estudio según los criterios de exclusión y todos lograron concluir la prueba del escalón, por lo que nadie quedó eliminado de la investigación.

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LOS ESTUDIANTES SEGÚN EL GÉNERO.

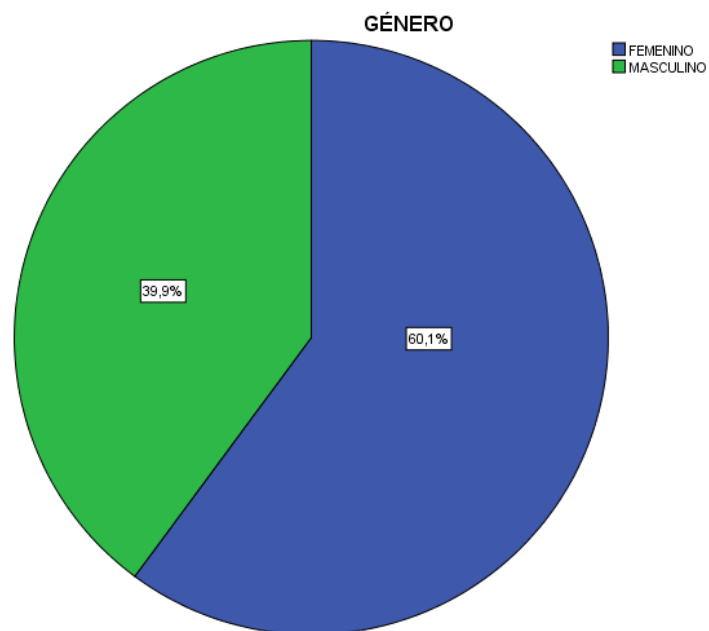


Gráfico 4.1: Porcentaje de los estudiantes según género. El grupo valorado estuvo conformado por 92 mujeres y 61 hombres, distribuidos en los tres últimos niveles de bachillerato.

Tabla 4.1: Frecuencia y porcentaje de los estudiantes según género.

GÉNERO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	FEMENINO	92	60,1	60,1	60,1
	MASCULINO	61	39,9	39,9	100,0
	Total	153	100,0	100,0	

FRECUENCIAS Y PORCENTAJES DE ÍNDICE DE MASA CORPORAL.

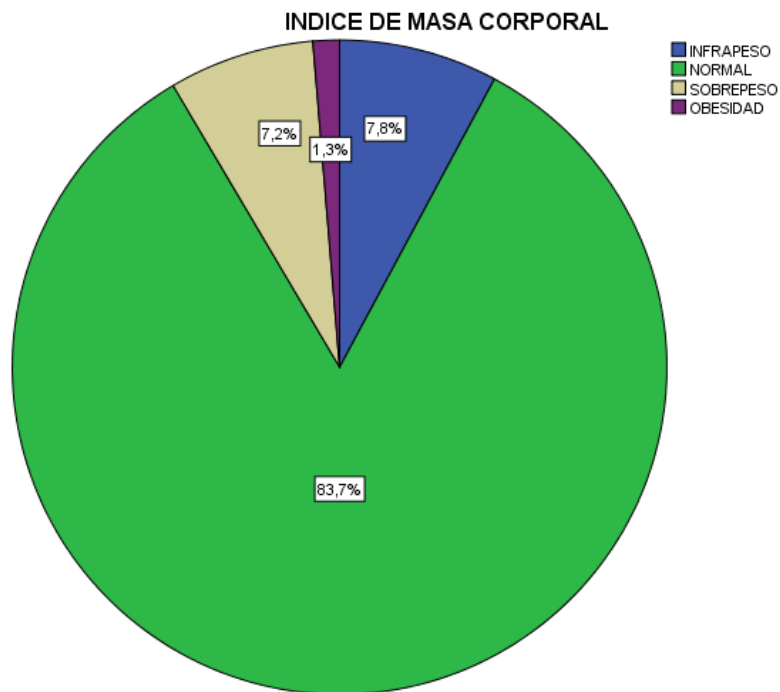


Gráfico 4.2: Según la clasificación del índice de masa corporal dada por la Organización Mundial de la Salud encontramos 12 estudiantes en infrapeso que representan el 7,84%, 128 estudiantes en rango normal que representan el 83,7%, 11 estudiante con sobrepeso representando el 7,2% y obesidad 2 estudiantes que representan el 1,3%.

Tabla 4.2: Frecuencias y porcentajes de índice de masa corporal.

INDICE DE MASA CORPORAL					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	INFRAPESO	12	7,8	7,8	7,8
	NORMAL	128	83,7	83,7	91,5
	SOBREPESO	11	7,2	7,2	98,7
	OBESIDAD	2	1,3	1,3	100,0
	Total	153	100,0	100,0	

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL POR GÉNERO.

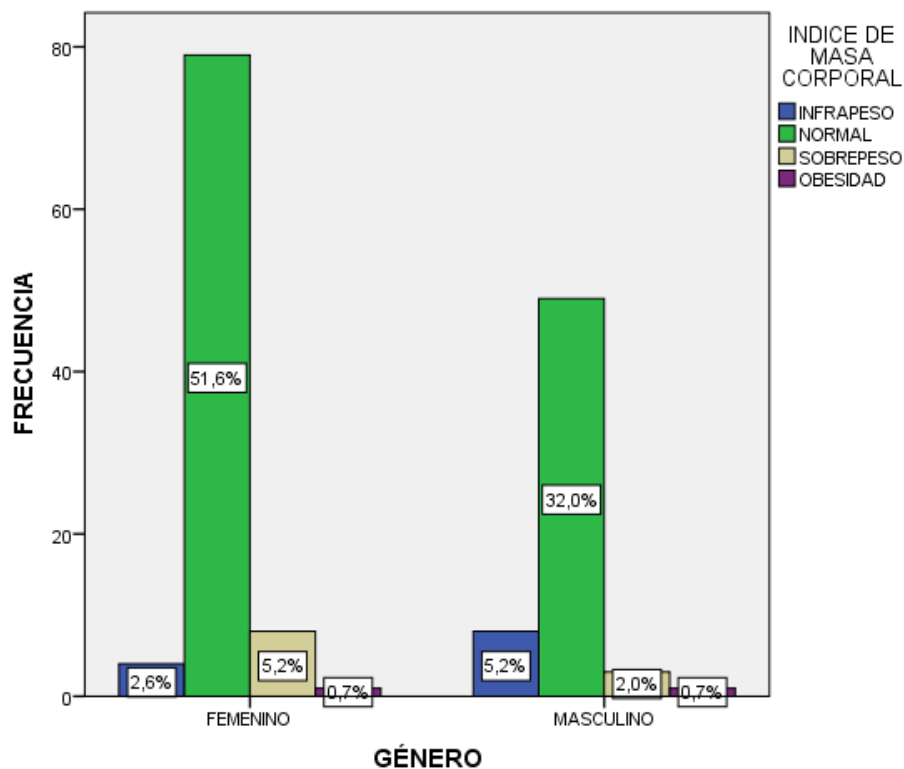


Gráfico 4.3: En el grupo de género femenino el 51,6% se encuentra dentro del rango normal de peso, el 2,6% en infrapeso, el 5,2% en sobrepeso, mientras que el 0,7% se encuentra en obesidad. En el grupo de género masculino se encontró el 32,0% dentro del rango normal, el 5,2% en infrapeso, el 2,0% en sobrepeso y el 0,7% en obesidad.

Tabla 4.3: Frecuencia y porcentaje del índice de masa corporal por género.

		INDICE DE MASA CORPORAL					
		INFRAPESO	NORMAL	SOBREPESO	OBESIDAD	Total	
GÉNERO	FEMENINO	Recuento	4	79	8	1	92
		% dentro de GÉNERO	4,3%	85,9%	8,7%	1,1%	100,0%
		% dentro de INDICE DE MASA CORPORAL	33,3%	61,7%	72,7%	50,0%	60,1%
		% del total	2,6%	51,6%	5,2%	0,7%	60,1%
MASCULINO		Recuento	8	49	3	1	61
		% dentro de GÉNERO	13,1%	80,3%	4,9%	1,6%	100,0%
		% dentro de INDICE DE MASA CORPORAL	66,7%	38,3%	27,3%	50,0%	39,9%
		% del total	5,2%	32,0%	2,0%	0,7%	39,9%
Total		Recuento	12	128	11	2	153
		% dentro de GÉNERO	7,8%	83,7%	7,2%	1,3%	100,0%
		% dentro de INDICE DE MASA CORPORAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% del total	7,8%	83,7%	7,2%	1,3%	100,0%

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL.

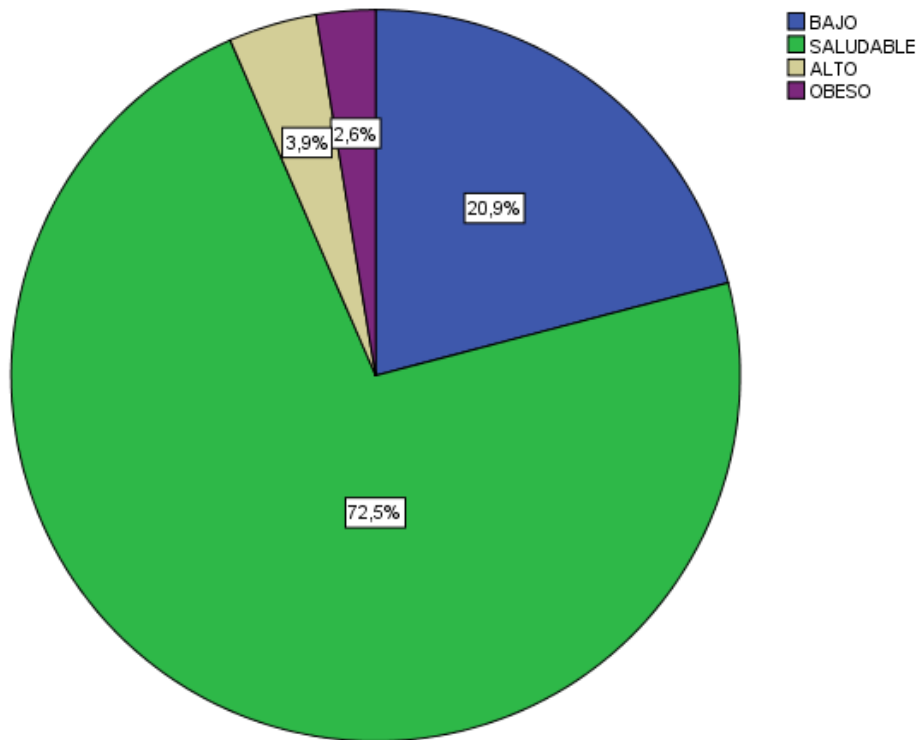


Gráfico 4.4: El porcentaje de grasa corporal en los adolescentes del Colegio Nacional Cumbayá mantiene un porcentaje alto el 3,9%, saludable el 72,5%, debajo del límite normal 20,9% y obesidad el 2,6%.

Tabla 4.4: Frecuencia y porcentaje de grasa corporal.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BAJO	32	20,9	20,9	20,9
	SALUDABLE	111	72,5	72,5	93,5
	ALTO	6	3,9	3,9	97,4
	OBESO	4	2,6	2,6	100,0
	Total	153	100,0	100,0	

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL SEGÚN EL GÉNERO.

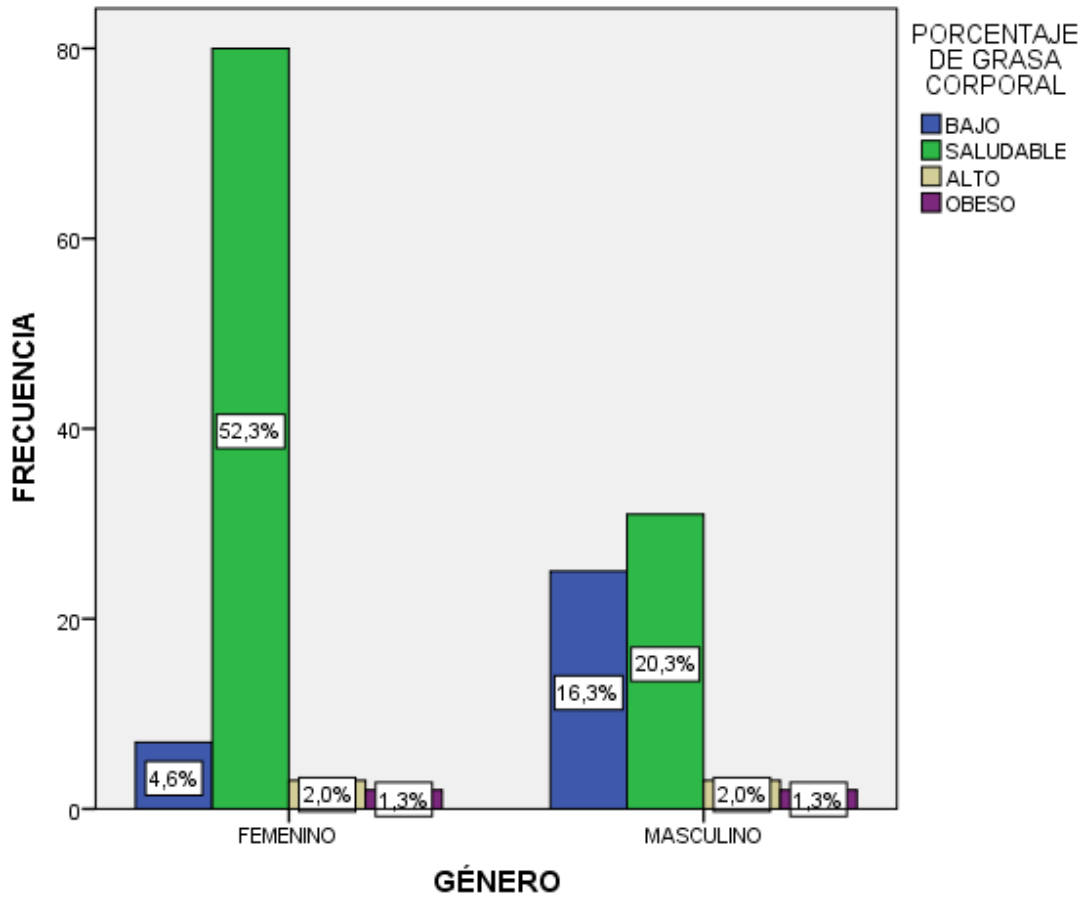


Gráfico 4.5: En el género femenino el 52,3% mantiene un porcentaje de grasa corporal saludable, el 4,6% se encuentra debajo del límite normal, el 2,0% presenta niveles altos y el 1,3% se encuentra en obesidad. El 20,3% de los hombres presentan niveles saludables de grasa corporal, el 16,3% se encuentran bajo el límite normal, en el 2,0% se aprecian en niveles altos y en el 1,3% restante se observa obesidad.

Tabla 4.5: Frecuencia y porcentaje de grasa corporal según el género.

		PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL					
		BAJO	SALUDABLE	ALTO	OBESO	Total	
GÉNERO	FEMENINO	Recuento	7	80	3	2	92
		% dentro de GÉNERO	7,6%	87,0%	3,3%	2,2%	100,0%
		% dentro de PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	21,9%	72,1%	50,0%	50,0%	60,1%
		% del total	4,6%	52,3%	2,0%	1,3%	60,1%
MASCULINO		Recuento	25	31	3	2	61
		% dentro de GÉNERO	41,0%	50,8%	4,9%	3,3%	100,0%
		% dentro de PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	78,1%	27,9%	50,0%	50,0%	39,9%
		% del total	16,3%	20,3%	2,0%	1,3%	39,9%
Total		Recuento	32	111	6	4	153
		% dentro de GÉNERO	20,9%	72,5%	3,9%	2,6%	100,0%
		% dentro de PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% del total	20,9%	72,5%	3,9%	2,6%	100,0%

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO.

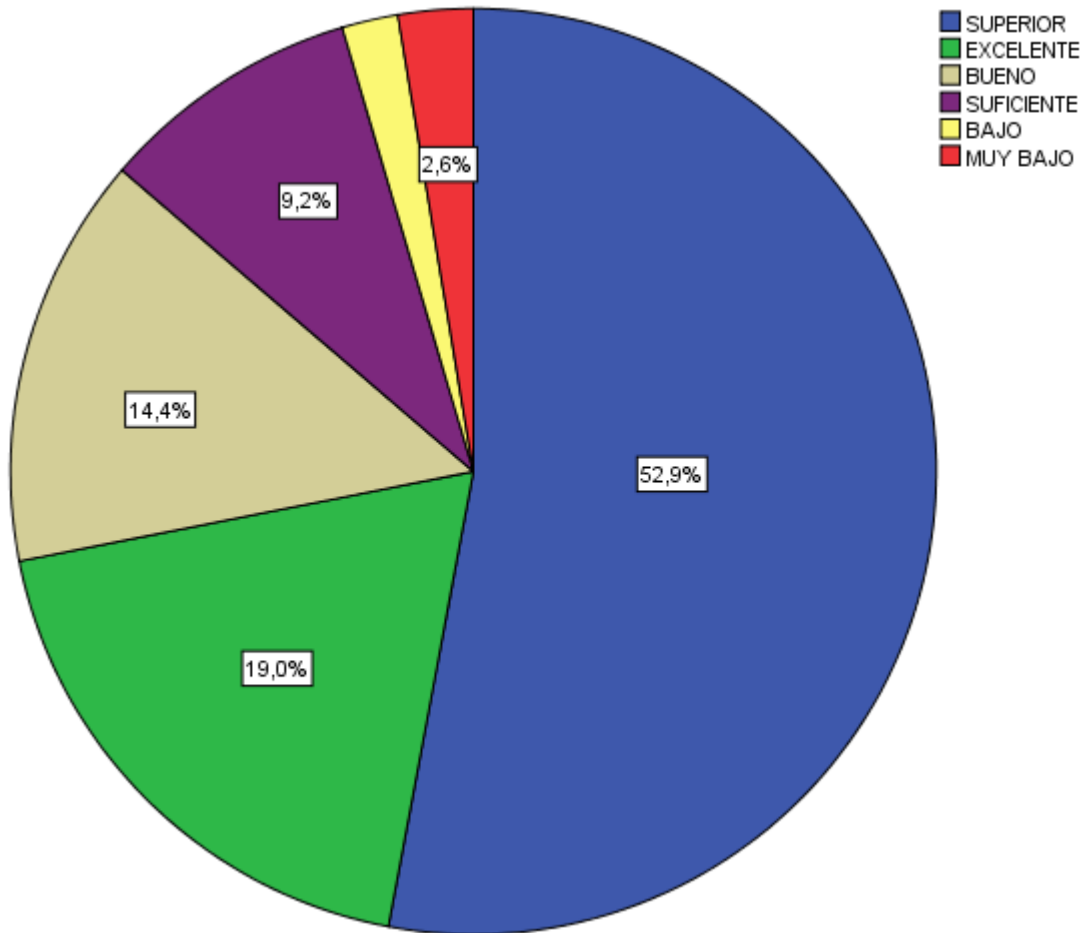


Gráfico 4.6: El consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) de la muestra en general es del 52,9% que corresponde a niveles superiores, el 19,0% excelente, el 14,4% bueno, el 9,2% suficiente, el 2,0% bajo y el 2,6% muy bajo.

Tabla 4.6: Frecuencia y porcentaje del consumo máximo de oxígeno.

CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SUPERIOR	81	52,9	52,9	52,9
	EXCELENTE	29	19,0	19,0	71,9
	BUENO	22	14,4	14,4	86,3
	SUFICIENTE	14	9,2	9,2	95,4
	BAJO	3	2,0	2,0	97,4
	MUY BAJO	4	2,6	2,6	100,0
	Total	153	100,0	100,0	

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO SEGÚN EL GÉNERO.

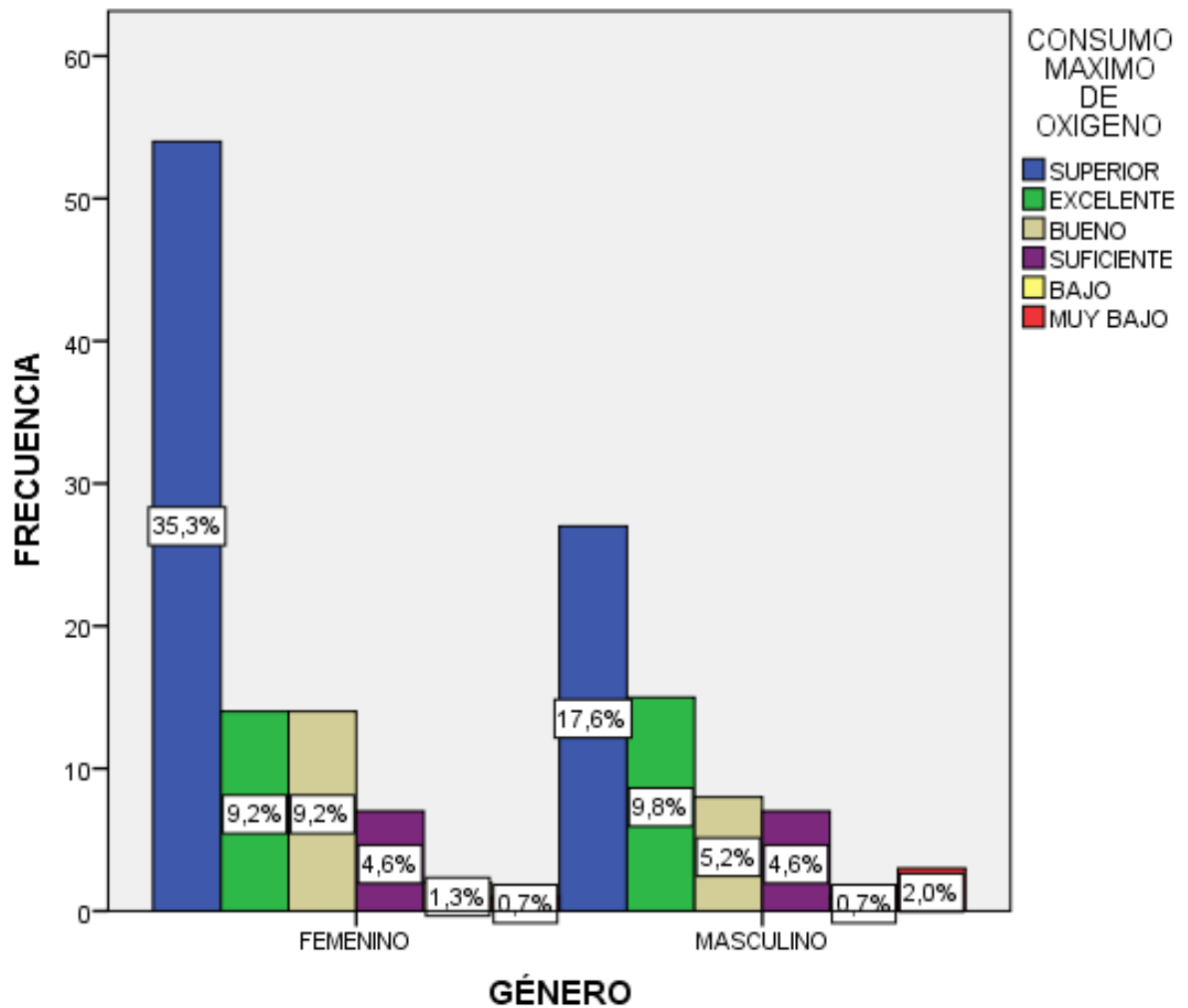


Gráfico 4.7: El VO2máx obtenido en el género femenino corresponde al 35,3% en niveles superiores, el 9,2% es excelente, el 9,2% bueno, el 4,6% suficiente, el 1,3% bajo y el 0,7% muy bajo. El VO2máx en hombres es superior en el 17,6%, en excelente el 9,8%, el 5,2% bueno, el 4,6% suficiente, el 0,7 bajo y el 2,0% muy bajo.

Tabla 4.7: Frecuencia y porcentaje del consumo máximo de oxígeno según el género.

		CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO							
		SUPERIOR	EXCELENTE	BUENO	SUFICIENTE	BAJO	MUY BAJO	Total	
GÉNERO	FEMENINO	Recuento	54	14	14	7	2	1	92
		% dentro de GÉNERO	58,7%	15,2%	15,2%	7,6%	2,2%	1,1%	100,0%
		% dentro de CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	66,7%	48,3%	63,6%	50,0%	66,7%	25,0%	60,1%
		% del total	35,3%	9,2%	9,2%	4,6%	1,3%	0,7%	60,1%
MASCULINO		Recuento	27	15	8	7	1	3	61
		% dentro de GÉNERO	44,3%	24,6%	13,1%	11,5%	1,6%	4,9%	100,0%
		% dentro de CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	33,3%	51,7%	36,4%	50,0%	33,3%	75,0%	39,9%
		% del total	17,6%	9,8%	5,2%	4,6%	0,7%	2,0%	39,9%
Total		Recuento	81	29	22	14	3	4	153
		% dentro de GÉNERO	52,9%	19,0%	14,4%	9,2%	2,0%	2,6%	100,0%
		% dentro de CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% del total	52,9%	19,0%	14,4%	9,2%	2,0%	2,6%	100,0%

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA.

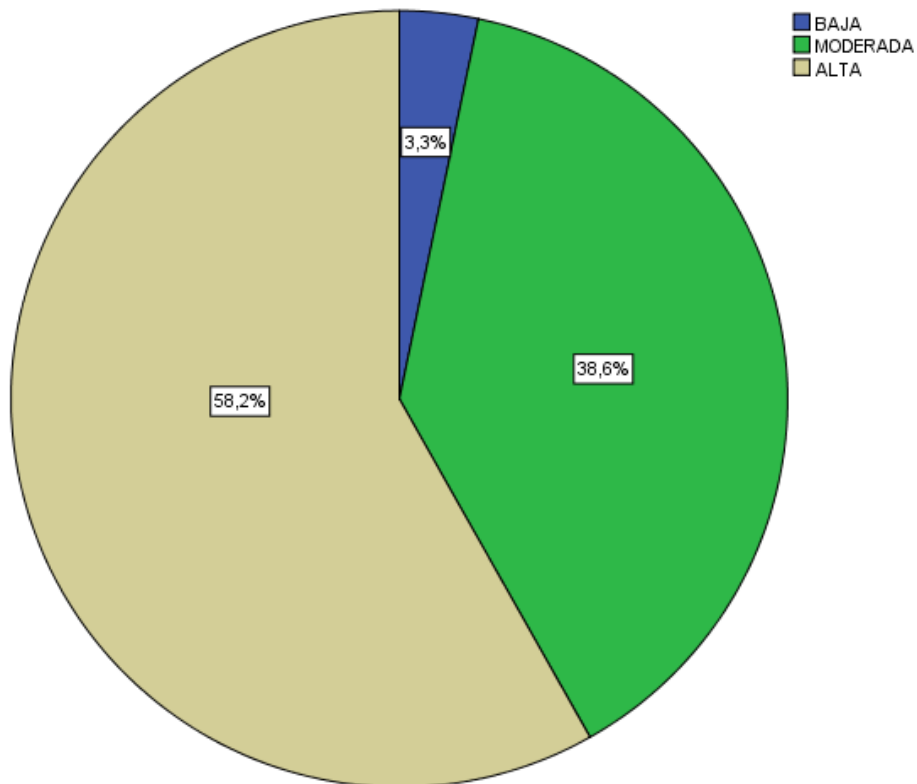


Gráfico 4.8: Los niveles de actividad física valorada en los estudiantes fueron de 58,2% alto, 38,6% moderado y el 3,3% bajo.

Tabla 4.8: Frecuencia y porcentaje del nivel de actividad física.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BAJA	5	3,3	3,3	3,3
	MODERADA	59	38,6	38,6	41,8
	ALTA	89	58,2	58,2	100,0
	Total	153	100,0	100,0	

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA SEGÚN EL GÉNERO.

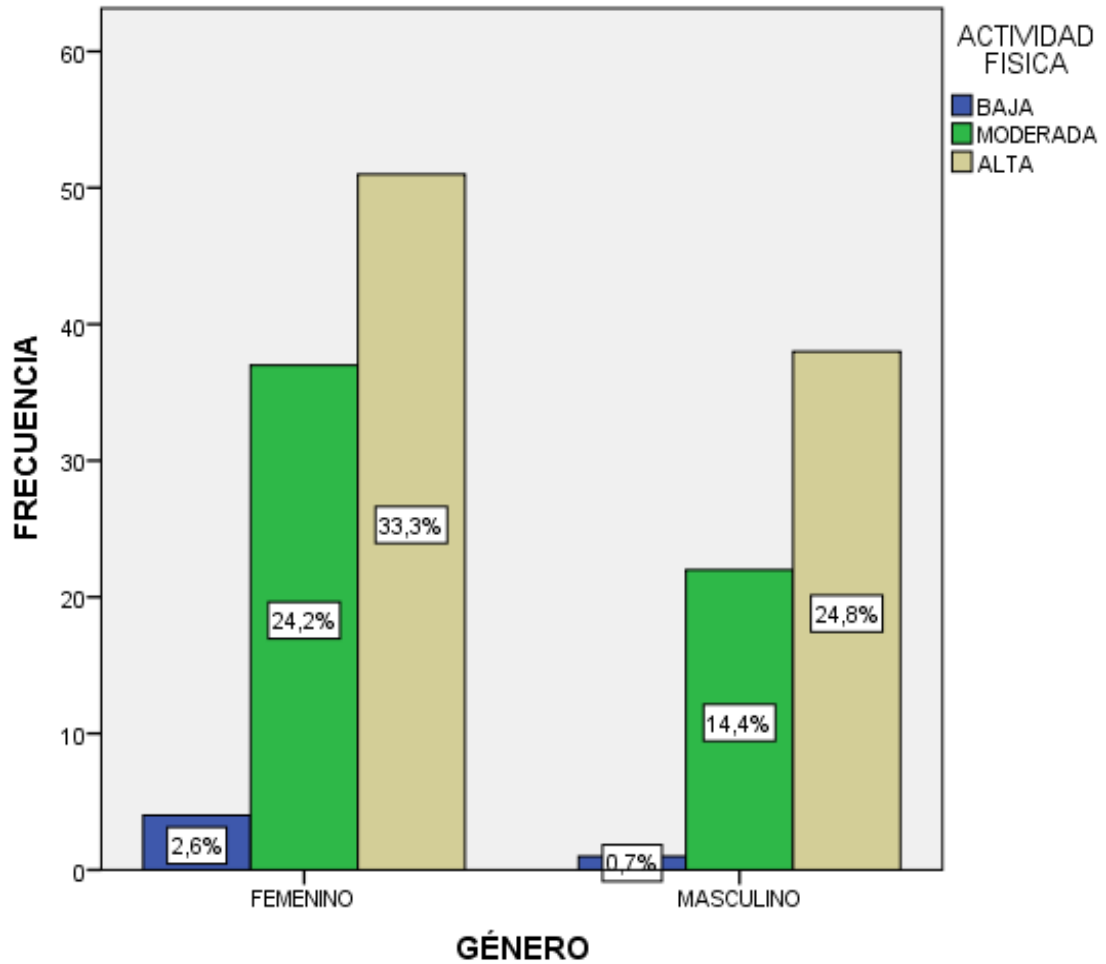


Gráfico 4.9: El 33,3% de las mujeres mantiene un nivel de actividad física alto, el 24,2% moderado y el 2,6% bajo, mientras que en los hombres el 24,8% tiene un nivel alto de actividad física, el 14,4% moderado y el 0,7% bajo.

Tabla 4.9: Frecuencia y porcentaje del nivel de actividad física según el género.

		ACTIVIDAD FISICA				
		BAJA	MODERADA	ALTA	Total	
GÉNERO	FBMENINO	Recuento	4	37	51	92
		% dentro de GÉNERO	4,3%	40,2%	55,4%	100,0%
		% dentro de ACTIVIDAD FISICA	80,0%	62,7%	57,3%	60,1%
		% del total	2,6%	24,2%	33,3%	60,1%
	MASCULINO	Recuento	1	22	38	61
		% dentro de GÉNERO	1,6%	36,1%	62,3%	100,0%
		% dentro de ACTIVIDAD FISICA	20,0%	37,3%	42,7%	39,9%
		% del total	0,7%	14,4%	24,8%	39,9%
Total		Recuento	5	59	89	153
		% dentro de GÉNERO	3,3%	38,6%	58,2%	100,0%
		% dentro de ACTIVIDAD FISICA	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% del total	3,3%	38,6%	58,2%	100,0%

CORRELACIÓN ENTRE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO Y GÉNERO.

Tabla 4.10: Correlación entre consumo máximo de oxígeno y género.

		CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	GÉNERO
CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	Correlación de Pearson	1	,129
	Sig. (bilateral)		,111
	N	153	153
GÉNERO	Correlación de Pearson	,129	1
	Sig. (bilateral)	,111	
	N	153	153

Según el coeficiente de Pearson se obtiene 0,12, mostrando una correlación positiva débil entre el consumo máximo de oxígeno en relación al género.

CORRELACIÓN ENTRE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO E ÍNDICE DE MASA CORPORAL.

Tabla 4.11: Correlación entre consumo máximo de oxígeno e índice de masa corporal.

		CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	ÍNDICE DE MASA CORPORAL
CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	Correlación de Pearson	1	,399**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	153	153
ÍNDICE DE MASA CORPORAL	Correlación de Pearson	,399**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	153	153

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

Según el coeficiente de Pearson se obtiene 0,39; mostrando una correlación positiva débil entre el consumo máximo de oxígeno en relación al índice de masa corporal. Además se comprueba un nivel de confianza del 99% ($p < 0,01$)

CORRELACIÓN ENTRE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO Y PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL.

Tabla 4.12: Correlación entre consumo máximo de oxígeno y porcentaje de grasa corporal.

		CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL
CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	Correlación de Pearson	1	,266**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	153	153
PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	Correlación de Pearson	,266**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	153	153

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

Según el coeficiente de Pearson se obtiene 0,26, mostrando una correlación positiva débil entre el consumo máximo de oxígeno en relación al porcentaje de grasa corporal, igualmente se comprueba un nivel de confianza del 99% ($p < 0,01$)

CORRELACIÓN ENTRE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO Y ACTIVIDAD FÍSICA.

Tabla 4.13: Correlación entre consumo máximo de oxígeno y actividad física.

		CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	ACTIVIDAD FÍSICA
CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	Correlación de Pearson	1	,076
	Sig. (bilateral)		,351
	N	153	153
ACTIVIDAD FÍSICA	Correlación de Pearson	,076	1
	Sig. (bilateral)	,351	
	N	153	153

Según el coeficiente de Pearson se obtiene 0,076; mostrando una correlación negativa débil entre el consumo máximo de oxígeno en relación a la actividad física.

CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN

La valoración de la capacidad de resistencia aeróbica en la población adolescente ha sido un área poco estudiada y carece de datos para la prevención futura de enfermedades crónicas no transmisibles y así nos deja una puerta abierta a investigaciones futuras. (Stand, Roberts, & Laye, 2012).

El estudio de investigación reportado en este documento se basa en el análisis teórico y práctico de 153 estudiantes. Al no obtener referencias bibliográficas en nuestro medio no podemos comparar los resultados con una población similar a la que se investigó, sin embargo en un esfuerzo por comparar cifras con otros medios, los resultados no fueron similares. Cabe resaltar que en diferentes países si se cuenta con investigaciones en diferentes grupos de edad, distintas pruebas diagnósticas y así mismo de variables.

El consumo máximo de oxígeno CORRELACIONado con el género en nuestro estudio indicó que existe un mayor porcentaje de mujeres entre los rangos normales de VO_2 máx y en discrepancia con nuestros resultados (López & Fernández, 2006) (Pancorbo, 2008) indica que el consumo máximo de oxígeno es mayor en niños que en niñas durante todas las edades, esto puede ser explicado por la composición corporal, peso libre de grasa y masa muscular según el autor. Además (Torres, Carpio, Lara, & Zagalaz, 2014) valoraron el nivel de condición física de escolares de educación primaria en relación a su nivel de actividad física y determinaron las diferencias en cuanto al género. Incluyendo 420 estudiantes con una edad promedio de 10 años y estimando el VO_2 máx con el test de Course Navette concluyeron que existiendo escasa diferencias respecto al género en cuanto al índice de masa corporal sí existe una diferencia

representativa en cuanto a la capacidad cardiorrespiratoria (estimación del VO₂máx) y el género.

El consumo máximo de oxígeno relacionado con el índice de masa corporal en nuestro estudio reveló que existe una correlación débil positiva entre sí, mostrando que a mayor índice de masa corporal menor será el VO₂máx. En (Norman, Drinkard, McDuffie, Ghorbani, Yanoff, & Yanovski, 2005) mostró que los adolescentes con sobre peso y sin sobre peso tenían valores absolutos de consumo de oxígeno similares durante el ejercicio máximo. Sin embargo el VO₂máx fue significativamente menor en el grupo de sobre peso cuando fue tomada la masa magra en cuenta; datos que se corroborarían con (Serés, et al., 2003) quien además menciona que la masa magra por ser metabólicamente muy activa y por estar estrechamente CORRELACIONada con el VO₂máx será la variable a utilizar, apoyando que la capacidad cardiopulmonar es similar en ambas poblaciones y, por tanto, normal.

El consumo máximo de oxígeno relacionado con el porcentaje de grasa corporal en nuestro estudio reveló un nivel de confianza $p < 0,01$. En el estudio de (Peterson, Saltarelli, Visich, & Gordon, 2014) de tipo cohorte cuyo objetivo fue determinar la asociación independiente del género con la fuerza muscular y la agrupación de riesgo cardiometabólico de los niños, los componentes principales para obtener una puntuación (MET score) fueron: porcentaje de grasa corporal, glucosa en ayunas, presión arterial, niveles de triglicéridos en plasma y HDL. Se determinaron además asociaciones independientes con la edad estratificada de género, índice de masa muscular, capacidad respiratoria funcional, actividad física y fuerza muscular (normalizado para la masa corporal), encontrado así que la edad, índice de masa corporal, la capacidad cardiorrespiratoria, el nivel de actividad física y la fuerza se CORRELACIONaron todos individualmente con varios componentes de riesgo. Sin

embargo el porcentaje de grasa corporal fue el coeficiente de carga más fuerte dentro de los resultados MET score. Encontrando similar información en el libro (López & Fernández, 2006) indicando que durante la adolescencia los hombres presentan niveles menores de grasa corporal y masa muscular en desarrollo lo cual podría explicar los niveles superiores encontrados versus al género femenino.

El consumo máximo de oxígeno relacionado con la actividad física en nuestro estudio mostró una correlación negativa débil, a diferencia de (Avellaneda & Urbina, 2015) que relaciona la capacidad aeróbica, composición corporal, actividad física y edad usando la correlación de Pearson con una $r= 0,724$ entre VO_{2max} y actividad física.

CAPITULO 6: CONCLUSIONES

- La capacidad de resistencia aeróbica (VO₂max) se vio afectada por el género, así el género femenino obtuvo una mayor frecuencia para niveles óptimos de VO₂máx; posiblemente por realizar mayor actividad física que el género masculino que se determinó por medio del IPAQ.
- El consumo de oxígeno máximo varía de acuerdo a los niveles del porcentaje de grasa corporal, cuyos niveles más altos se registraron en ambos géneros, pero el porcentaje en niveles saludables fueron mayores en el género femenino y los niveles más bajos en el masculino.
- Los adolescentes que obtuvieron bajos niveles de actividad física mostraron niveles bajos de consumo máximo de oxígeno. Si los agrupamos por género se observan mejores niveles de VO₂máx en el femenino, ya que presentan niveles más altos de actividad física que los hombres; esto se explica por medio del IPAQ en donde el grupo femenino realizó más actividades dentro de la esfera del hogar. También debemos tomar en cuenta la situación geográfica de la unidad educativa y la accesibilidad a la misma, puesto que, la mayoría de alumnos acuden caminando a la unidad resultando en un puntaje mayor en la esfera del transporte.
- La variación en los niveles del índice de masa corporal modifican el consumo de oxígeno máximo, por lo que se demuestra su correlación en el presente estudio con una $p < 0,01$. Estos datos no concuerdan con la bibliografía consultada dado que al extrapolar el VO₂máx con la masa magra obtienen niveles de consumo máximo de oxígeno similares tanto en adolescentes obesos como aquellos que se encuentran en rangos normales.

CAPITULO 7: RECOMENDACIONES

- Realizar estudios más amplios y en diversas poblaciones adolescentes tanto por su accesibilidad geográfica y nivel socio económico puesto que esto podría modificar los resultados expresados.
- Realizar más estudios acerca del consumo máximo de oxígeno en los adolescentes ya que en esta población menos estudiada.
- Promover y fortalecer la actividad física en la esfera de recreación y deporte principalmente en la familia que es núcleo de la sociedad.
- Los gobiernos locales deben desarrollar espacios naturales y deportivos propicios para que la comunidad se vea favorecida de los beneficios del ejercicio físico. Iniciar el ejercicio físico desde la niñez, con campañas motivadoras en medios audiovisuales masivos, que enfoquen las ventajas en el desarrollo biopsicosocial del individuo.

CAPITULO 8: BIBLIOGRAFÍA

- (2015, Mayo 12). Retrieved from Organización Mundial de la Salud:
<http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
- Anon, P. (2014). Declaración de posición sobre el entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes Consenso Internacional. *PubliCE Standard*.
- Añez, E. (2013). Retrieved from
<http://www.ipaq.ki.se/questionnaires/SpainQLL7SELF230802.pdf>
- Asociación Española de Pediatría. (2010). *Consejo sobre actividad física para niños y adolescentes*. España.
- Astrand, P., Rodahl, K., Dahl, H., & Stromme, S. (2010). *Manual de Fisiología del Ejercicio* (1ra ed.). Paidotribo.
- Avellaneda, S., & Urbina, A. (2015). Capacidad aeróbica de bomberos aeronáuticos. *Revista de la Universidad Industrial de Santander*, 47(1), 61-67.
- Aznar, S., & Webster, T. (2011). *Actividad Física y Salud en la Infancia y la Adolescencia. Promoción de la Salud y Epidemiología*. España.
- Barbany, J. (2002). *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Bassett, D., & Howley, E. (2000, February). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE*, 70-84.
- Bastos, A., Gonzáles, B., Molineros, G., & Salguero, V. (2005). Obesidad, nutrición y actividad física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 5(18), 140-153.
- Becerra, C., Reigal, R., Hernández, M., & Tamayo, I. (2013). Relaciones de la condición física y la composición corporal con la autopercepción de salud. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 34(9), 305-318.
- Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento* (1era ed.). España: Paidotribo.
- Borba, A., Trevisan, J., Gass, R., Borgues, N., Machado, C., Hedwig, P., et al. (2014). The Influence of active and passive smoking on the cardiorespiratory fitness of adults. *Multidisciplinary Respiratory Medicine Journal*, 9(34), 1-8.

- Carrick, G., Hastings, J., Bhelia, P., Fujimoto, S., Palmer, M., Boyt, K., et al. (2014). The effect of lifelong exercise dose on cardiovascular function during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 116(7), 736-745.
- Casimiro, A., Delgado, M., & Águila, C. (2014). *Actividad física, educación y salud* (1ra ed.). Almería: Universidad de Almería.
- Censos, I. N. (2013). E Análisis. Ecuador.
- Center for Disease Control and Prevention. (2015, June 17). Retrieved from Center for Disease Control and Prevention: <http://www.cdc.gov/healthyschools/physicalactivity/facts.htm>
- Cintora, H. (2002). Recomendaciones del NCEP ATP III. Dislipidemia aterogénica y redefinición de valores deseables de triglicéridos. *Clínica e Investigación en Aterosclerosis*, 14(2), 74-76.
- Cordero, A., Masía, D., & Galve, E. (2014). Ejercicio físico y salud. *Revista Española de Cardiología*, 67(9), 748-753.
- Cossio, M., Arruda, M., Nuñez, V., & Lancho, J. (2011). Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(2), 71-76.
- Craig, C., Marshall, A., Sjöström, M., Bauman, A., Booth, M., Ainsworth, B., et al. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise Journal*, 35(8), 1281-1395.
- Escalante, Y. (2011). Actividad física, ejercicio física y condición física en el ámbito de la salud pública. *Revista Española de Salud Pública*, 88(4), 325-328.
- Friedewald, W. (1985). Physical activity research and coronary heart disease. *Public Health Reports*, 100, 115-117.
- Gallo, J., Saldarriaga, J., Clavijo, M., Arango, E., Rodríguez, N., & Osorio, J. (2010). *Actividad Física y Salud Cardiovascular*. Colombia.
- Gómez, R., Arruda, M., Hobold, E., Abella, C., Camargo, C., Martínez, C., et al. (2013). Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(4), 159-168.
- Gopinath, B., Hardy, L., Baur, L., Burlutsky, G., & Michell, P. (2012). Physical Activity and Sedentary Behaviors and Health-Related Quality of Life in Adolescents. *Journal of The American Academy of Pediatrics*, 130(1), 167-174.

- Guzmán , R. (2010). Valoración Médico Deportiva: Aspectos Biopsicosociales relacionados con las Actividades Físicas y Deportivas en niños y Adolescentes . *Revista Clínica Médica Familiar*, 3(3), 192-200.
- Haddad, H., & Uhlenhof, D. (2011). Valores de referencia para test cardiopulmonar para hombres y mujeres sedentarios y activos. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 96(1), 54-59.
- Heyward, V. (2008). *Evaluación de la aptitud física y Prescripción del ejercicio* (5ta ed.). Madrid: Panamericana.
- Hills, A., King, N., & Armstrong, T. (2007). The Contribution of Physical Activity and Sedentary Behaviours to the Growth and Development of Children and Adolescents. *Sports Medicine*, 37(6), 533-545.
- James, D., Garth, A., & Pat, R. (2005). *Tests y pruebas físicas* (4ta ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Jans, K. (2006). Physical activity measurement. *British Journal Sports Medicine*, 40, 191-192.
- Johnson, C. (2013). *ACSM's Health- Related PHYSICAL FITNESS ASSESSMENT MANUAL* (4 th ed.). Filadelfia.
- Lanas, Z., & Serón , S. (2012). Rol del tabaquismo en el riesgo cardiovascular global. *Revista médica clínica*, 23(6), 699-705.
- López, J., & Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Panamericana.
- López, P., Gómez, D., Cohen, D., Camacho, A., Rincón, K., Hormiga, C., et al. (2013). Association between obesity and low muscular and cardiorespiratory capacity, cardiometabolic risk in colombian children. *Truma Fundación MAPFRE*, 24(1), 17-23.
- Manna, I. (2014). Growth Development and Maturity in Children and Adolescent: Relation to Sports and Physical Activity. *American Journal of Sports Science and Medicine* , 2(5A), 48-50.
- Mantilla, T., Gómez, C., & Hidalgo, M. (2011). Actividad física, tabaquismo y consumo de alcohol en un grupo de estudiantes universitarios. *Revista de salud publica*, 13(5), 748-758.
- Márquez, S., & Garatachea, N. (2009). *Actividad física y salud*. Madrid: Diaz de Santos.
- Mayorga, V., Brenes, P., Rodríguez, T., & Merino, M. (2012). Asociación del índice de masa corporal y el nivel de condición física en escolares de educación primaria. *Journal of Sport and Health Research*, 4(3), 299-310.

- Mayorga, V., Merino, M., & Rodríguez, F. (2013). Relación entre la capacidad cardiorrespiratoria y el rendimiento en los test de condición física relacionada con la salud incluida la batería ALPHA en niños de 10-12 años. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 8(22), 41-47.
- Mora, R. (2009). *Fisiología del deporte y el ejercicio. Prácticas de campo y laboratorio*. Madrid: Panamericana.
- Norman, A., Drinkard, B., McDuffie, J., Ghorbani, S., Yanoff, L., & Yanovski, J. (2005). Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics*, 115(6), 690-696.
- NORMATIVA SEPAR. (2001). Pruebas de ejercicio cardiopulmonar. *Archivos de Bronconeumonia*, 37(7), 247-268.
- OMS. (2015). *Universidad de Chile*. Retrieved from <http://www.uchile.cl/portal/investigacion/centro-interdisciplinario-de-estudios-en-bioetica/documentos/75657/documentos-de-consentimiento-informado-elaborados-por-la-oms>
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved from Método STEPwise de vigilancia de Enfermedades crónicas y promoción de la salud: <http://www.who.int/chp/steps/es/index.html>.
- Ortega, F., Ruiz, J., Castillo, M., Moreno, L., González, M., Warnberg, J., et al. (2005). Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Revista Española de Cardiología*, 58(8), 898-909.
- Pancorbo, A. E. (2008). *Medicina y ciencias del deporte y actividad física*. Madrid: 1ra.
- Pedrozo, W., Castillo, M., Bonneau, G., Ibañez, M., Castro, C., Jiménez, S., et al. (2008). Síndrome metabólico y factores de riesgo asociados con el estilo de vida de los adolescentes de una ciudad Argentina. *Journal Public Health*, 24(3), 149-60.
- Peterson, M., Saltarelli, W., Visich, P., & Gordon, P. (2014). Strength Capacity and Cardiometabolic Risk Clustering in Adolescents. *Journal of The American Academy of Pediatrics*, 133(4), 896-903.
- Planificación, C. N. (2009). *Plan del buen vivir*. Ecuador.
- Publica, M. d. (2011). *Encuesta nacional de salud y nutrición*.

- Ramirez, L., Zabala, D., Sanchez, M., Garcia, P., & Femia, M. (2008). Relacion entre la capacidad aerobica e indices antropométricos y composición corporal en adolescentes de Granada capital. *Dialnet*.
- Reiser, L., & Schlenk, E. (2009). Clinical use of physical activity measures. *Journal Of The American Academy Of Nurse Practitioners*, 21(2), 87-94.
- Rejeski, J., Bertoni, A., Bray, G., Evans, G., Gregg, E., & Zhang, Q. (2012). Lifestyle Change and Mobility in Obese Adults with Type 2 Diabetes. *New England Journal of Medicine*, 366, 1209-1217.
- Robles, M., Obando, J., Gonzáles, M., & Bueno, J. (2011). Asociación entre dieta, actividad física y consumo de tabaco en adolescentes. *Semergen*, 37(5), 238-245.
- Rogol, A., Clark, P., & Roemmich, J. (2000). growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and activity 1,2,3,4. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 521-528.
- Roldán, E., Lopera, M., Londoño, F., Cardeño, J., & Zapata, S. (2008). Análisis descriptivo de las variables: nivel de actividad física, depresión y riesgos cardiovasculares en empleados y docentes de una institución universitaria en Medellín (Colombia). *Apunts Medicina L'esport*, 43(158), 55-61.
- Roldan, E., Rendon, D., & Escobar, J. (2013, Agosto). *Revista Digital*. Retrieved Octubre 2015, from Alternativas para la medición del nivel de actividad física: <http://www.efdeportes.com/efd183/la-medicion-del-nivel-de-actividad-fisica.htm>
- Schoeller, D. (1999). Recent advances from application of double labeled water to measurement of human energy requirements. *Journal of Nutrition*, 129, 1765-1768.
- Secchia, J., García, G., Romero, V., & Piñero, J. (2014). Condición física y riesgo cardiovascular futuro en niños y adolescentes argentinos: una introducción de la batería ALPHA . *Archivos Argentinos de Pediatría*, 112(2), 132-140.
- Serés, L., López, J., Coll, R., Manresa, J., Marrugath, J., Alastrue, A., et al. (2003). Función Cardiopulmonar y capacidad de ejercicio en pacientes con obesidad mórbida. *Revista Española de Cardiología*, 56(6), 594-600.
- Serón, P., Muñoz, S., & Lanas, F. (2010). Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población chilena. *Revista Medica Chilena*, 139, 1232-1239.
- Serra, J. (2008). *Cardiología en el deporte*. España.

- Stand, F., Roberts, C., & Laye, M. (2012). Lack of Exercise Is a Major Cause of Chronic Diseases. *Comprehensive Physiology*, 2, 1143-1211.
- Teixeira, I., Smirmaul, B., & Bertucci, D. (2014). El VO₂máx que Medimos es Realmente Máximo? . *PubliCE Standard*.
- Thijssen, D., Maiorana, A., Driscoll, G., Cable, N., & Hopman, M. (2010). Impact of inactivity and exercise on the vasculature in humans. *European Journal of Applied Physiology* , 108(5), 845-875.
- Torres, J., Carpio, E., Lara, A., & Zagalaz, M. (2014). Niveles de condición física de escolares de educación primaria en relación a su nivel de actividad física y al género. *Dialnet*, 25, 17-22.
- Wilmore, J., & Costill, D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (6ta ed.). Badalona: Paidotribo.

ANEXOS

Anexo 1: Formato de consentimiento informado según el modelo de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015).

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Este consentimiento informado va dirigido a los padres de familia de los estudiantes de los 3 niveles de bachillerato del colegio Nacional Cumbayá a quienes se invita a otorgar el permiso para que los adolescentes puedan participar en el estudio que se realizará en la institución educativa ya mencionada, acerca de los factores que influyen sobre la capacidad de resistencia aeróbica, determinado por el consumo máximo de oxígeno.

Investigadores: Carla Vanessa Herrera Sevilla y Norma Elizabeth Morales Carrera

Médicos egresados de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Tema del estudio: Factores que influyen sobre la capacidad de resistencia aeróbica, determinado por el consumo máximo de oxígeno en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato en el Colegio Nacional Cumbayá durante el período junio-julio del año 2015.

Este documento está dividido en dos secciones:

Sección I: se proporcionará información sobre el estudio y como se llevará a cabo.

Sección II: se entregará el formulario de consentimiento para firmar si está de acuerdo con que su hijo/hija participe.

SECCION I: INFORMACION

Somos estudiantes egresadas de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, estamos trabajando en el proyecto ya mencionado anteriormente, el cual lo realizamos como tema de disertación para la titulación de nuestra carrera. El objetivo principal es establecer los factores que influyen sobre la capacidad de resistencia aeróbica en los adolescentes, puesto que no existen estudios acerca de este tema en nuestra comunidad.

El propósito de este consentimiento es darle información e invitarle a que su hijo/hija sea parte de nuestra investigación. Antes de tomar la decisión sobre permitir que el o la estudiante participe, puede pedir más información sobre el estudio. Si encuentra términos que no entiende, tenga la libertad de preguntar acerca de su significado. Si las preguntas surgen más tarde, de la misma manera le pido pregunte que sin duda alguna.

Propósito

Los recursos de exámenes y valoraciones de la capacidad de resistencia aeróbica han tenido un mayor espacio en el ámbito deportivo más que en las poblaciones en general, por esta razón nace esta investigación con el fin de utilizar el volumen de oxígeno máximo de las poblaciones menos estudiadas como son los adolescentes para una futura prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y así dejar una puerta abierta a futuras investigaciones con métodos más directos. Nosotros determinaremos la capacidad de resistencia aeróbica en los adolescentes y los factores que influyen sobre el mismo para así posteriormente transmitir la información necesaria sobre los aspectos mencionados.

Tipo de intervención de investigación.

Para llevar a cabo este proyecto lo realizaremos en dos etapas, la primera etapa es escrita en la cual se ejecutará una encuesta sobre el nivel de actividad física de cada estudiante. La segunda etapa es práctica en la cual se realizará un test de actividad física que consiste en subir a un cajón cíclicamente durante 5 minutos, al finalizar el ejercicio se tomará la frecuencia cardíaca del estudiante. Previamente al ejercicio el adolescente será pesado y medido, para finalmente usar todos estos datos en el nomograma de Astrand- Rhyming obteniendo el nivel de consumo máximo de oxígeno y mediante diversas operaciones matemáticas obtener el índice de masa corporal más el valor de masa magra corporal.

Selección de participantes.

Estamos invitando a todos los estudiantes de los tres niveles de bachillerato del Colegio Nacional Cumbayá, con el fin de evaluar su capacidad de resistencia aeróbica a través del volumen máximo de oxígeno y los factores que influyen en su variabilidad.

Participación voluntaria.

La participación de los estudiantes es totalmente voluntaria previa autorización por parte de los padres de familia. Tanto si elige participar o no, esto no afectará de ninguna manera en su record académico, además usted puede abandonar el estudio aun cuando haya aceptado previamente.

Procedimiento y protocolo.

La encuesta ya mencionadas se realizará en las aulas correspondientes a cada estudiante, con el fin de tener comodidad y tranquilidad. Se pide de favor contestar con sinceridad cada pregunta presente en la encuesta para poder obtener datos fidedignos. Posteriormente a la encuesta se pedirá que salgan en grupos pequeños al patio de la institución para realizar la prueba física ya mencionada anteriormente.

Duración.

La recolección de la muestra mediante la encuesta y la prueba física tiene un tiempo estimado de un mes de duración. El tiempo dedicado a cada estudiante será de aproximadamente 20 minutos.

Efectos secundarios.

El test mencionado ha sido utilizado a nivel mundial y no ha reportado efectos secundarios en los estudiados.

Riesgos.

El test mencionado no representa un riesgo mayor para los estudiantes puesto que presentamos criterios de inclusión y exclusión para esta actividad así como criterios de finalización del estudio. Por lo cual se pide al estudiante mencionar si tiene alguna molestia antes, durante o al finalizar el estudio.

Molestias.

Puede que la actividad práctica agote físicamente al estudiante puesto que debe subir y bajar un escalón durante cinco minutos continuamente.

Beneficios.

Los beneficios son en conjunto para todos los estudiantes, ya que concluiremos en un resultado final sobre su capacidad de resistencia aeróbica y los factores que influyen sobre el mismo.

Incentivos.

Se informará al estudiante sus resultados acerca de su capacidad de resistencia aeróbica finalizando la actividad física.

Confidencialidad.

La información que recojamos en este proyecto será de carácter confidencial y solo será manejado por los investigadores ya mencionados al inicio de este consentimiento informado.

Compartiendo los resultados

Los resultados que obtengamos por realizar esta investigación se compartirá con la unidad educativa y con el comité disertante, pero no se compartirá información confidencial, la razón del porque expondremos los resultados son para que futuras generaciones interesadas en el tema puedan aprender y continuar más a fondo con nuestro tema investigativo.

Derecho a negarse o retirarse.

La participación de su hijo/hija no es obligatoria y el negarse a participar no afectara de ninguna forma en su record académico. El estudiante puede retirarse del estudio aunque haya aceptado con anterioridad ser parte de él.

A quien contactar.

Si surgen preguntas usted puede realizarlas antes, durante o al final del estudio. Puede contactar a cualquiera de las dos siguientes personas:

Vanessa Herrera, Balcón del Valle, 0992602184 / cvherrera90@gmail.com

Elizabeth Morales, Chiriyacu Bajo, 0995842930 / emoralesc7@gmail.com

Esta propuesta ha sido revisada y aprobada por el Rector del Colegio Nacional Cumbayá, cuya tarea es proporcionar una educación adecuada y la seguridad pertinente de los estudiantes dentro de la unidad educativa.

SECCIÓN II. FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO.

Su hijo/hija ha sido invitado a participar en la investigación: Factores que influyen sobre la capacidad de resistencia aeróbica, determinada por el consumo máximo de oxígeno en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato en el Colegio Nacional Cumbayá. Entiendo que se le realizará un cuestionario sobre actividad física y posteriormente se le realizará el test práctico, el tiempo requerido para cada estudiante será de 20 minutos de duración. He sido informado de que no se ha registrado riesgos por contestar la encuesta y el test ya mencionado, además se me ha informado sobre los criterios de inclusión, exclusión y de finalización del estudio en el anexo entregado (Anexo 1). Sé que puede que no haya beneficios para mi persona, sino el de conocer el resultado del proyecto mencionado. Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado usando el nombre y la dirección que se me ha dado de esa persona.

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.

Consiento voluntariamente que mi hijo/hija sea parte de esta investigación como participante y entiendo que tienen el derecho de retirarse del proyecto en cualquier momento sin que esta decisión afecte en ninguna manera.

Nombre del Participante: _____

Nombre del Representante: _____

Firma del Representante: _____

Fecha: _____
Día/mes/año

He leído con exactitud o he sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento informado para el potencial participante y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre del Investigador _____

Firma del Investigador _____

Nombre del Investigador _____

Firma del Investigador _____

Fecha _____
Día/mes/año

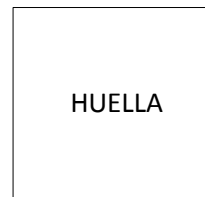
***SI ES ANALFABETO**

He sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento para el potencial participante y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre del testigo: _____ Y Huella dactilar del representante.

Firma del testigo: _____

Fecha _____
Día/mes/año



CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN DEL ESTUDIO PRÁCTICO.

- **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**
 - Estudiantes que cursen los 3 niveles de bachillerato del Colegio Nacional Cumbayá.
 - Estudiantes cuya condición de salud les permita realizar la evaluación de capacidad de resistencia aeróbica.
 - Estudiantes deben encontrarse en condiciones basales previo al test.
 - Estudiantes que cuenten con el consentimiento informado, leído y firmado por los padres.

- **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:**
 - Estudiantes con patologías previas o lesiones que impidan la realización de la prueba a determinar.
 - Estudiantes con cardiopatías diagnosticadas o antecedentes de muerte súbita dentro de la familia.
 - Estudiantes que no cuenten con el consentimiento informado, leído y firmado por parte de los padres.
 - Estudiantes que no se encuentren en condiciones fisiológicas para el test.
 - Estudiantes que hayan consumido bebidas estimulantes antes del test.

CRITERIOS DE FINALIZACION DEL ESTUDIO.

- **ABSOLUTAS:**
 - Deseo reiterado del individuo de detener la prueba.
 - Dolor torácico progresivo.
 - Mareo, síncope o ataxias.
 - Cianosis, palidez.

- **RELATIVOS:**
 - Fatiga
 - Cansancio
 - Disnea
 - Claudicación

Anexo 2: Formato del Cuestionario internacional de actividad física (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ) (Añez, 2013).

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los últimos 7 días. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades vigorosas y moderadas que usted realizó en los últimos 7 días. Actividades vigorosas son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Actividades moderadas son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal.

PARTE 1: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON EL TRABAJO

La primera sección es relacionada con su trabajo. Esto incluye trabajos con salario, agrícola, trabajo voluntario, clases, y cualquier otra clase de trabajo no pago que usted hizo fuera de su casa. No incluya trabajo no pago que usted hizo en su casa, tal como limpiar la casa, trabajo en el jardín, mantenimiento general, y el cuidado de su familia. Estas actividades serán preguntadas en la parte 3.

1. ¿Tiene usted actualmente un trabajo o hace algún trabajo no pago fuera de su casa?

Sí

No →

Pase a la PARTE 2: TRANSPORTE

Las siguientes preguntas se refieren a todas las actividades físicas que usted hizo en los últimos 7 días como parte de su trabajo pago o no pago. Esto no incluye ir y venir del trabajo.

2. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas vigorosas como levantar objetos pesados, excavar, construcción pesada, o subir escaleras como parte de su trabajo? Piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

_____ días por semana

Ninguna actividad física vigorosa relacionada con el trabajo →
Pase a la pregunta 4

No sabe/No está seguro(a)

3. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas **vigorasas** en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

_____ horas por día
_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

4. Nuevamente, piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo Usted actividades físicas **moderadas** como cargar cosas ligeras como **parte de su trabajo**? Por favor no incluya caminar.

_____ días por semana

No actividad física moderada relacionada con el trabajo
Pase a la pregunta 6



5. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas **moderadas** en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

_____ horas por día
_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

6. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por lo menos 10 minutos continuos como **parte de su trabajo**? Por favor no incluya ninguna caminata que usted hizo para desplazarse de o a su trabajo.

_____ días por semana

Ninguna caminata relacionada con trabajo
Pase a la PARTE 2: TRANSPORTE



7. ¿Cuánto tiempo en total pasó generalmente **caminado** en uno de esos días como parte de su trabajo?

_____ horas por día
_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

PARTE 2: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON TRANSPORTE

Estas preguntas se refieren a la forma como usted se desplazó de un lugar a otro, incluyendo lugares como el trabajo, las tiendas, el cine, entre otros.

8. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días viajó usted en un vehículo de motor como un tren, bus, automóvil, o tranvía?

_____ días por semana

No viajó en vehículo de motor → *Pase a la pregunta 10*

9. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días viajando en un tren, bus, automóvil, tranvía u otra clase de vehículo de motor?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Ahora piense únicamente acerca de montar en bicicleta o caminatas que usted hizo para desplazarse a o del trabajo, haciendo mandados, o para ir de un lugar a otro.

10. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días montó usted en bicicleta por al menos 10 minutos continuos para ir de un lugar a otro?

_____ días por semana

No montó en bicicleta de un sitio a otro → *Pase a la pregunta 12*

11. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días montando en bicicleta de un lugar a otro?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

12. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos para ir de un sitio a otro?

_____ días por semana

No caminatas de un sitio a otro



Pase a la PARTE 3: TRABAJO DE LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y CUIDADO DE LA FAMILIA

13. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando de un sitio a otro?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 3: TRABAJO DE LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y
CUIDADO DE LA FAMILIA**

Esta sección se refiere a algunas actividades físicas que usted hizo en los últimos 7 días en y alrededor de su casa tal como como arreglo de la casa, jardinería, trabajo en el césped, trabajo general de mantenimiento, y el cuidado de su familia.

14. Piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas vigorosas tal como levantar objetos pesados, cortar madera, palear nieve, o excavar en el jardín o patio?

_____ días por semana

- Ninguna actividad física vigorosa en el jardín o patio →
Pase a la pregunta 16

15. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas vigorosas en el jardín o patio?

_____ horas por día

_____ minutos por día

- No sabe/No está seguro(a)

16. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tal como cargar objetos livianos, barrer, lavar ventanas, y rastrillar en el jardín o patio?

_____ días por semana

- Ninguna actividad física moderada en el jardín o patio →
Pase a la pregunta 18

17. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas en el jardín o patio?

_____ horas por día

_____ minutos por día

- No sabe/No está seguro(a)

18. Una vez más, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, lavar ventanas, estregar pisos y barrer **dentro de su casa**?

_____ días por semana

Ninguna actividad física moderada dentro de la casa →

*Pase a la PARTE 4:
ACTIVIDADES FÍSICAS DE
RECREACIÓN, DEPORTE Y
TIEMPO LIBRE*

19. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas** dentro de su casa?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

PARTE 4: ACTIVIDADES FÍSICAS DE RECREACIÓN, DEPORTE Y TIEMPO LIBRE

Esta sección se refiere a todas aquellas actividades físicas que usted hizo en los **últimos 7 días** únicamente por recreación, deporte, ejercicio o placer. Por favor no incluya ninguna de las actividades que ya haya mencionado.

20. Sin contar cualquier caminata que ya haya usted mencionado, durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por lo menos 10 minutos continuos en su tiempo libre?

___ días por semana

Ninguna caminata en tiempo libre



Pase a la pregunta 22

21. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando en su tiempo libre?

___ horas por día

___ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

22. Piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas vigorosas tal como aeróbicos, correr, pedalear rápido en bicicleta, o nadar rápido en su tiempo libre?

___ días por semana

Ninguna actividad física vigorosa en tiempo libre



Pase a la pregunta 24

23. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas vigorosas en su tiempo libre?

___ horas por día

___ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

24. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tal como pedalear en bicicleta a paso regular, nadar a paso regular, jugar dobles de tenis, en su tiempo libre?

_____ días por semana

Ninguna actividad física moderada en tiempo libre



Pase a la PARTE 5: TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)

25. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas en su tiempo libre?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

PARTE 5: TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)

Las últimas preguntas se refieren al tiempo que usted permanece sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto incluye tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión. No incluya el tiempo que permanece sentado(a) en un vehículo de motor que ya haya mencionado anteriormente.

26. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un día en la semana?

____ horas por día
____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

27. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un día del fin de semana?

____ horas por día
____ minutos por día

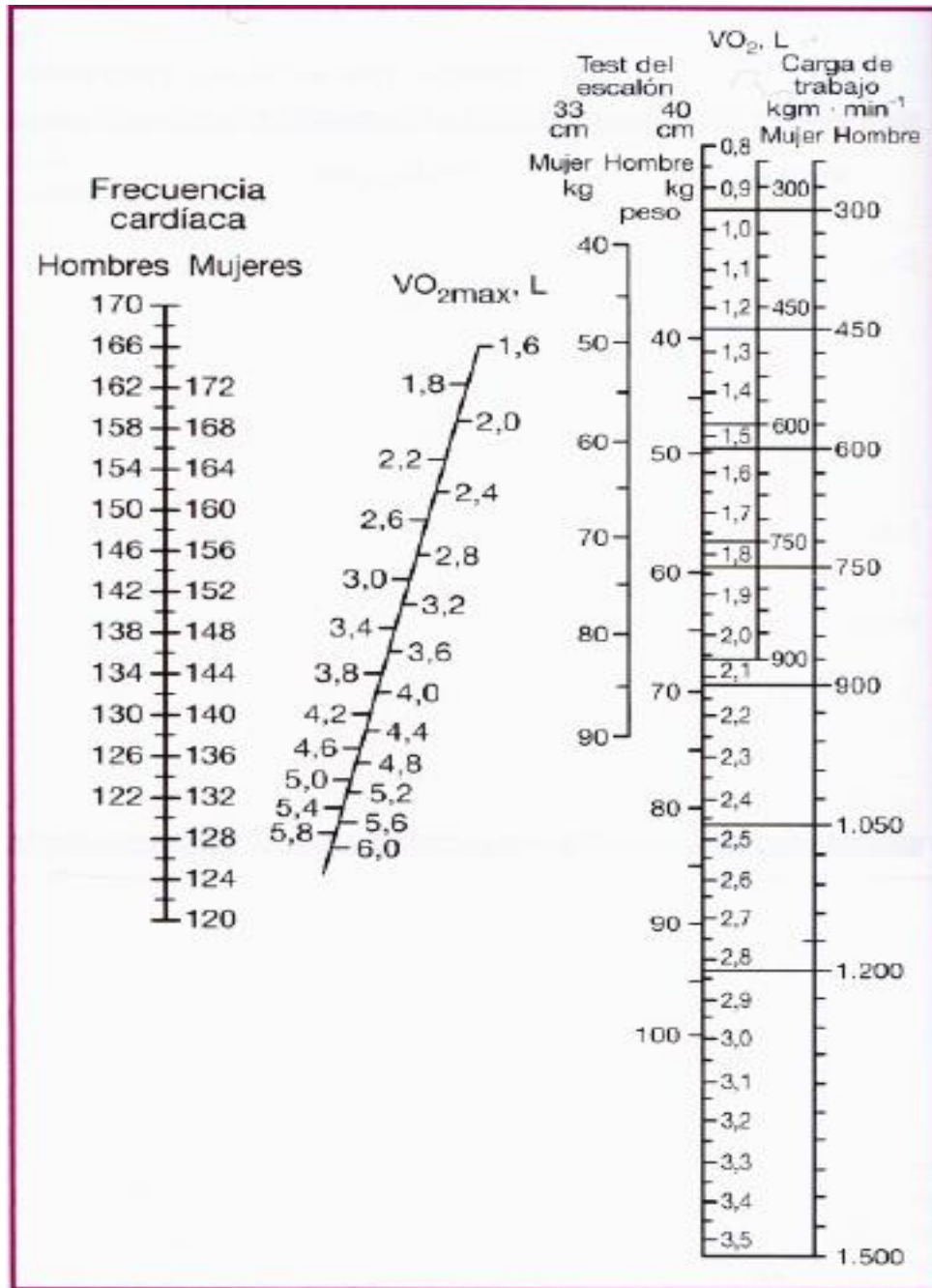
No sabe/No está seguro(a)

Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.

Anexo 3: Criterios de clasificación del Cuestionario internacional de actividad física (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ) (Añez, 2013).



Anexo 4: Nomograma de Astrand-Ryhming (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2010).



Anexo 5: Factor de corrección según la edad para el consumo máximo de oxígeno (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2010).

FACTOR DE CONVERSION SEGÚN LA EDAD	
EDAD	FACTOR
15	1.10
20	1.05
25	1.0
30	0.94
35	0.87
40	0.83
45	0,78
50	0.75
55	0.71
60	0.68
65	0.65

Anexo 6: Valores de referencia para el consumo máximo de oxígeno (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2010).

VALORES DE REFERENCIA VO₂max		
NIVEL	HOMBRE	MUJER
SUPERIOR	> 52.4	>41.0
EXCELENTE	46.5-52.4	37.0-41.0
BUENO	42.5-46.4	33.0-36.9
SUFICIENTE	36.5-42.4	29.0-32.9
BAJO	33.0-36.4	23.6-28.9
MUY BAJO	<33.0	<23.6