PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

POSGRADO MEDICINA DEL DEPORTE

"VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS COMO DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO FÍSICO EN CICLISTAS AFICIONADOS DEL EQUIPO "ALMA TEAM", DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO."

DISERTACIÓN PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE

AUTORA:

MD. DANIELA ALEXANDRA SALVADOR RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. OSCAR CONCHA

ASESOR METODOLÓGICO:

DR. ROMMEL ESPINOZA DE LOS MONTEROS

QUITO, 2019

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Como director del trabajo de investigación titulado "VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS COMO DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO FÍSICO EN CICLISTAS AFICIONADOS DEL EQUIPO "ALMA TEAM", DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO", expuesto por Daniela Alexandra Salvador Ramírez, egresada del Posgrado de Medicina del Deporte, de la Facultad de Medicina y revisado el contenido del trabajo considero que reúne los requisitos necesarios para ser evaluado por el tribunal de grado designado para su revisión y correspondiente calificación.

Quito, marzo 2019.

_____

DIRECTOR DE TESIS

DR. OSCAR CONCHA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El contenido total del presente trabajo de investigación, su revisión bibliográfica, análisis, resultados obtenidos y conclusiones son de responsabilidad absoluta de la autora.

Quito, marzo del 2019.

LA AUTORA

MD. DANIELA ALEXANDRA SALVADOR RAMÍREZ
C.C: 1803457561

DEDICATORIA

"El éxito no es la clave de la felicidad. La felicidad es la clave del éxito. Si amas lo que haces, tendrás éxito"- Albert Schweitzer.

A quien bendice cada uno de los días de mi existencia y he dejado en sus manos cada una de mis decisiones, Dios.

A quienes nunca dejaron de creer en mí, me han apoyado y con ejemplo y sabiduría han sabido guiar mi camino mis padres, abuelos, hermano y cuñada.

A Martín, Joaquín y Agustín quienes me enseñan que la vida no sería la misma sin ellos, con cada una de sus travesuras, palabras y aventuras.

Les dedico con todo mi cariño, cada una de las letras que plasman esta tesis.

Se merecen todo y más.

DANIELA.

AGRADECIMIENTO

Gracias infinitas a mi familia, por contar con todo su apoyo siempre en cada momento de mi vida, porque no ha sido fácil lidiar con mis decisiones.

A mi director Dr. Oscar Concha, a mi asesor metodológico Dr. Rommel Espinosa de los Monteros, quienes me brindaron su valiosa orientación y guía en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Mi sincera gratitud a cada uno de los docentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por el apoyo , la ayuda y la orientación brindada durante mi formación; en especial al Dr. Juan Santamaría estimado, profesor, colega y amigo , quien me brindó su apoyo incondicional para la realización de mi tesis.

Éste trabajo es el resultado del apoyo de personas que creen y colaboran sin esperar nada a cambio, sin las cuales no tendríamos la misma valentía de continuar, y a su manera nos impulsan a crecer. Gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR ..... **II**
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ..... **III**
DEDICATORIA ..... **IV**
AGRADECIMIENTO ..... **V**
TABLA DE CONTENIDOS ..... **VI**
LISTA DE TABLAS ..... **VIII**
LISTA DE GRÁFICOS ..... **X**
LISTA DE ABREVIATURAS ..... **XI**
RESUMEN ..... **XII**
ABSTRACT ..... **XIII**
CAPÍTULO I **1**
1.1 INTRODUCCIÓN **1**
CAPÍTULO II **6**
2.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA **6**
2.1.1 Definición de deporte, deportista y entrenamiento. *6*
2.2 CICLISMO DE MONTAÑA **7**
2.3 RENDIMIENTO DEPORTIVO **9**
2.3.1 Cinética del consumo de oxígeno. *9*
2.3.1.1 Consumo máximo de oxígeno. *10*
2.3.2 Contribución anaeróbica. *15*
2.3.3 Eficiencia mecánica *20*
2.4 COMPOSICIÓN CORPORAL **22**
2.4.1 Definición de peso y composición corporal. *23*
2.4.2 Cineantropometría. *24*
CAPÍTULO III **33**
3.1 MATERIALES Y MÉTODOS **33**
3.1.1 Justificación. *33*
3.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **34**
3.3 OBJETIVOS **34**
3.3.1 Objetivo general. *34*
3.3.2 Objetivos específicos. *34*
3.4 METODOLOGÍA **35**
3.4.1 Operacionalización de variables. *35*
3.4.2 Matriz de variables. *39*
3.4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA *40*

3.5 MUESTRA 40
3.6 MÉTODO DE MUESTREO 40
3.7 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN 41
3.7.1 Criterios de inclusión. 41
3.7.2 Criterios de exclusión. 41
3.8 CONTEXTO 42
3.9 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 43
3.9.1 Tipo de estudio. 43
3.9.2 Procedimiento de recolección de datos. 43
3.9.3 Plan de análisis de datos. 44
3.9.4 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación. 45
3.9.4.1 Métodos. 45
3.9.4.2 Técnicas. 46
3.9.4.3 Instrumentos. 46
3.10 ASPECTOS BIOÉTICOS 48

CAPÍTULO IV 49

4.1 RESULTADOS 49
4.1.1 Análisis Descriptivo. 49
4.1.1.1 Características demográficas. 49
4.1.1.2 Análisis descriptivo de las variables antropométricas. 51
4.1.2 Análisis correlacional. 65

CAPÍTULO V 70

5.1 DISCUSIÓN 70

CAPÍTULO VI 74

6.1 CONCLUSIONES 74
6.2 RECOMENDACIONES 75
6.3 LIMITACIONES 77

BIBLIOGRAFÍA 78

ANEXOS 86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de la edad en el grupo total de ciclistas. 49
Tabla 2: Distribución de la edad clasificada por gènero en el grupo total de ciclistas. 50
Tabla 3: Distribución de peso corporal total en el grupo de ciclistas. 51
Tabla 4: Distribución del peso corporal total clasificada por gènero en el grupo de ciclistas. 51
Tabla 5: Distribución del porcentaje de grasa corporal en el grupo total de ciclistas. 52
Tabla 6: Distribución del porcentaje de grasa corporal clasificada por gènero en el grupo total de ciclistas. 53
Tabla 7: Distribución del peso de la masa libre de grasa en el grupo total de ciclistas. 54
Tabla 8: Distribución del peso de la masa libre de grasa clasificada por gènero en el grupo total de ciclistas. 54
Tabla 9: Distribución del peso de la masa muscular en el grupo total de ciclistas. 55
Tabla 10: Peso de la masa muscular clasificada por género en el grupo total de ciclistas. 55
Tabla 11: Consumo máximo de oxìgeno (absoluto y relativo) alcanzado en el grupo total de ciclistas. 56
Tabla 12: Consumo máximo de oxìgeno (absoluto y relativo) alcanzado divido por género en el grupo total de ciclistas. 57
Tabla 13: Carga de trabajo máxima alcanzada en el grupo total de ciclistas. 57
Tabla 14: Carga de trabajo máxima alcanzada, clasificada por género en el grupo total de ciclistas. 58
Tabla 15: Pulso de oxígeno en el grupo total de ciclistas. 58
Tabla 16: Pulso de oxígeno en el grupo total de ciclistas distribuida por género. 59

Tabla 17: Umbral anaeróbico (porcentaje de VO2 máx)
en el grupo de ciclistas. 59
Tabla 18: Umbral anaeróbico (porcentaje de VO2 máx)
en el grupo de ciclistas, clasificado por género..... 60
Tabla 19: Índice de recuperación cardiaca a los 3 minutos (porcentaje)
post esfuerzo, alcanzado en el grupo de ciclistas. 62
Tabla 20: Índice de recuperación cardiaca a los 3 minutos (porcentaje)
post esfuerzo, alcanzado en el grupo de ciclistas
clasificado por género. 63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Sistemas energéticos 16
Gráfico 2: Contribución de los diferentes sistemas energéticos 17
Gráfico 3: Promedio de edad y peso diferenciada por gènero
del grupo total de ciclistas. 52
Gráfico 4: Umbral anaeróbio alcanzado (porcentaje de vo2 máx),
tiempo máximo alcanzado en el test y, momento
durante el test (tiempo) al que se alcanzo
el umbral anaeróbico, individualmente. 61
Gráfico 5: Umbral anaeróbico máximo alcanzado (porcentaje de vo2 máx)
y tiempo total del test, clasificado por género..... 62
Gráfico 6: Resúmen del promedio de variables antropométricas y
características fisiológicas del rendimiento físico obtenidas
en el grupo de ciclistas, clasificada por género. 64
Gráfico 7: Cuadro de correlación de pearson de variables antropométricas y
factores que determinan el rendimiento físico en el grupo de
ciclistas del equipo “Alma Team”..... 65
Gráfico 8: Cuadro de correlación de pearson de variables antropométricas
y factores que determinan el rendimiento físico en el
grupo masculino de ciclistas del equipo “Alma Team”. 67

LISTA DE ABREVIATURAS

VO2 máx.: Consumo máximo de oxígeno

UCI: Unión Ciclística Internacional

ACSM: American College of Sports Medicine (Colegio Americano de Medicina del Deporte)

XCo.: Cross country

OMS: Organización Mundial de la salud

ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutricion

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

ATP: Adenosin trifosfato

Hb: Hemoglobina

RER: Cociente respiratorio

VCO2: Producción de dióxido de carbono.

ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry

TAC: Tomografía axial computarizada

RMN: Resonancia magnética nuclear

DXA: Absorción dual de rayos X

VT: Umbral ventilatorio

EKG: Electrocardiograma

VO2: Consumo de oxígeno

2,3 DPG: 2,3 difosfoglicerato

PCO2: Presión de dióxido de carbono

RESUMEN

El ciclismo de montaña es un deporte al aire libre; varias carreras anualmente son organizadas y aficionados de distintos niveles participan, buscando mejores resultados a través de entrenamientos. Se trata de un estudio transversal que correlaciona variables antropométricas como determinantes del rendimiento físico en ciclistas aficionados del equipo "ALMA TEAM" del Distrito Metropolitano de Quito, y compara las adaptaciones con los perfiles óptimos descritos en la literatura. Fue realizado entre noviembre a diciembre del 2018 en la Secretaría del Deporte del Ecuador. Los datos fueron obtenidos a través de la aplicación de un test maximal en cicloergometro; 30 ciclistas de nivel competitivo participaron; 21 (70%) pertenecieron al género masculino y 9 (30%) al género femenino. De los resultados se concluyó: las variables antropométricas como peso corporal total influye en el rendimiento físico, pero la composición corporal, especialmente la variación del porcentaje de la grasa corporal (-0,583), mejora las adaptaciones fisiológicas necesarias para el éxito deportivo. En cuanto a los perfiles descritos en la literatura de ciclistas de montaña en ambos géneros, se ha llegado a similares resultados.

Palabras clave: ciclismo de montaña, variables antropométricas, rendimiento deportivo.

ABSTRACT

Mountain biking is an outdoor sport; several competitions are organized every year where all levels amateurs competitors participate looking for better results through training. This a cross-sectional study that correlates anthropometric variables as determinants of physical performance in amateur cyclists of the "ALMA TEAM" group of the Distrito Metropolitano of Quito, and compared the adaptations achieved with the optimal profiles in the literature. This investigation was carried out between November and December 2018 at Secretaría del Deporte Ecuador. The data was collected through the application of a maximal test in a cycloergometer; 30 cyclists of competitive level participated; where 21 (70%) were male and 9 (30%) were female. The results concluded that: anthropometric variables such as total body weight has influence in physical performance, but the body composition, specially the body fat (-0,583) percentage, improve physiological body adaptations needed for the sports success. In comparison to the profiles described in the mountain bikers literature, both genders achieved similar results.

Key words: mountain biking, anthropometric characteristics, sports performance.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Un adecuado rendimiento físico se asocia con adaptaciones a nivel de la fisiología corporal, investigaciones exponen rasgos significativos que correlacionan variables tanto antropométricas y fisiológicas. El ciclismo presenta distintas modalidades, con distintas exigencias, que dependen de la preparación y condición física adquirida con el entrenamiento y que determinarán el éxito competitivo. (Cuesta Beltrán de Lubiano, 2016) "El deporte no es solo una práctica puramente corporal. Altera profundamente toda la persona, estimula distintas capacidades, dimensiones, fortalece y dinamiza sus múltiples inteligencias." (Santos Ismael, 2013)

Una de las modalidades más populares del ciclismo, es el ciclismo de montaña, (deporte Olímpico- Atlanta 1996) que ha sido definido por la Unión de Ciclistas Internacional (UCI), como aquel ciclismo que es practicado en bosques, pistas de tierra o lastre que involucren ascensos y descensos. (Impellizzeri, M. Marcora, M. 2007) (Ramírez, R. 2007)

Una competencia puede llegar a tener una duración de aproximadamente unos 120 minutos, caracterizada por un alto gasto energético causado por aceleraciones, desaceleraciones y; continuas e intensas contracciones musculares generadas para mantener el equilibrio, se ha observado que en competencias algunos deportistas competitivos pueden llegar a mantener un VO2 máx. cercano al 84%, con una frecuencia cardiaca que bordea el 90% de la frecuencia cardiaca máxima. (Impellizzeri, M. Marcora, M. 2007)

En el año 1987, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) publicó datos en los que cita al ciclismo como la actividad física más popular del mundo, con 420 millones de usuarios, de los cuales el 97 % lo utilizaban como medio de transporte y el 3 % con una finalidad educativa o deportiva. (Gónzalez, 2006) En el 2018 la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha propuesto disminuir el sedentarismo mundial entre adultos y adolescentes en aproximadamente un 15%, para el año 2030; las propuestas de ideas que incentiven la práctica deportiva como el ciclismo forma parte de este plan global.

En el Ecuador los datos estadísticos de la última encuesta nacional (ENSANUT- ECU 2011-2013), la prevalencia de actividad física en adultos de 18 a <60 años identificó que el sexo masculino tenía una mayor actividad física medianamente alta (64,9%) vs una actividad física medianamente alta del sexo femenino (46,2%). (Instituto Nacional de Estadisticas y Censos (2014)) Basándose en éstos datos y la necesidad de impulsar el proyecto de la OMS, en nuestro país debido a su geografía, rodeado de parajes, bosques y montañas es un excelente lugar para la práctica del ciclismo de montaña, tal es así que se varias páginas web vinculadas con el deporte, ofrecen calendarios de eventos anuales de competencias de ciclismo de montaña y carreras de aventura, para que sean planificadas por los competidores. (*Ciclismo de montaña pichincha: (CALENDARIO MTB – HLG*, 2018)) *(Eventos*.RegistroCIKLA, 2019)

La amplia gama de beneficios conocidos por el deporte ha conducido a que un gran número de personas practiquen de forma regular un deporte (ciclismo); incrementando la intensidad de sus esfuerzos y presionándose cada vez más para mejorar sus resultados en el ámbito competitivo. Éste auge de la práctica deportiva en las sociedades, la inadecuada prescripción de ejercicios, el incremento de exigencias tanto en el deportista como en las competiciones, han disparado la prevalencia e incidencia de alteraciones en la salud y calidad de vida de los individuos. (Rodríguez,

Gusi Fuertes, & Forte Morán, 2002) (Pinedo, 2009) (Meeuwisse, Tyreman, Hagel, & Emery, 2007)

El entrenamiento aeróbico como el ciclismo, en este caso genera adaptaciones que han sido establecidas por el American College of Sports Medicine (ACSM):

- Disminución de la frecuencia cardiaca en reposo y en el ejercicio submáximo debido a un incremento de la actividad parasimpática, o disminución del tono simpático.
- Hipertrofia ventricular izquierda, lo que produce un incremento del volumen de eyección en reposo y durante el ejercicio sub máximo y máximo.
- Incremento del volumen plasmático.
- Incremento de la ventilación durante el ejercicio maximal, mejorando la economía respiratoria.
- Disminución de la resistencia periférica y por lo tanto reducción de la presión arterial en reposo.
- Incremento de capilares sanguíneos.
- Incremento en el transporte de oxígeno a las mitocondrias por aumento de la diferencia arterio -venosa.
- Se incrementa la utilización de grasa como fuente de energía.
- Disminución de la resistencia a la insulina.

En función de la descripción realizada, surgió la pregunta: ¿Las variables antropométricas están relacionadas con un mejor rendimiento físico en ciclistas aficionados del equipo “ALMA TEAM”, del Distrito Metropolitano de Quito?. Lo que motivó a que éste trabajo sea realizado con el objetivo de correlacionar características del rendimiento físico (consumo de oxígeno máximo, umbrales ventilatorios, índice de recuperación) con variables antropométricas (porcentaje de grasa corporal, masa muscular y masa libre de grasa) del grupo de ciclistas del equipo “ALMA TEAM” del Distrito Metropolitano de Quito, y comparar las adaptaciones alcanzadas con los perfiles predictivos descritos en la literatura.

Los datos generados por la investigación permiten crear una idea de cómo el entrenamiento genera cambios fisiológicos en los ciclistas aficionados de nivel competitivo que se derivan en un mejor rendimiento físico, y valorar si el mejor desempeño alcanzado en los ciclistas aficionados es cercano al de los trabajos publicados.

En este proyecto de investigación podremos encontrar:

En el capítulo I se realiza una explicación introductoria de la actividad física y del ciclismo de montaña, y la realidad en el Ecuador, con lo que se creará una visión del estudio desarrollado y la organización del mismo.

En el capítulo II se realiza una explicación más amplia del marco teórico de investigación, con el aporte de bibliografía actualizada y nuevas perspectivas del tema.

En el capítulo III, se detalla la metodología, instrumentación y manejo de la información utilizada en el desarrollo de este proyecto; la justificación y el problema de investigación planteado, resaltando la importancia por la que se está realizando el estudio.

El capítulo IV describe la investigación con la interpretación y análisis estadísticos, para lo que se emplearon los programas SPSS y Excel.

El capítulo V desarrolla la discusión de los resultados obtenidos de la correlación de datos y la información analizada previamente en el marco teórico.

Finalmente en el capítulo VI se describen las conclusiones, recomendaciones y limitaciones del estudio. Al final del trabajo se encontrará la bibliografía y anexos de esta investigación.

CAPÍTULO II

2.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El advenimiento de nuevas tecnologías y equipamiento que permite almacenar, analizar y comparar datos de entrenamientos motivan a la gente a hacer deporte; generando propuestas de competencias ciclísticas organizadas, sumado al deseo de sobresalir; han llevado a muchos individuos a buscar un entrenamiento formal. (Ciclo21, 2015) Adam Foster (ciclista habitual y ex triatleta), dice: "El ciclismo se asocia estrechamente con el uso profesional de los datos más que en otros deportes y planes de entrenamiento, incluso a nivel de aficionado, a menudo se requiere grabar digitalmente el rendimiento." (Ciclo21, 2015)

El ciclismo de montaña actualmente es una actividad muy popularizada, alrededor de la cual se realizan varias competencias anuales. En Ecuador entre las más llamativas se encuentran: Reto Salud, Chimborazo extremo, La Vuelta al Cotopaxi, Vuelta a la Sultana, Copa Cross Country (XCo), Vuelta a Zuleta, entre otras; en las que varios ciclistas y clubes con diferentes niveles de entrenamiento participan, buscando la descarga de adrenalina y la aventura que destaca en este deporte. (*Eventos*. RegistroCIKLA, 2019)

2.1.1 Definición de deporte, deportista y entrenamiento.

Acorde a la Real Academia Española (RAE), deporte es la "actividad física, ejercida como juego o competición, cuya práctica supone entrenamiento y sujeción a normas (reglamentado y controlado)", con la finalidad de desarrollar relaciones sociales o la obtención de resultados competitivos a todo nivel. (Real Academia Española, 2014)

El deportista, es el individuo que participa en una actividad específica de competición, en la que sobresale la práctica del ejercicio físico con la finalidad del perfeccionamiento para la superación de sí mismo o al adversario. (Márquez Moreno, 2004)

Una de las definiciones más completas es la realizada por Mora, V (1995). “El entrenamiento deportivo es un proceso planificado y complejo que organiza cargas de trabajo progresivamente crecientes destinadas a estimular los procesos fisiológicos de supercompensación del organismo, favoreciendo el desarrollo de las diferentes capacidades y cualidades físicas, con el objetivo de promover y consolidar el rendimiento deportivo**.**" ("Definición del entrenamito deportivo", 2008)

2.2 CICLISMO DE MONTAÑA

El ciclismo de montaña es un deporte al aire libre que tuvo sus inicios en el año de 1970, se convirtió en un deporte muy popular tanto en Estados Unidos como en Europa y a partir de 1980 se dan inicio a las primeras competencias oficiales; el primer Campeonato Mundial de Ciclismo de Montaña organizada por la UCI fue en 1990, y en 1991 se desarrolló la Primera Copa del Mundo; ya para 1996 este deporte fue incluido en los Juegos Olímpicos de Verano - Atlanta 1996. Actualmente La UCI identifica tres tipos de eventos con bicicleta de montaña: competiciones de *cross country*, carreras en descenso (down hill) y competiciones en etapas. (Franco M. Impellizzeri & Marcora, 2007)

Se caracteriza por ser un deporte de elevada intensidad sobre todo en las fases iniciales de la competencia que se desarrollan de manera rápida en terrenos irregulares, donde aparecen numerosas subidas que fuerzan a los ciclistas a destinar la mayor parte de su esfuerzo, pedaleando contra la gravedad y generando mayor resistencia al

rodamiento. Comparando al ciclismo de montaña con el ciclismo de ruta es claro la mayor intensidad de ejercicio generada en el ciclismo de montaña a excepción del ciclismo de ruta profesional – pruebas contrareloj (duración y tácticas). (Franco M. Impellizzeri & Marcora, 2007)

El gasto energético incrementado es justificado por el hecho de que es difícil la práctica del **drafting** (relevos en grupo), el manejo del equilibrio en rutas pedregosas, el mayor peso de la bicicleta, la absorción de impactos y tensión generada sobre la bicicleta, hacen de la práctica del ciclismo de montaña una actividad demandante, en la que se requiere mantener altas tasas de trabajo por tiempo prolongado, requiriendo un continuo trabajo en el desarrollo de las distintas capacidades fisiológicas y requieren un entrenamiento seguro y óptimo para su práctica; y en caso de la búsqueda competitiva es importante centrarse en objetivos claros para un rendimiento deportivo adecuado.

En base a distintas publicaciones y datos reportados se ha intentado consolidar las características más cercanas al perfil óptimo de un ciclista de montaña aficionado de nivel competitivo, referente al sexo masculino, queda establecido que más importante que la masa corporal es la composición corporal, así: un ciclista de montaña aficionado tiene una talla de 179+/- 6 cm, un peso de 69+/-8 Kg, un VO2 máx. de 60+/- 3,7 ml/kg/min, un porcentaje de grasa corporal 8,5- 14,3%., umbral anaeróbico correspondiente al 75-77% del VO2 máx. (Franco M Impellizzeri & Marcora, 2007) (Joyner & Coyle, 2008)

En el perfil antropométrico “ideal” descrito en ciclistas femeninas se han realizado escasos estudios, de los datos disponibles, se decidió tomar en cuenta los datos de ciclistas de montaña Estadounidenses debido a la de edad del grupo evaluado (30 años), los perfiles asocian una talla promedio de 162 cm un peso de 57,5 Kg, una potencia alcanzada de 280 W, un VO2 máx. de 57,9 ml/Kg/min, umbral anaeróbico

correspondiente al 75-77% del VO2 máx. (Franco M Impellizzeri & Marcora, 2007) (Joyner & Coyle, 2008)

2.3 RENDIMIENTO DEPORTIVO

El rendimiento deportivo resulta ser un tema de progresión y constancia; que clarifica los progresos del entrenamiento, con la finalidad de tomar en cuenta las cualidades y déficits de los individuos en las diferentes disciplinas deportivas. Estudios direccionados sugieren 3 parámetros claves para la evaluación: la cinética del consumo de oxígeno (VO2), la contribución anaeróbica y la eficiencia mecánica gruesa. (Joyner & Coyle, 2008) Sin descuidar el peso y la composición corporal como factores influyentes del rendimiento óptimo en el ciclismo. (Robergs & Landwehr, 2002)

Los 3 parámetros fisiológicos nombrados contribuyen aportando información de manera independiente y a la vez confluyente; el consumo de oxígeno (VO2) y el umbral de lactato (umbrales ventilatorios), interactúan proporcionando información del tiempo que el metabolismo aeróbico o anaeróbico puede ser mantenido; en tanto que la eficiencia, determinará la potencia que puede llegar a generarse con una cantidad de energía dada. (Cuesta Beltrán de Lubiano, 2016)

2.3.1 Cinética del consumo de oxígeno.

El estudio de la cinética del consumo de oxígeno (VO2) hace referencia a los mecanismos fisiológicos responsables de la respuesta dinámica del VO2 al ejercicio y su subsiguiente recuperación. (Jones & Poole, 2005) El consumo de oxígeno (VO2) es la diferencia de concentración que existe entre el oxígeno inspirado y el espirado. (Chacón Rivas & Contreras Herneńdez, 2010)

El ejercicio aumenta la demanda de oxígeno por los tejidos, principalmente muscular, para la obtención de energía. El incremento de la intensidad del esfuerzo, hace que la hemoglobina en la sangre sature su capacidad de transporte de oxígeno y el VO2 no sigue subiendo, a este punto se le denomina VO2 máx. (Máximo consumo de oxígeno) (Cuesta Beltrán de Lubiano, 2016)

2.3.1.1 Consumo máximo de oxígeno.

El máximo consumo de oxígeno (VO2max.) está definido como la tasa más alta a la cual el oxígeno puede ser captado y utilizado por el cuerpo durante el ejercicio intenso, alcanzando una meseta y no se incrementa o lo hace ligeramente a pesar de un incremento en la intensidad del ejercicio (Chacón Rivas & Contreras Herréndez, 2010); es el método más común de demostrar un efecto de incremento de la capacidad cardiopulmonar. (Cuesta Beltrán de Lubiano, 2016) Refleja el límite superior de la capacidad aeróbica, influenciado por las adaptaciones cardiovasculares, fundamentalmente por el gasto cardiaco en una adaptación sistemática, con mayores dimensiones cardiacas. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006) (Cuesta Beltrán de Lubiano, 2016)

Los factores condicionantes de la variabilidad del consumo máximo de oxígeno son: (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006)

Genética: Condiciona hasta el 70% del VO2 máx.

Edad: El VO2 máximo se incrementa con la edad. El VO2 máx. se puede incrementar hasta los 25 años posteriormente desciende gradualmente. Independiente del estado físico posterior a los 25 años el VO2 máx. desciende un 10% por cada década. El descenso es mayor en personas activas debido a disminución de la masa muscular,

disminución de la frecuencia cardiaca y disminución del volumen sanguíneo, e incremento del sedentarismo.

Composición Corporal: Dependiente directo del peso magro, a mayor musculo, mayor VO2 máx. La presencia de sarcopenia (perdida muscular), generada por la edad y el sedentarismo reducen el VO2 máx. debido a menor volumen sistólico y menor riego sanguíneo.

Género: A cualquier edad el VO2 máx. siempre será mayor en el género masculino, debido a la composición corporal, factores hormonales, cardiovasculares, y concentración de hemoglobina.

Grado de acondicionamiento o entrenamiento físico: Sin duda alguna el estímulo adecuado constante puede generar cambios importantes hasta de un 20% de mejoría del VO2 máx. tanto en cardiópatas como en sujetos sanos; sin embargo en sujetos más entrenados los cambios son menores por la limitada adaptabilidad.

La evaluación del VO2max., requiere de la aplicación de un test específicos que genere un estrés fisiológico lo suficientemente adecuado para generar respuestas cardiopulmonares oportunas y eficientes, asegurando la utilización del metabolismo oxidativo, es decir el suministro de oxígeno a los músculos activos. (Niño, 2012)

FACTORES LIMITANTES DEL MÁXIMO CONSUMO DE OXÍGENO

Los factores fisiológicos que pueden limitar el VO2max. son: 1) la capacidad de difusión pulmonar, 2) el máximo gasto cardíaco, 3) la capacidad de transporte de

oxígeno de la sangre, y 4) las características del músculo esquelético. Los primeros tres factores pueden ser clasificados como factores “centrales”; el cuarto es llamado un factor “periférico”. (Joyner & Coyle, 2008) (Cuesta Beltrán de Lubiano, 2016)

1. La capacidad de difusión pulmonar: La limitación que puede producir el sistema respiratorio es causada por el rápido paso de la sangre por el sistema pulmonar, lo que teóricamente no permitiría una oxigenación completa de la sangre, disminuyendo la saturación arterial de oxígeno (hipoxemia); situación que es compensada por lo cambios del PH pulmonar y sanguíneo; y ha quedado completamente claro que está es una condición limitante en atletas altamente entrenados, en personas con asma y en personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), y afecta también a individuos que viven en altitudes entre 3000 y 5000 m.s.n.m.

En los individuos promedio, en el ejercicio a nivel del mar, los pulmones saturan adecuadamente la sangre arterial con oxígeno, durante el trabajo máximo, la saturación de oxígeno permanece cercana al 95%, sin caídas alarmantes (<75 %) que generen cianosis. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006) (Bassett & Howley, 2000)

1.1 Fatiga de los músculos respiratorios: Es la incapacidad de los músculos respiratorios para generar una presión pleural adecuada. Será evidenciada en situaciones en las que la competencia por el requerimiento de oxígeno por parte de los músculos respiratorios sea superada por el requerimiento de la musculatura esquelética implicada en la locomoción, descendiendo el rendimiento. Por lo tanto el trabajo respiratorio compromete la perfusión y oxigenación de la musculatura esquelética. El entrenamiento específico de la musculatura inspiratoria disminuirá la fatiga. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006) (Bassett & Howley, 2000)

2. El máximo gasto cardiaco: El máximo gasto cardiaco actuaría como un limitante del VO2 máx. debido a la fracción de eyección máxima cardiaca que llegaría a ser la principal causa de variación del VO2 máx. entre los individuos. Es importante que se entienda que la capacidad de bombeo del corazón es dependiente y determina su propio aporte de oxígeno.

Por lo tanto, si el gasto cardiaco alcanza su valor máximo y forma una meseta a pesar de un incremento de trabajo, ya no se incrementa el consumo máximo de oxígeno (VO2 máx.) y de continuar la carga de trabajo se generaría una hipoxia del miocardio, por lo tanto se ponen en marcha mecanismos cardiovasculares que se encargan del flujo coronario adecuado, limitando el VO2 máx. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006)

El sistema cardiovascular tiene que adaptarse para un aporte adecuado de oxígeno (O2) al músculo esquelético activo, situación sintetizada en la ecuación de Fick:

VO2 = (gasto cardíaco) x (diferencia arterio-venosa de O2). Significa que a mayor demanda de consumo de oxígeno se incrementa el gasto cardíaco (incrementa la frecuencia cardiaca y el volumen sistólico).

3. La capacidad de transporte de la sangre: Otro factor limitante del VO2 máx. es la concentración de hemoglobina (Hb), encargada de llevar oxígeno a los músculos. La hemoglobina contenida en los hematíes es la encargada del transporte del 97-98% del oxígeno (oxihemoglobina), el 2-3% restante es transportado disuelto en el agua del plasma y las células. La unión del oxígeno a la hemoglobina está determinada por la presión de oxígeno (PO2) en sangre y por la afinidad de la hemoglobina al oxígeno.

A nivel pulmonar la PO2 es de 100 mmHg y a nivel de sangre venosa es de 40 mmHg, dando lugar a la diferencia arterio- venosa. (100ml de sangre contienen 15g de Hb; y cada gramo se une a 1,34ml de O2). Por lo tanto a menor cantidad de hemoglobina menor cantidad de oxígeno transportado. La disociación del oxígeno de

la hemoglobina está determinada por el Efecto Bohr, curva de disociación de la Hb hacia la derecha, determinada por el descenso del Ph, el incremento de la PCO2, y el incremento de la temperatura. Otro factor importante que genera desplazamiento de la curva hemoglobina es el incremento del 2,3 Difosfoglicerato (2,3 DPG), producido en los hematíes durante el metabolismo anaeróbico, disminuyendo la afinidad de Hb por el oxígeno. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006)

4. Características del músculo esquelético: La presencia de mitocondrias para la oxidación a nivel de la masa muscular son además factores limitantes, el consumo de oxígeno estaría limitado si existe poca masa mitocondrial para utilizarlo, un entrenamiento aeróbico de 6 semanas mejora la actividad enzimática e incrementa el número de mitocondrias. (Bassett & Howley, 2000) (Cappa, D n.d.)

La capilaridad del músculo es también importante determinante para la distribución de oxígeno. A mayor capilaridad inducida por el entrenamiento, se mantiene o prolonga el tiempo medio de tránsito, mejorando el transporte de oxigeno (diferencia a-v de O_2) aún a una alta tasa de flujo sanguíneo muscular y eliminando los subproductos del metabolismo. (Cappa, D n.d.) (Bassett & Howley, 2000) (Weineck, 2005)

Datos realizados en deportistas de diferentes disciplinas con actividad aeróbica predominante, han determinado que los hombres no entrenados tienen unos valores relativos menores a 40 ml/kg/min., mientras que en el caso de las mujeres es de aproximadamente 32 ml/kg/min. En deportistas entrenados estos valores se sitúan entre los 55 a 60 ml/kg/min. para hombres y los 40 a 50 ml/kg/min. para mujeres. Los ciclistas de nivel profesional se mueven en unos valores entre los 70 y 80 ml/ kg/min. Coincidentes con los valores expuestos para perfiles óptimos en ciclistas de montaña. (Mar Franco, I. 2016)

2.3.2 Contribución anaeróbica.

El segundo parámetro fisiológico importante que ayuda a la valoración del rendimiento deportivo es la transición aeróbica- anaeróbica. Un entrenamiento deportivo adecuado va de la mano de una correcta planificación y control de las cargas de trabajo, tomando en cuenta el concepto de transición metabólica, es decir: "aquella intensidad de ejercicio por encima de la cuál comienza a aumentar de forma progresiva la concentración de lactato en sangre, a la vez que la ventilación se incrementa de una manera desproporcionada con respecto al consumo de oxígeno." (Cuesta Beltrán de Lubiano, 2016)

Las células musculares disponen para la síntesis de ATP (energía) de 3 mecanismos: 1.Sistema Fosfocreatina 2. Glucólisis anaeróbica 3. Sistema Oxidativo. Los primeros dos mecanismos pueden ser llevados a cabo en ausencia de oxígeno y el tercer mecanismo requiere la presencia de oxígeno.

El músculo decide qué sistema utilizar en función del esfuerzo ejercido. Nos existe una participación pura de un sistema energético, siempre se encuentran combinados con predominio de uno de ellos. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006)

Gráfico 1: Sistemas energéticos

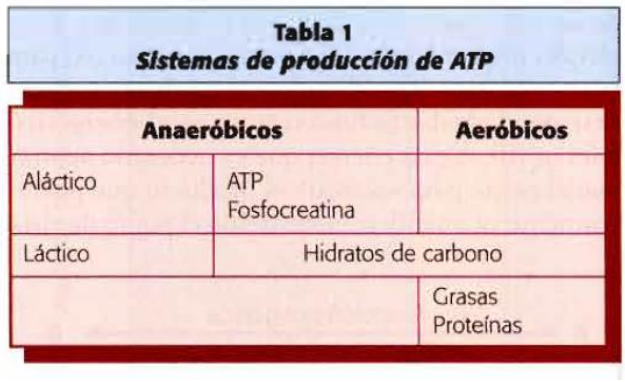


Tabla 1
Sistemas de producción de ATP

Anaeróbicos		Aeróbicos
Aláctico	ATP Fosfocreatina	
Láctico	Hidratos de carbono	
		Grasas Proteínas

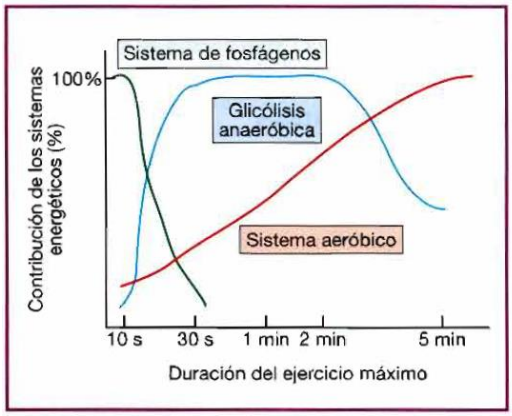
Fuente: López Chicharro, J., & Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Sistemas Energéticos. Cap. 3.pág.186. Médica Panamericana.

Elaborado por: Salvador. D.

Los hidratos de carbono y principalmente la glucosa, es el único sustrato con capacidad de aportar energía en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. Al proceso de obtención de energía a partir del glucógeno (glucosa almacenada) en ausencia de oxígeno se denomina glucólisis, y es conocido como un metabolismo anaeróbico láctico, a diferencia del metabolismo del sistema fosfocreatina conocido como anaeróbico aláctico.

Son fundamentalmente las Fibras Tipo I (rápidas) y los miocitos cardíacos captadores de lactato para posteriormente transformarlo en piruvato (combustible sanguíneo). (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006)

Gráfico 2: Contribución de los diferentes sistemas energéticos



Fuente: López Chicharro, J., & Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio.* Sistemas Energéticos. Cap. 3.pág.220. Médica Panamericana.

Elaborado por: Salvador. D.

El umbral anaeróbico es aláctico o láctico porque la energía se obtendrá del ATP, fosfocreatina, glucógeno o lactato, al ser fuentes muy limitadas los esfuerzos mantenidos son cortos. El metabolismo anaeróbico aláctico tiene una duración máxima al esfuerzo de 20 segundos, mientras que el metabolismo anaeróbico láctico mantiene un esfuerzo máxima de 3 minutos. (Mar Franco, 2006)

El inicio del metabolismo anaeróbico que ocurre durante el ejercicio pone en marcha una compleja fisiología que incrementa la concentración de lactato en sangre, acompañada de un descenso de la concentración arterial de Ph y bicarbonato, con un aumento del cociente respiratorio (RER), esto refleja el inicio de la glucolisis anaeróbica para la obtención de energía. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006) Tiene una fuerte relación con el riesgo a futuro de enfermedades cardio metabólicas en jóvenes y adultos, es además un medidor importante del proceso de entrenamiento para valorar las adaptaciones y la intensidad del ejercicio que se realiza. (Pacheco del Cerro et al., 2003)

El componente anaeróbico es más sensible al entrenamiento, en tanto que el VO2máx. es más dependiente de la genética. (Cuesta Beltrán de Lubiano, 2016) (Masferrer, 2014) El umbral ventilatorio se relaciona con el control metabólico (capacidad oxidativa) de los músculos periféricos.

Para la valoración del umbral anaeróbico, se aplica protocolos continuos o discontinuos con un escalón de carga que se mantenga el tiempo suficiente para alcanzar un estado estable (2-3 minutos), y continúe hasta el agotamiento y es expresado como concentración de lactato, frecuencia cardiaca, variables ventilatorias o intensidad de trabajo.

MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DEL UMBRAL ANAERÓBICO.

Los métodos para la determinación del umbral anaeróbico se clasifican en 3 grandes grupos en forma general: (Masferrer, 2014) (Subiela, 2007)

- **MÉTODOS VENTILATORIOS:** Se basa en la obtención de cambios generados por la compensación respiratoria de la acidosis láctica. Determina la relación de volumen espiratorio y el consumo de oxígeno. Los cambios ventilatorios se suscitarían por el incremento de la actividad neural originada desde la región motora subtalámica o el músculo activo , debido a la necesidad de un rápido reclutamiento cuando el trabajo se intensifica y las fibras musculares comienzan a fatigarse, o por la modificación en el VO2 y VCO2. (Feriche, 1996) (Subiela, 2007)

El análisis de variables ergo espirométricas, para determinar los umbrales ventilatorios (VT), transición aeróbica- anaeróbica, es válido para medir la pérdida del equilibrio ácido-base en el organismo, debido a que el aporte metabólico no es

netamente del oxígeno sino proviene de otras fuentes energéticas como la glucólisis. (Fernández, 2015) Es un reflejo de la transición de las llamadas Fase II- III, que corresponde a que cuando el equilibrio (Fase II) de eliminación de lactato se rompe (Fase III), y produce un incremento de la producción del lactato en sangre. (Subiela, 2007)

- MÉTODOS METABÓLICOS: Consiste en la determinación del umbral a través de la lactacidemia. Es la interpretación de las muestras de sangre obtenidas, antes, durante y después del ejercicio. Se considera que el valor de 4mMol/l (Mader 1976) como la concentración de lactato a partir de la cual, al incrementar la intensidad de trabajo se dispara su producción dificultando su metabolismo, generando fatiga y posterior parada del ejercicio. Sin embargo este punto de corte (4 mMol/l) que dispara la producción de lactato en el ejercicio continuo, varía individualmente. (Feriche, 1996) (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006) (Departamento de Educación Física y Deportiva. & Asociación Española de Ciencias del Deporte, 2010)

- OTROS MÉTODOS: Determinación a través de la frecuencia cardiaca, registro electromiográfico, concentración iónica en la saliva (menos precisos), y el método del doble producto (frecuencia cardiaca y presión arterial sistólica).

En teoría el umbral anaeróbico representa la máxima velocidad metabólica en la que el lactato puede ser eliminado del músculo, manteniendo un trabajo por tiempo indefinido. El umbral anaeróbico se expresa en el porcentaje (%) del VO2 máx. al que es alcanzado; pues no es quien tenga el VO2 máx. más elevado quien gane la competencia sino quien pueda mantener niveles más altos de VO2 máx. por mayor tiempo. (Feriche, 1996) (Subiela, 2007)

De los datos obtenidos en ciclistas de nivel medio muestran umbrales anaeróbicos entre el 70- 80% del VO2 máx., mientras que los ciclistas de nivel más elevado el umbral ventilatorio se sitúa entre el 80-90% del VO2 máx. (Mar Franco, 2016)

El entrenamiento sobre el umbral anaeróbico se enfoca en entrenamientos intensivos y de repeticiones, permite conseguir se retrase la aparición del umbral anaeróbico. La recuperación posterior a este entrenamiento requiere de 48-72horas. (Mar Franco, 2016) La importancia del entrenamiento en anaerobiosis es que permite una mejora en la capacidad de producción y amortiguación de los niveles ácidos y un proceso de desarrollo de las enzimas anaeróbicas. (Mar Franco, 2016)

2.3.3 Eficiencia mecánica

La eficiencia, definida como la relación entre el trabajo generado y el costo energético metabólico total, es considerada un determinante clave del rendimiento del ciclismo. (Joyner & Coyle, 2008) Evalúa la capacidad para convertir la energía disponible en trabajo mecánico. La adaptación supone mejora de la eficiencia tanto para regular los esfuerzos como para la utilización de sustratos energéticos adecuados.

La eficiencia mecánica bruta también varía de una persona a otra, pero en una cantidad algo menor en comparación con la carrera (es decir, 20-30%), la eficiencia depende en gran medida de la velocidad de respuesta del sistema nervioso central sobre la fibra muscular, expresado en la velocidad de acción del sarcómero y del acortamiento de la fibra muscular. El patrón de reclutamiento muscular es importante para la eficiencia mecánica, habiendo sido demostrado que las fibras tipo I son más eficientes y resistentes a la fatiga que las tipo II. (Coyle, Sidossis, Horowitz, & Beltz, 1992) La mejora en la eficiencia bruta es debido al incremento de fuerza resultante de la hipertrofia muscular. (Cuesta Beltrán de Lubiano, 2016)

Se ha demostrado que la eficiencia mecánica es poco entrenable, por lo tanto en el mejor de los casos la mejora alcanzada podría llegar a ser de 1 a 3% anual.

Junto con la eficiencia es importante definir los vatios (W), pues son la de unidad de medida de la potencia, es decir la fuerza generada sobre los pedales, permitiéndonos conocer lo potentes y eficientes que somos al pedalear siempre asociando a la duración (tiempo) del esfuerzo; pero en aquellos ciclistas que realizan competencias en terrenos irregulares la composición corporal es importante porque se debe estimar la relación potencia/peso; así lo lógico es entrenamientos que disminuyan grasa corporal y ganen masa muscular, mejorando el rendimiento deportivo. (Yago, 2018) (Thomas, 2017)

BIOMECÁNICA DEPORTIVA

Parte de la eficiencia mecánica es la biomecánica deportiva; que es una disciplina que estudia la fuerza que desarrollan los músculos aplicados a las palancas óseas del atleta. La biomecánica busca perfeccionar la maquinaria humana para maximizar el rendimiento con el gesto deportivo. (Castellote, 1986)

El alcanzar la biomecánica óptima depende de la personalización de medidas y angulaciones que satisfacen las necesidades anatómico- funcionales del ciclista sobre su bicicleta. (Korff, Romer, Mayhew, & Martin, 2007) (García-López et al., 2009) (Veloz, 2015)

La biomecánica involucra parámetros cinéticos, cinemáticos y aerodinánimos, debido a que el rendimiento se evalúa durante el movimiento no en estática únicamente, principalmente se enfoca en los tres puntos principales de apoyo entre el ciclista y la bicicleta: sillín, manillar y pedal, porque influyen directamente en la posición sobre la bicicleta. (Veloz, 2015)

En el ciclismo de montaña la biomecánica analizada sugiere una posición ligeramente más baja y hacia atrás con respecto a otras modalidades de ciclismo, debido a que permite bajar el centro de gravedad logrando un mejor control de la bicicleta, y un pedaleo más seguro en zonas irregulares, movimientos rápidos ejerciendo peso en la parte posterior. (Monroy, A. Saez, 2011) (Yago, 2018)

La interacción entre la parte inferior del cuerpo y el tronco son importantes pues es el área donde se ejercerá la fuerza, sugiriendo una postura con hombros hacia abajo codos flexionados y relajados, un agarre ligero del manillar para permitir una movilidad rítmica en bloque del tronco, repercutiendo así en una mayor eficiencia de pedaleo. (Monroy, A. Saez, 2011)

2.4 COMPOSICIÓN CORPORAL

El peso y la composición corporal, son dos factores importantes que contribuyen para evaluar la adaptabilidad al entrenamiento de un deportista, y están relacionados con el éxito deportivo, de tal manera que guía al entrenador a individualizar programas de entrenamiento. (Robergs & Landwehr, 2002) Cada deporte exige ciertos parámetros corporales “ideales” que incrementan la capacidad de desempeño.

El análisis de la composición corporal y el peso corporal ha permitido proponer una clasificación a los deportes sensibles al peso:

Deportes gravitacionales: Aquellos en los que el desarrollo de la musculatura es muy importante, para generar movimiento, pero el exceso de peso restringe el rendimiento. (Velocistas, ciclistas de montaña, futbolistas).

Deportes de categorías por peso: Disciplina en las que el peso corporal determina las categorías de competición, por ejemplo: Taekwondo- Judo- Boxeo.

Deportes estéticos: Son aquellos deportes en los cuales la perfecta ejecución de rutinas o ejercicios del deporte están en relación con valores ideales de la composición corporal. (Gimnasia- baile- nado sincronizado).

2.4.1 Definición de peso y composición corporal.

PESO CORPORAL: El término adecuado es masa corporal, definida como la magnitud que expresa el contenido en materia de un cuerpo. Mientras que el peso corporal es la fuerza con la que el cuerpo es atraído hacia el centro de la tierra, siendo igual a la masa del cuerpo por la intensidad de la gravedad. (Canda, 2012)

COMPOSICIÓN CORPORAL: Se define como el conjunto de medidas corporales como peso, estatura, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros corporales que permiten predecir la distribución de los elementos que conforman la masa corporal. (Antonio et al., 2011), los parámetros empleados, dividen al cuerpo en distintos componentes: 2 componentes (Masa grasa y masa magra); 3 componentes (grasa, densidad mineral, tejido magro); 4 componentes (tejido muscular, adiposo, óseo y otros tejidos).

MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

La composición corporal puede ser evaluada por distintos métodos

Directos: Disección cadavérica.

Indirectos: No manipulan los tejidos a ser evaluados, por los que su análisis es in vivo y a través de equipos poco accesibles, limitados y de alto costo económico. Los principales son: tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética nuclear (RMN), absorciometría dual de rayos X (DXA) y la plestimografía, debido a que son utilizadas en la investigación y en los medios clínicos. (Alvero, Acosta, Fernández, & García, 2005)

Métodos doblemente indirectos: Tenemos a la impedancia eléctrica. Este método es utilizado para medir la composición corporal in vivo y de manera general, es sencillo, seguro, de fácil interpretación, práctico y con menor coste financiero, permitiendo el empleo en investigaciones y estudios epidemiológicos.

La Bioimpedancia se basa en medir la resistencia que los distintos tejidos del cuerpo ejercen al paso de una corriente eléctrica de baja intensidad y frecuencia. La conductividad eléctrica es mayor en el tejido magro debido a un mayor componente de agua y electrolitos; en comparación con el tejido adiposo. (Moreno, Benito, Gandoy, & Antoranz, 2001) (Martinez,J. Urdampilleta, 2012)

2.4.2 Cineantropometría.

La Cineantropometría o Kineantropometría ha sido definido como una especialidad científica que aplica métodos para la medición del tamaño, la forma, las proporciones, la composición, la maduración y la función bruta de la estructura corporal. Es un método, sencillo, no invasivo que se basa en el empleo de medidas básicas (peso, estatura), pliegues cutáneos, diámetros y circunferencias corporales, fue creado por factibilidad y accesibilidad de costo. (Antonio et al., 2011) (Canda, 2012) (ISAK, 2001)

La antropometría es fundamental en las Ciencias Deportivas, ya que tomando en cuenta lo dicho anteriormente, su estudio posibilita determinar las características morfológicas de los sujetos, tamaño del cuerpo, proporciones, etc., que son variables fundamentales en el rendimiento y aptitud física. (ISAK, 2001)

Con el objetivo de minimizar el error e incrementar la confiabilidad, se desarrolló en 1986, la Sociedad Internacional para el avance de la cinantropometría *(International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK))*, encargada de realizar protocolos y capacitaciones que certificaban la idoneidad de poder realizar este método. Esta estandarización reduce hasta en 7 veces el error. Es un método de dos componentes: masa grasa y masa magra, el más empleado para valoración de composición corporal de los deportistas. (ISAK, 2001) (Pacheco del Cerro et al., 2003)

MASA GRASA: Es un componente indispensable para cumplir funciones vitales (hormonales y metabólicas); sin embargo genera incremento del peso corporal, y cuando sobrepasa sus límites de aceptabilidad (deportistas), limita el rendimiento físico. Este compartimento es susceptible de presentar variaciones en el sujeto de acuerdo a su edad, sexo y factores ambientales. (Pacheco del Cerro et al., 2003)

La masa grasa está determinada por el número de adipocitos que son alcanzados durante la pubertad, por lo tanto la masa grasa corporal y las modificaciones que realiza el ejercicio son a nivel del tamaño de los adipocitos, no del número.

La grasa por su localización se diferencia en grasa subcutánea (debajo de la piel, mayor cantidad almacenada), representa el 27 al 50% del total de las reservas de grasa en el organismo, y grasa interna o visceral. Según sus funciones en el organismo, puede también dividirse en grasa esencial y de almacenamiento. (Pacheco del Cerro et al., 2003) (Canda, 2012)

El estudio de la grasa corporal en los deportistas es importante, ya que en cada deporte existe una cantidad idónea de grasa, que facilitan el rendimiento físico. (Canda, 2012)

MASA LIBRE DE GRASA: La masa magra o masa libre de grasa, representa el 80%, está constituida por: huesos, músculos, agua extracelular, tejido nervioso y todo lo que no sea masa grasa; contiene los componentes funcionales del organismo implicados en los procesos metabólicamente activos. (ISAK, 2001) (Canda, 2012)

La **masa ósea**, la que forma los huesos, constituye un 14% peso total y 18% de la masa magra.

La **masa muscular** o músculo esquelético (40% del peso total) es el componente más importante de la masa magra (50%), ha llegado a ser de mayor interés por el desarrollo alcanzado para cada disciplina deportiva, más que la grasa corporal. En el ciclismo un bajo porcentaje de grasa corporal, asociado a segmentos corporales de mayor longitud y alto porcentaje de masa magra, determinan un perfil óptimo.

El VO2máx. depende en gran medida de la composición corporal, especialmente del peso magro; y su mayor componente que es la masa muscular, a mayor desarrollo muscular y con un entrenamiento de actividad con intensidad moderada y alta, se evidencian mayores niveles de VO2 máx. (Canda, 2012)

Dado que el músculo pesa más que la grasa, influye más en el peso corporal total. Por lo tanto un aumento de peso puede ser producto de una mayor musculatura, razón por la cual el índice de masa corporal no es un parámetro útil para la valoración en deportistas. (Canda, 2012) (ISAK, 2001)

RECOLECCIÓN DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS:

Acorde al protocolo ISAK, los parámetros establecidos para la recolección señala que las medidas deben tomarse del lado derecho, sin que haya diferencia significativa si se toma del lado derecho como del izquierdo. (ISAK, 2008) En el caso

de los deportistas y grupos de investigación se puede optar por el uso del perfil antropométrico restringido que se compone de 17 dimensiones antropométricas:

- Peso.

- Estatura.

- Ocho pliegues cutáneos: tríceps, subescapular, bíceps, ileocrestal, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial.

- Cinco perímetros (circunferencias): brazo relajado, brazo flexionado y contraído, cintura, cadera, pierna (máxima).

- Dos diámetros óseos: húmero y fémur.

TÉCNICA DE TOMA DE MEDIDAS BÁSICA: (ISAK, 2001) (Canda, 2012)

Estatura: Corresponde a la distancia entre el vértex y el plano de sustentación, según el plano sagital. El antropómetro debe situarse perpendicular al plano de sustentación, y el sujeto debe estar en posición anatómica según se indica en la definición del punto vértex. (Ross yMarfell-Jones, 1991)

Peso: Con una balanza digital, que presentaba una precisión de 100 g, con poca ropa sin zapatos, situado de espaldas a la balanza.

TÉCNICA DE TOMA DE PLIEGUES DE GRASA: (ISAK, 2001) (Canda, 2012)

Los pliegues de grasa se midieron con un plicómetro, con una precisión de 0.2mm. La técnica de medida se aplica para todos los pliegues:

Después de localizar el punto a medir con precisión (señalándolo correctamente), se pinza el pliegue de grasa con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda (los diestros), asegurándose de pinzar únicamente tejidos epitelial y adiposo, y nada de masa muscular. Seguidamente se aplica el medidor de grasa un centímetro por debajo del punto de pinzamiento, manteniendo el calibre sujetando el pliegue durante dos segundos, leyéndose la medida antes de retirar el calibre.

Pliegue del bíceps: El pliegue se pinza en la parte anterior del brazo, verticalmente y a la distancia media entre el acromion y el punto radial.

Pliegue del tríceps: El pliegue se pinza en la parte posterior del brazo, verticalmente ya la distancia media entre el acromion y el punto radial.

Pliegue subescapular: Se toma justamente debajo del borde inferior de la escápula, formando un ángulo de 45° respecto al plano horizontal y desde dentro hacia afuera.

Pliegue supra espinal: Se localiza en la intersección formada por la línea del borde superior del íleon y una línea imaginaria que va desde la espina ilíaca antero superior hasta el borde axilar interior. Se sigue la línea natural del pliegue medialmente hacia abajo formando un ángulo de 45° con la horizontal. (Aragonés, Casajús, Rodríguez Guisado y Cabanas, 1993)

Pliegue abdominal: Se mide verticalmente, entre 3 y 5 centímetros del ombligo y en el lado derecho. (Ross y Marfell-Jones, 1991)

Pliegue del muslo anterior: Con el sujeto sentado y las piernas formando un ángulo de 90 grados, se toma el pliegue verticalmente y a la distancia media entre el pliegue inguinal y el borde superior de la patela. (Ross y Marfell-Jones, 1991)

Pliegue medial de la pierna o de la pantorrilla: Se mide en la parte lateral interna de la pierna, a la altura del máximo perímetro de ésta y verticalmente. (Ross y Marfell-Jones, 1991)

TÉCNICA DE MEDICIÓN DE DIÁMETROS ÓSEOS: (ISAK, 2001) (Canda, 2012)

El diámetro óseo es la distancia tomada en proyección entre dos puntos óseos de referencia, nos van a definir el tamaño y forma de la estructura ósea.

Biepicondilar del húmero: Distancia lineal entre la cara más lateral del epicóndilo humeral lateral y la cara más medial del epicóndilo medial.

Biepicondilar de la muñeca: Corresponde a la medición hecha desde el borde lateral del epicóndilo cubital al epicóndilo radial, con el brazo derecho en extensión al frente con la muñeca en hiperextensión.

Diámetro bicondíleo del fémur: El diámetro bicondíleo del fémur es la máxima distancia tomada en proyección entre los cóndilos femorales. Representa la anchura o diámetro de la rodilla.

TÉCNICA DE MEDICIÓN DE LOS PERÍMETROS MUSCULARES: (ISAK,2001) (Canda, 2012)

Los perímetros o circunferencias son las medidas de los contornos a diferentes niveles corporales y perpendiculares al eje longitudinal del segmento, se emplea una cinta antropométrica y la medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm. Mediante ellos se realiza la valoración y seguimiento del desarrollo muscular característico de cada especialidad deportiva.

Perímetro del brazo: El perímetro del brazo es la circunferencia tomada a nivel meso braquial, punto medio entre acromion y radial. También se le denomina perímetro de brazo relajado y de brazo medio, indica el grado de desarrollo muscular braquial.

Perímetro del brazo flexionado y contraído: El perímetro del brazo flexionado y contraído es la mayor circunferencia obtenida durante la máxima contracción activa de la musculatura del brazo estando el hombro y el codo flexionados.

Perímetro abdominal: El perímetro abdominal es la circunferencia tomada a nivel del punto medio de la cicatriz umbilical (onfalio).

Perímetro de la cadera: El perímetro de la cadera es la circunferencia tomada a nivel de la máxima prominencia glútea.

Perímetro de la pierna: El perímetro de la pierna se define como la máxima circunferencia tomada en la pierna cuando esta se encuentra relajada.

MATERIAL ANTROPOMÉTRICO:

El material a ser utilizado debe tener varias consideraciones que den fiabilidad (Martínez & Urdampilleta, 2012), así: El material será calibrado y; comprobada su exactitud antes de iniciar la toma de medidas, siguiendo un orden práctico y cómodo.

Se requerirá principalmente de:

- **Báscula** con precisión de 100 g
- **Tallímetro de pared o estadiómetro** (precisión 1 mm).
- **Plicometro**: precisión 0,2 mm.
- **Paquímetros de diámetros óseos pequeños**: Calibres adaptados con una precisión 1 mm.
- **Cinta métrica**: Metálica, estrecha e inextensible (homologada), con precisión 1 mm.
- **Lápiz demográfico**: para la señalización de los puntos anatómicos y referencias antropométricas.
- **Material Auxiliar**: cajón antropométrico de aproximadamente 40cm de alto x 50cm de ancho x 30 cm de profundidad, para facilitar la medición de algunas variables.

El protocolo de mediciones antropométricas para que los datos obtenidos tengan mayor fiabilidad, recomienda:

- Utilizar ecuaciones que hayan sido validadas en la población en estudio, para reducir el error debido al efecto de las variaciones poblacionales; por ejemplo ecuaciones diseñadas para el cálculo de porcentaje de grasa corporal en deportistas Cárter (1982), basadas en datos de Yuhasz 1974.

- Seleccionar la combinación de pliegues cutáneos adecuada, para garantizar la representatividad de la adiposidad general. El número de pliegues a tener en cuenta debe ser de seis como mínimo y su localización equitativa entre el tronco y las extremidades, para equilibrar las variaciones individuales de distribución de la grasa corporal, perfil restringido, y que es el de mayor uso para este tipo de investigaciones, y que contempla las medidas básicas que deben ser recogidas en todo estudio antropométrico para la obtención de la composición corporal y somatotipo. (ISAK, 2001) (Canda, 2012)

CAPÍTULO III

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1 Justificación.

El entrenar sin nociones básicas de una planificación y valorar los avances por percepciones, son una práctica que los aficionados al ciclismo están dejando atrás. Entender que una buena valoración funcional del entrenamiento y consigo del estado de salud del deportista disminuye en gran medida el riesgo de lesiones musculo-esqueléticas, acumulación de fatiga y perdida de capacidades funcionales, llevan a la búsqueda de un entrenamiento planificado y controlado para lograr un mayor estado morfo funcional. (De Narvaéz, 2018) (Canda, Lillo, López−Illescas, & Montalvo, 2010)

Las investigaciones en torno a la influencia de factores fisiológicos y antropométricos en ciclistas de nivel competitivo y profesional, permiten tener una idea clara de cuáles son las directrices a seguir para lograr los objetivos trazados y comparar mejores resultados obtenidos con características fisiológicas entrenadas e innatas que se han desarrollado. (Santana, 2006)

El contar con los datos de un equipo de ciclismo aficionado, del que forman parte deportistas que no tienen dedicación exclusiva al ciclismo y que compaginan con más tareas (trabajo , estudios, familia); pero que cuenta con importantes logros deportivos a nivel competitivo- aficionado, y tienen un entrenamiento deportivo formal impartido por un entrenador con formación académica y que es parte del equipo, permite conocer datos importantes que direccionen a varios entrenadores de equipos aficionados de ciclismo a enfocarse en las mejores características de los resultados obtenidos de las

correlaciones de las variantes fisiológicas y antropométricas analizadas, dando lugar a una planificación de los entrenamientos más adecuada, provocando resultados más acelerados y diferentes, para alcanzar el objetivo deportivo.

3.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Las variables antropométricas están relacionadas con un mejor rendimiento físico en ciclistas aficionados del equipo "ALMA TEAM", del Distrito Metropolitano de Quito?

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 Objetivo general.

Correlacionar las variantes antropométricas en el rendimiento deportivo de los ciclistas aficionados del equipo "Alma Team" del Distrito Metropolitano de Quito.

3.3.2 Objetivos específicos.

- Describir parámetros antropométricos que registran mejores resultados en las variables fisiológicas del rendimiento deportivo de los ciclistas aficionados del equipo "Alma Team", del Distrito Metropolitano de Quito.

- Identificar adaptaciones fisiológicas alcanzadas que puedan ser consideradas como parámetros predictivos de un mejor rendimiento deportivo.

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADOR	ESCALA	NATURALEZA DE LA VARIABLE	MEDIDA ESTADÍSTICA
Género	Condición orgánica que distingue hombres y mujeres.	Características fenotípicas	1. Masculino 2. Femenino	Cualitativa Nominal Dicotómica	Porcentaje
Consumo máximo de oxigeno absoluto (VO2 máx.) (maximal)	Máxima capacidad del organismo para extraer, transportar y utilizar oxígeno del aire inspirado en una situación de esfuerzo máximo.	VO2 máx. : LO2/min (absoluto)	4,6 LO2/min (varones) 4 LO2/min (mujeres)	Cuantitativa Continua	Promedio Media Mediana Mínima Máxima

Consumo máximo de oxigeno relativo (VO2 máx.) (maximal)	Máxima capacidad del organismo para extraer, transportar y utilizar oxígeno del aire inspirado en una situación de esfuerzo máximo. Interviene el peso del ciclista e indica el consumo por kilo de peso.	VO2 máx.: mlO2/kg/min (relativo)	72-82 mlO2/Kg/min (varones ciclistas) >61,4 mlO2/Kg/min (mujeres ciclistas)	Cuantitativa Continua	Promedio Media Mediana Mínima Máxima
Carga de trabajo (Unidad de Potencia) (maximal y submaximal)	Equivale a la cantidad potencia capaz de conseguir una producción de energía modificando los diferentes parámetros de estudio en función del protocolo seleccionado.	Watts	303 Watts (Mujer) 271 Watts (Hombre).	Cuantitativa Discreta	Promedio Media Mediana Mínima Máxima

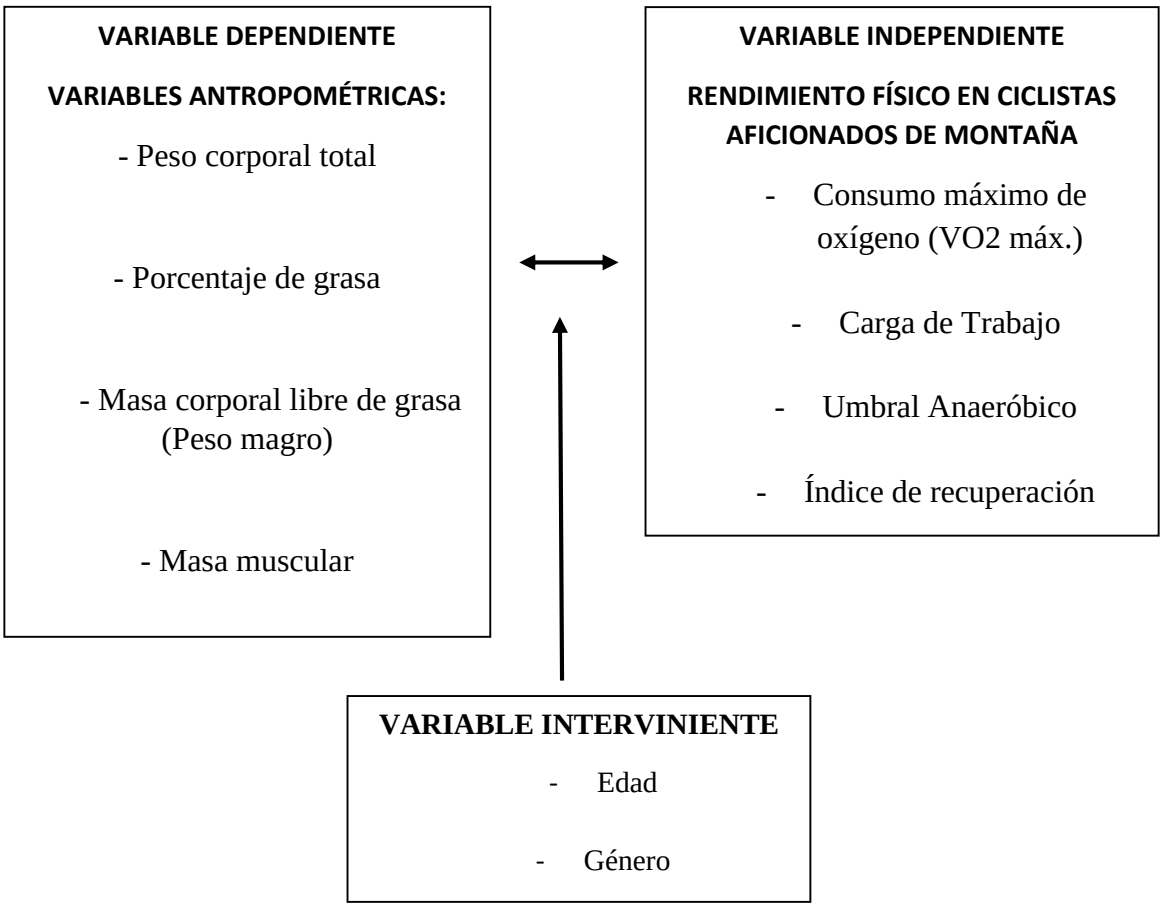
Pulso de Oxígeno (submaximal)	Es un índice de eficiencia del transporte de oxígeno en la sangre (volumen sistólico) en un ciclo cardíaco completo (latido).	ml/latido (mililitro/latido)	9-10 ml/lat. (sedentario) 25 ml /lat. (entrenados)	Cuantitativa Discreta	Promedio Mediana DE Mínima Máxima
Umbral ventilatorio aeróbico (VT1) (submaximal)	Punto en el cual la ventilación se intensifica de forma desproporciona da con respecto al consumo de oxígeno. Aumento de la relación VE/VO2, sin aumento simultaneo de la relación ventilación producción de dióxido de carbono (VE/CO2).	Porcentaje del consumo de oxígeno (VO2) máximo alcanzado por el deportista, en el que se evidencia este cambio en la ergo espirometría.	76% del VO2 máximo de oxígeno en deportistas entrenados.	Cuantitativa Continua	Promedio Mediana DE Mínima Máxima
Umbral ventilatorio anaeróbico (VT2) (submaximal)	Nivel de ejercicio en el que la producción energética aeróbica es suplementada por mecanismos anaeróbicos y se refleja por un incremento del	Porcentaje del consumo de oxígeno (VO2) máximo alcanzado por el deportista, en el que se evidencia este cambio en la ergo espirometría.	>80%: buen nivel de entrenamient o <40%:limita ción cardiocircula toria al esfuerzo.	Cuantitativa Continua	Promedio Mediana DE Mínima Máxima

	lactato en sangre. Aumento no lineal de la relación VE/VO2, con aumento simultaneo de VE/CO2.				
Índice de recuperación (maximal)	Es la diferencia de frecuencia cardiaca en pico de esfuerzo y la medida en un periodo fijo tras el cese de la actividad física. $IR = \frac{FC\ alcanzada\ máx - FC_{1,2,3,4}}{FC\ máx\ teórica/FC\ máx\ alcanzada}$ (Lamiel- Luengo)	Cálculo realizado con el registro de la frecuencia cardiaca en reposo, frecuencia cardiaca máxima alcanzada, frecuencia cardiaca máxima teórica, frecuencia cardiaca al 1 minuto y a los 3 minutos post esfuerzo.	IR 1 minuto ciclistas: 41,8 +/- 12 IR 3 minuto ciclistas: 73,8 +/- 13	Cualitativa Nominal	Porcentaje
Peso Corporal Total	Medida de un cuerpo, por acción gravitacional.	Kg	69 +/- 8 Kg (Hombres-ciclista de montaña) 62 +/- 4 Kg (Mujeres-ciclista de montaña)	Cuantitativa Continua	Promedio Mediana DE Mínima Máxima
Porcentaje de Grasa corporal	Fracción de la masa corporal que corresponde a la masa grasa, calculado por medición de pliegues subcutáneos (plicometria).	Porcentaje obtenido de la ecuación Yuhatz	13 % para Mujeres Ciclistas 8,5 % para Hombres Ciclistas	Cualitativa Nominal	Porcentaje

Masa corporal libre de grasa (peso magro)	Incluye los tejidos y componentes que están funcionalmente involucrados en la producción y conducción de la fuerza.	Kg	49 Kg (mujeres-ciclismo de montaña) 67 Kg (hombres-ciclismo de montaña)	Cuantitativa Continua	Promedio Media Mediana Mínima Máxima

Elaborado por: Salvador D. (2018)

3.4.2 Matriz de variables.



3.4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población del estudio estuvo representada por 30 ciclistas aficionados de nivel competitivo que forman parte del equipo "Alma Team" del Distrito Metropolitano de Quito, conformado por hombres y mujeres con edades comprendidas entre los 24 y 57 años de edad, sin una dedicación exclusiva al ciclismo de montaña, en su mayoría con título universitario, con dedicación aproximadamente de 7 horas semanales al entrenamiento distribuidas en sesiones de 2 horas aproximadamente, coordinadas por el entrenador e integrante del equipo Licenciado Xavier Martínez, que prepara rutinas de entrenamiento diferenciadas según el nivel de los integrantes, planificando y evaluando el progreso periódicamente.

Tienen participación en competencias abiertas de ciclismo de montaña, como mínimo 2 anuales, en su gran mayoría llevan más de seis meses de entrenamiento regular. El equipo Alma Team se ha caracterizado porque sus integrantes en repetidas ocasiones forman parte de los 10 primeros lugares en los registros de competencias destacadas como: "Reto Salud", "Tour Montaña Zuleta", "Tour Montaña Illinizas", "Vuelta a la Sultana", "Duatlon Xcross Romerillos", entre otras; en las cuales ciclistas de todo nivel y diferentes grupos de entrenamiento participan.

3.5 MUESTRA

Fueron seleccionados 30 ciclistas aficionados pertenecientes al equipo "Alma Team" del Distrito Metropolitano de Quito, que corresponde al total de inscritos del equipo.

3.6 MÉTODO DE MUESTREO

El método de muestreo empleado fue no probabilístico por conveniencia.

3.7 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

3.7.1 Criterios de inclusión.

- Sujetos que formen parte del equipo “Alma Team” del Distrito Metropolitano de Quito
- Sujetos mayores de 18 años de edad;
- Sujetos con más de 1 mes de pertenecer al equipo.
- Sujetos sin cardiopatías o enfermedades contraindicadas para la realización de la prueba de esfuerzo.
- Sujetos que acepten ser parte del estudio y firmen el consentimiento informado.

3.7.2 Criterios de exclusión.

- Sujetos que no formen parte del equipo “Alma Team” del Distrito Metropolitano de Quito.
- Sujetos menores de 18 años de edad y sujetos mayores de 60 años.
- Presencia de cardiopatías detectadas en el electrocardiograma de reposo.

- Formar parte del equipo “Alma Team”, menos de 1 mes de entrenamiento.

- Sujetos que se nieguen a formar parte del estudio y/o no firman el consentimiento informado.

3.8 CONTEXTO

El equipo ALMA TEAM se formó en el año 2012, con la finalidad de ser el mejor club deportivo caracterizado por entrenamientos planificados con criterio científico y metodológico para diferentes niveles de ciclistas y convertirlos en referentes a nivel nacional e internacional en su modalidad, comandado por el Lcdo. Xavier Martínez profesional de la Actividad Física, Deportes y Recreación.

La dinámica del equipo se realiza generando clases y entrenamientos recreativos o competitivos para ciclismo, modalidad de Ciclismo de Montaña, en distintas locaciones: Parque Metropolitano, rutas urbano-rurales, gimnasio.

Se manejan diferentes niveles de entrenamiento, cada uno con su exigencia acorde a las necesidades y metas que persiguen los deportistas del ALMA TEAM. En la actualidad el ALMA TEAM es considerado unos de los equipos referentes del país por su nivel y calidad de trabajo, calidad humana de los individuos, nivel deportivo logrado, entre otros.

Una de las mayores fortalezas del equipo ALMA TEAM ha sido mantener programas de entrenamiento planificados, metodológicos, alcanzables y evaluados; aspecto de vital importancia que ha sido ratificado con los logros alcanzados.

3.9 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo, no experimental.

3.9.1 Tipo de estudio.

Este trabajo es un estudio de tipo transversal de correlación.

3.9.2 Procedimiento de recolección de datos.

Con la aprobación previa de la Magister Elida Hidalgo directora de la Secretaría del Deporte y el Departamento de Fisiología del Deporte coordinado por el Dr. Juan Santamaría, para poder realizar el proyecto de investigación. Se organizó una reunión en la que se explicó claramente el propósito del estudio: correlacionar los valores antropométricos y el rendimiento deportivo; se procedió a dar información de la naturaleza de los tests a realizar (toma de medidas corporales y prueba de esfuerzo sobre la bicicleta estática con medición de gases respiratorios); tomando en cuenta las indicaciones, contraindicaciones y posibles efectos adversos que puedan ocurrir; además de la explicación adecuada y de la familiarización con el equipamiento con el que se cuenta en el Departamento de Fisiología del Deporte, de la Secretaría del Deporte en caso de alguna eventualidad, aceptaron de manera libre y voluntaria, participar en el estudio.

Para la obtención de los datos a los 30 integrantes del equipo “ALMA TEAM” en el Departamento de Fisiología del Deporte, de la Secretaría del Deporte de la República del Ecuador; se les realizó una ficha médico-deportológica, un electrocardiograma en reposo; con el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión establecidos se procedió a la firma del consentimiento informado;

posteriormente se realizó la valoración antropométrica y, la aplicación de un test incremental maximal en rampa para población entrenada (previa familiarización con el equipamiento), se usó un cicloergometro electromagnético (Excaliburg sport, Ergoline), aplicando las recomendaciones establecidas.

A cada uno de los participantes; 4 días antes se les informó su fecha de participación e indicando: No ejercicio 48 horas previas a la prueba, el día previo a la evaluación mantener hidratación y condiciones habituales, descanso mínimo de 8 horas, ropa cómoda, ingerir una comida ligera baja en grasa 2 horas antes del test de esfuerzo, no consumo de cafeína.

El día de la evaluación, para obtener características cronobiológicas similares se estandarizó el horario de toma de datos entre las 8 am y las 15:00 pm, para todos los grupos, bajo condiciones similares de temperatura (16- 21ºC), humedad (23 - 60%); cada grupo conformado por 5 participantes contó con la presencia de 3 médicos especializados en Medicina del Deporte y 2 ayudantes relacionados con el ámbito médico (médicos residentes y fisioterapeuta) que previamente fueron capacitados para la toma de medidas antropométricas.

3.9.3 Plan de análisis de datos.

Una vez completada la base de datos recolectados de Microsoft Excel, se procedió al análisis estadístico usando el programa SPSS 2.0.

El análisis univarial: Se inició con datos estadísticos descriptivos de las variables del estudio. Para las variables cuantitativas se calculó el promedio, desviación estándar, rangos y valores máximo y mínimo, expresándolos en tablas de frecuencia. Para las variables cualitativas se empeló frecuencias absolutas y porcentajes en gráficos de sectores e histogramas.

Para el análisis bivarial en las variables cuantitativas se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables antropométricas y el rendimiento deportivo de los participantes, para obtener una significancia estadística con un valor de p menor a 0,5 de correlación entre variables antropométricas y rendimiento deportivo.

3.9.4 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.

3.9.4.1 Métodos.

Observacional de Laboratorio:

Para este estudio se utilizó el método transversal de correlación, se recopiló información en una ficha médico-deportológica adjuntándose un electrocardiograma en reposo; se procedió a la firma del consentimiento informado, posteriormente se realizó la valoración antropométrica, aplicando la normativa ISAK (perfil restringido) y, la aplicación de un test incremental maximal en rampa para población entrenada.

Método estadístico:

El método estadístico como apoyo y herramienta que permitió organizar la información obtenida y el empleo de la correlación de Pearson deseada.

Documental bibliográfico:

El análisis bibliográfico del proyecto de estudio y a su vez con el debido respaldo teórico, permitieron establecer parámetros comparables con un perfil óptimo de rendimiento acorde a lo planteado.

3.9.4.2 Técnicas.

La recolección de datos fue realizada con fichas médico-deportológicas para valorar el cumplimiento de criterios de inclusión y exclusiones establecidos; aplicación de un electrocardiograma en reposo y evaluaciones técnicas de mediciones antropométricas y fisiológicas cardiovasculares (Test incremental).

3.9.4.3 Instrumentos.

Se empleó una ficha médico-deportológica, para valorar el cumplimiento de criterios de inclusión y exclusión establecidos (Anexo 1), un electrocardiograma de reposo, para lo que se empleó el electrocardiógrafo de 12 derivaciones (Schiller Cardiovit MS-2010, Suiza), y se solicitó la firma del consentimiento informado (Anexo 2).

Utilizando ropa ligera, sin zapatos ni calcetines, y previamente un vaciado urinario, bajo el protocolo de medición de ISAK, se registraron las mediciones en la plantilla de perfil antropométrico (Anexo 3).

La talla se midió utilizando un estadiómetro calibrado (Seca 264, Alemania); el peso corporal se midió con la utilización de la báscula (TANITA BF-680W). Las medidas antropométricas evaluadas fueron: diámetros óseos pequeños (biestiloideo, bicondíleo humeral y femoral) utilizando el caliper antropométrico (CALSIZE) con una precisión +/-1mm; perímetros musculares (brazo relajado, brazo contraído, cintura, cadera, pantorrilla) utilizando una cinta antropométrica metálica (CESCORF) con una precisión +/-1mm; y pliegues cutáneos (tricipital , bicipital, sub escapular,

espinal, cresta iliaca, abdominal, muslo y pantorrilla), utilizando el plicometro (SLIM GUIDE, USA) con precisión de 1mm.

Los datos obtenidos fueron ingresados en Excel, donde se obtuvo el porcentaje de grasa corporal y el peso magro a través de la fórmula de Drinkwater (hombres), formula de Yuhaz (mujeres).

Posteriormente se tomó las constantes vitales básicas en reposo, en posición de sedestación, - tensión arterial, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno.

Se realizó a cada participante el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima teórica a través del uso de la fórmula de Gellish: FCmáx= 207- (0,7x edad) para ambos sexos y población deportista. (American College of Sports Medicine, 2018)

Se empleó el cicloergometro de frenado electromagnético (Excalibur sport, Ergoline, Alemania), para la prueba de esfuerzo; y para la valoración espirométrica se empleó la mascarilla oro-nasal (HR 7400 Vmask) y para el análisis de gases espirados que usará el sistema FITMATE- COSMED), finalmente se colocó la banda para monitoreo de frecuencia cardiaca (sensor, GARMIN Premium HRM3-SS).

3.10 ASPECTOS BIOÉTICOS

Para la obtención de la firma del consentimiento informado se atendieron dudas y preguntas que puedan surgir por parte de los participantes; posteriormente se realizó la lectura del consentimiento informado. La elaboración del consentimiento informado se basó en la declaración de HELSINKI. (Oms, 2011) (Anexo 1) Se explicó además a los participantes que los datos obtenidos para el estudio son de exclusivo uso académico e investigativo, manteniendo la información en secreto a menos que su revelación haya sido autorizada apropiadamente por la persona afectada o, en circunstancias extraordinarias, por las autoridades competentes.(Oms, 2011)

Los datos obtenidos en las fichas deportológicas fueron ingresados en una tablas de Microsoft Excel con la identificación del número de cédula para mantener el anonimato de los participantes y formar la base de datos.

CAPÍTULO IV

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Análisis Descriptivo.

ANÁLISIS UNIVARIADO Y BIVARIADO.

Se evaluaron a 30 ciclistas aficionados de nivel competitivo del equipo "ALMA TEAM", del Distrito Metropolitano de Quito, que corresponde al total de inscritos del equipo.

4.1.1.1 Características demográficas.

La edad promedio del grupo de ciclistas que participaron en el estudio fue de 32 años con una D.S de +/- 6 años. La edad de los participantes fue de entre 25 y 56 años.

Tabla 1: Distribución de la edad en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
EDAD	30	25,00	56,00	32,7000	6,04095	36,493
N válido (por lista)	30					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

EDAD COMPARADA POR GÉNERO

Tabla 2: Distribución de la edad clasificada por género en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
F	EDAD	9	25,00	56,00	34,4444	10,10088	102,028
	N válido (por lista)	9					
M	EDAD	21	27,00	39,00	31,9524	3,18553	10,148
	N válido (por lista)	21					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

Del total de ciclistas participantes 9 fueron del género femenino con una edad oscilante entre 25 y 56 años, con una media de 34 años, con una D.S +/-10,10 de los participantes masculinos que fueron un total de 21 participantes la edad encontrada estaba entre 27 años y 39 años con una media de 31 años, con una D.S +/-3,18.

4.1.1.2 Análisis descriptivo de las variables antropométricas.

PESO CORPORAL TOTAL

Tabla 3: Distribución de peso corporal total en el grupo de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
PESO	30	45,90	94,50	67,7367	12,29484	151,163
N válido (por lista)	30					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

Del total de participantes del estudio el peso promedio fue de 67,7 kg con un máximo de 94,5 Kg y un mínimo de 45,9 Kg, con una D.S de +/-12.29.

PESO COMPARADO POR GÉNERO.

Tabla 4: Distribución del peso corporal total clasificada por género en el grupo de ciclistas.

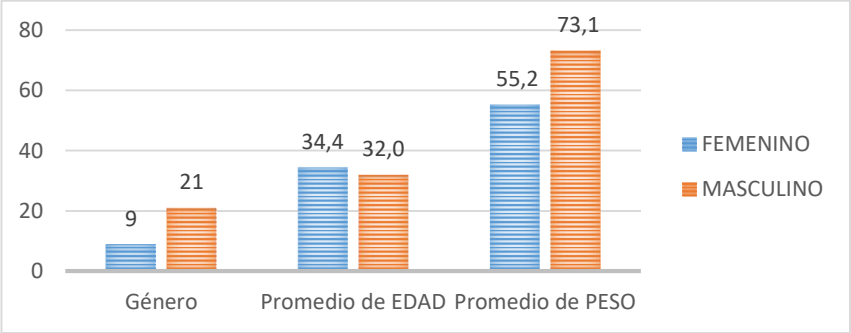
Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
F	PESO	9	45,90	68,10	55,2333	6,62307	43,865
	N válido (por lista)	9					
M	PESO	21	53,30	94,50	73,0952	10,05686	101,140
	N válido (por lista)	21					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

Del análisis se evidencia que el promedio (media) del peso corporal de los participantes masculinos fue de 73,09 Kg con una D.S de +/- 10,05, mientras que en las ciclistas de género femenino el peso promedio fue de 55,2 Kg con una D.S de +/- 6,6.

Gráfico 3: Promedio de edad y peso diferenciada por género del grupo total de Ciclistas.



Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL.

Tabla 5: Distribución del porcentaje de grasa corporal en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	30	7,70	23,10	14,2733	4,40133	19,372
N válido (por lista)	30					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

Del total de ciclistas participantes 14,27 % fue la media de la grasa corporal, con una D.S de +/- 4,4. Presentándose valores mínimos de 7,7% y máximos de 23,10%.

PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL COMPARADA POR GÉNERO.

Tabla 6: Distribución del porcentaje de grasa corporal clasificada por género en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
F	PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	9	11,00	20,00	15,4889	3,34045	11,159
	N válido (por lista)	9					
M	PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	21	7,70	23,10	13,7524	4,76189	22,676
	N válido (por lista)	21					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

En el análisis descriptivo se evidencia que el mayor porcentaje de grasa corporal se encuentra en el grupo masculino, 23,10%, con una D.S de +/- 4,76; sin embargo el promedio de porcentaje de grasa corporal más elevado se encontró en el grupo femenino 15,48%, con una D.S de 3,34.

El grupo masculinos presenta una mayor varianza de los datos obtenidos (22,67%); mientras que en el grupo femenino la varianza es de 11,15 %, probablemente relacionado con la diferencia de integrantes para cada grupo.

MASA LIBRE DE GRASA.

Tabla 7: Distribución del peso de la masa libre de grasa en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
MASA CORPORAL LIBRE DE GRASA	30	40,50	78,30	58,1260	9,08106	82,466
N válido (por lista)	30					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

La masa libre de grasa describe que hay una media de 58,12 Kg, con un valor máximo obtenido de 78,30 Kg y un mínimo de 40,50 Kg, con una D.S de +/- 9,8, en el total de participantes.

MASA LIBRE DE GRASA COMPARADA POR GÉNERO.

Tabla 8: Distribución del peso de la masa libre de grasa clasificada por género en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
F	MASA CORPORAL LIBRE DE GRASA	9	40,50	54,50	48,4000	4,75342	22,595
	N válido (por lista)	9					
M	MASA CORPORAL LIBRE DE GRASA	21	49,80	78,30	62,2943	7,05167	49,726
	N válido (por lista)	21					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

En el cuadro se evidencia que la mayor cantidad de masa libre de grasa se presenta en el grupo masculino 49,80 Kg con una media de 78,30 Kg y la menor concentración de masa corporal libre de grasa se concentra en el grupo femenino 40,50 Kg; la mayor variabilidad fue encontrada en el grupo masculino con una D.S de 7,05.

MASA MUSCULAR

Tabla 9: Distribución del peso de la masa muscular en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
MASA MUSCULAR	30	21,90	48,20	32,1590	5,33746	28,488
N válido (por lista)	30					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

En la masa muscular en el total e ciclistas se encontró como máximo valor 48,2Kg y el valor mínimo fue de 21,90Kg con una D.S +/- 5,33.

MASA MUSCULAR COMPARADA POR GÉNERO.

Tabla 10: Peso de la masa muscular clasificada por género en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
F	MASA MUSCULAR	9	21,90	32,40	27,8222	3,41971	11,694
	N válido (por lista)	9					
M	MASA MUSCULAR	21	28,40	48,20	34,0176	4,95377	24,540
	N válido (por lista)	21					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

En el análisis descriptivo la masa muscular clasificada por género demuestra que en el género masculino se encontró la mayor masa muscular 48,20 Kg con una D.S+/-4,95; en el grupo femenino se encontró la menor cantidad de masa muscular 21,90 Kg y la mayor masa muscular medida fue de 32,40Kg con una D.S +/- 3,41.

4.2.1.3 Análisis descriptivo de las características fisiológicas del rendimiento deportivo.

VO2 MÁX ABSOLUTO Y RELATIVO:

Tabla 11: Consumo máximo de oxígeno (absoluto y relativo) alcanzado en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
VO2 MAX ABS	30	1,84	4,41	3,2703	,74701	,558
VO2 MAX REL	30	36,40	65,00	48,3403	8,04804	64,771
N válido (por lista)	30					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

El Consumo máximo de oxígeno (VO2 máx.) alcanzado en el total del grupo fue de 65 mlO2/Kg/min, y el valor mínimo encontrado fue de 36,40 mlO2/Kg/min, con una D.S de 8,04.

VO2 MÁX ABSOLUTO Y RELATIVO COMPARADO POR GÉNERO.

Tabla 12: Consumo máximo de oxígeno (absoluto y relativo) alcanzado divido por género en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
F	VO2 MAX ABS	9	1,84	2,91	2,3922	,35135	,123
	VO2 MAX REL	9	37,40	49,70	43,3778	4,76334	22,689
	N válido (por lista)	9					
M	VO2 MAX ABS	21	2,49	4,41	3,6467	,51388	,264
	VO2 MAX REL	21	36,40	65,00	50,4671	8,30725	69,010
	N válido (por lista)	21					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

En el análisis de individualización por género se evidencia que el valor más elevado del VO2 máx. Se encuentra en el grupo masculino (65 mlO2/Kg/min), sin embargo en el grupo masculino también se encuentra el menor valor de VO2 máx. alcanzado (36,40 mlO2/Kg/min), con una D.S +/-8,3; en el grupo femenino el mayor valor alcanzado fue de 49,70 mlO2/Kg/min. Con una D.S +/- 4,76.

CARGA DE TRABAJO.

Tabla 13: Carga de trabajo máxima alcanzada en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
CARGA DE TRABAJO	30	150,00	350,00	263,3333	50,74163	2574,713
N válido (por lista)	30					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

El análisis descriptivo de la carga de trabajo (W) indica que la cantidad máxima de Watts alcanzados y que terminaron la fase; fue de 350 watts, la fase cumplida con menor cantidad de watts movilizados fue de 150 watts. Con una D.S +/- 50,74.

CARGA DE TRABAJO COMPARADA POR GÉNERO.

Tabla 14: Carga de trabajo máxima alcanzada, clasificada por género en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
F	CARGA DE TRABAJO	9	150,00	250,00	200,0000	25,00000	625,000
	N válido (por lista)	9					
M	CARGA DE TRABAJO	21	250,00	350,00	290,4762	30,07926	904,762
	N válido (por lista)	21					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

En el grupo femenino se evidencia la menor cantidad de watts movilizados fue de 150 watts con una D.S de +/- 25 W; y la mayor movilización de watts alcanzados se ubica en el grupo masculino 350 watts, con una D.S de +/- 30.

PULSO DE OXÍGENO.

Tabla 15: Pulso de oxígeno en el grupo total de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
PULSO DE OXIGENO	30	12,10	24,38	18,3863	3,42401	11,724
N válido (por lista)	30					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

El pulso de oxígeno en el total del grupo el máximo alcanzado fue de 24,38, con una media de 18,38; con una D.S +/-3,42.

PULSO DE OXÍGENO COMPARADO POR GÉNERO.

Tabla 16: Pulso de oxígeno en el grupo total de ciclistas, distribuida por género.

Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
F	PULSO DE OXIGENO	9	12,10	16,52	14,3511	1,58256	2,505
	N válido (por lista)	9					
M	PULSO DE OXIGENO	21	15,27	24,38	20,1157	2,35163	5,530
	N válido (por lista)	21					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

El pulso de oxígeno máximo alcanzado fue en el grupo masculino 24,38; con una media alcanzada de 20,11 con una D.S +/- 2,35; en el grupo femenino la media es de 14,35, mientras que el valor mínimo del pulso de oxígeno fue de 12,10, con una varianza de 2,5.

UMBRAL ANAERÓBICO

Tabla 17: Umbral anaeróbico (porcentaje de VO2 máx.), en el grupo de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
UMBRAL VENTILATORIO ANAEROBICO	30	65,00	88,00	76,9333	6,23081
N válido (por lista)	30				

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

El umbral anaeróbico máximo alcanzado fue del 88% del VO2 máx. con una media de 76% del VO2 máx., y el porcentaje del VO2 máx. mínimo con el que se llegó al umbral anaeróbico fue de 65%.

UMBRAL ANAERÓBICO COMPARADO POR GÉNERO.

Tabla 18: Umbral anaeróbico (porcentaje de VO2 máx.), en el grupo de ciclistas, clasificado por género.

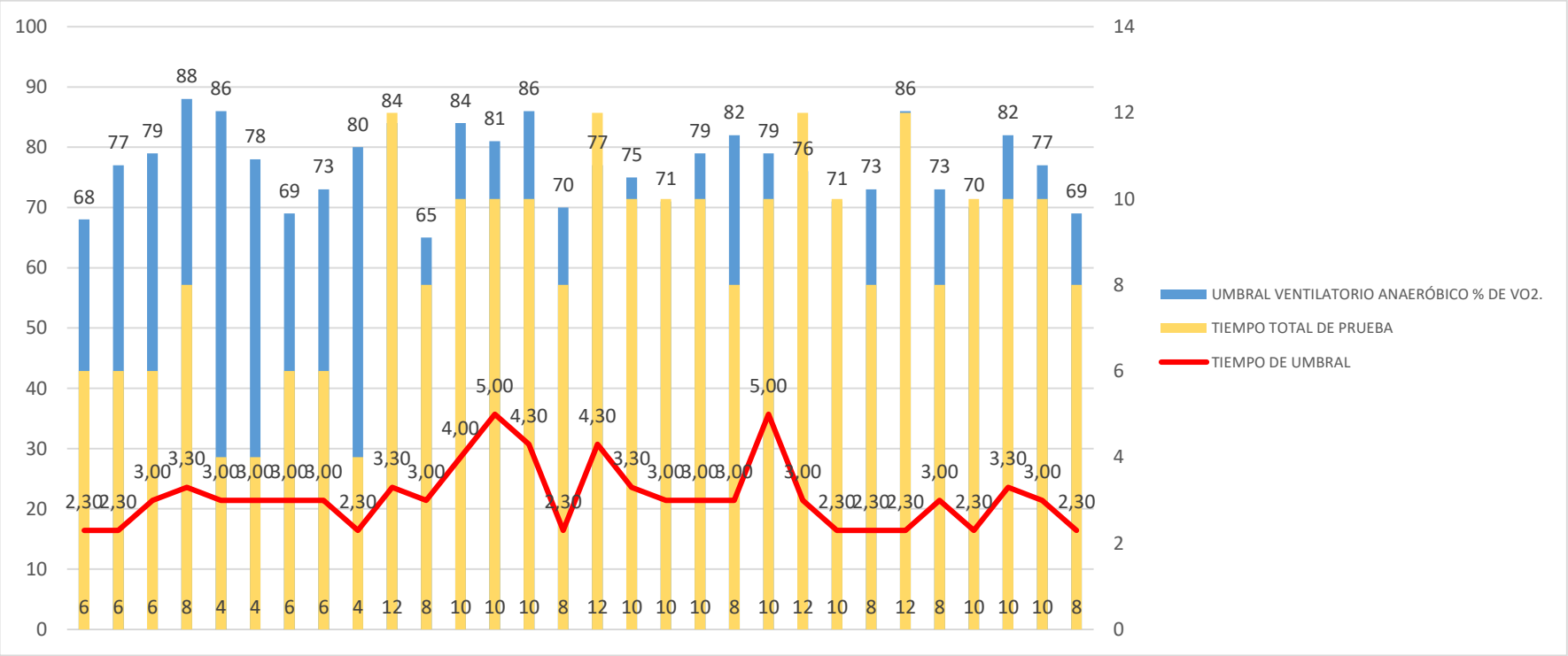
Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
F	UMBRAL VENTILATORIO ANAEROBICO	9	68,00	88,00	77,5556	6,83943
	N válido (por lista)	9				
M	UMBRAL VENTILATORIO ANAEROBICO	21	65,00	86,00	76,6667	6,11010
	N válido (por lista)	21				

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

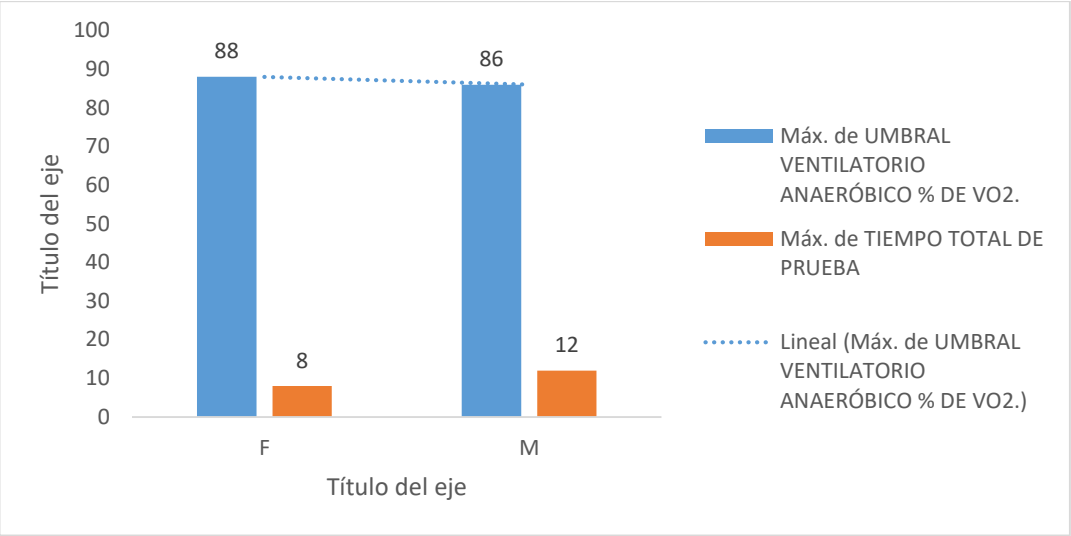
El umbral anaeróbico mínimo en el grupo masculino fue en el 65% del VO2 máx., con una media de 76,6 %, con una D.S de +/- 6,1; en el grupo femenino el umbral anaeróbico se alcanzó con un porcentaje máximo de 86% del VO2 máx. alcanzado, con una media de 76,6% ; en tanto que el valor mínimo se alcanzó en el 65% del VO2 máx.

Gráfico 4: Umbral anaeróbico alcanzado (porcentaje de VO2 máx.), tiempo máximo alcanzado en el test y momento durante el test (tiempo) al que se alcanzó el umbral anaeróbico, individualmente.



Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

Gráfico 5: Umbral anaeróbico máximo alcanzado (porcentaje de VO2 máx.) y tiempo total del test, clasificado por género.



Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

El gráfico describe que a pesar de que el umbral anaeróbico entre géneros es muy cercano (88-86% del VO2 máx.), en el género masculino el tiempo de duración en el test fue mucho mayor llegando a completar 12 minutos de la prueba.

ÍNDICE DE RECUPERACIÓN.

Tabla 19: Índice de recuperación cardiaca a los 3 minutos (porcentaje) post esfuerzo alcanzado en el grupo de ciclistas.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
INDICE DE RECUPERACION 3 min	30	32,35	87,51	49,8277	11,22101	125,911
N válido (por lista)	30					

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

El índice de recuperación evaluado en el total del grupo de ciclistas la media de recuperación a los 3 minutos (49,82 %) no es adecuado, la D.S +/- 11,2; pero a pesar de ello en el grupo total de ciclista si se alcanzó un Índice de Recuperación del 87,51% correspondiente a un nivel adecuado para ciclistas.

ÍNDICE DE RECUPERACIÓN COMPARADO POR GÉNERO.

Tabla 20: Índice de recuperación cardiaca a los 3 minutos (porcentaje) post esfuerzo, alcanzado en el grupo de ciclistas, clasificado por género.

Estadísticos descriptivos

GENERO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
F	INDICE DE RECUPERACION 3 min	9	37,79	62,44	49,5689	8,89467	79,115
	N válido (por lista)	9					
M	INDICE DE RECUPERACION 3 min	21	32,35	87,51	49,9386	12,28340	150,882
	N válido (por lista)	21					

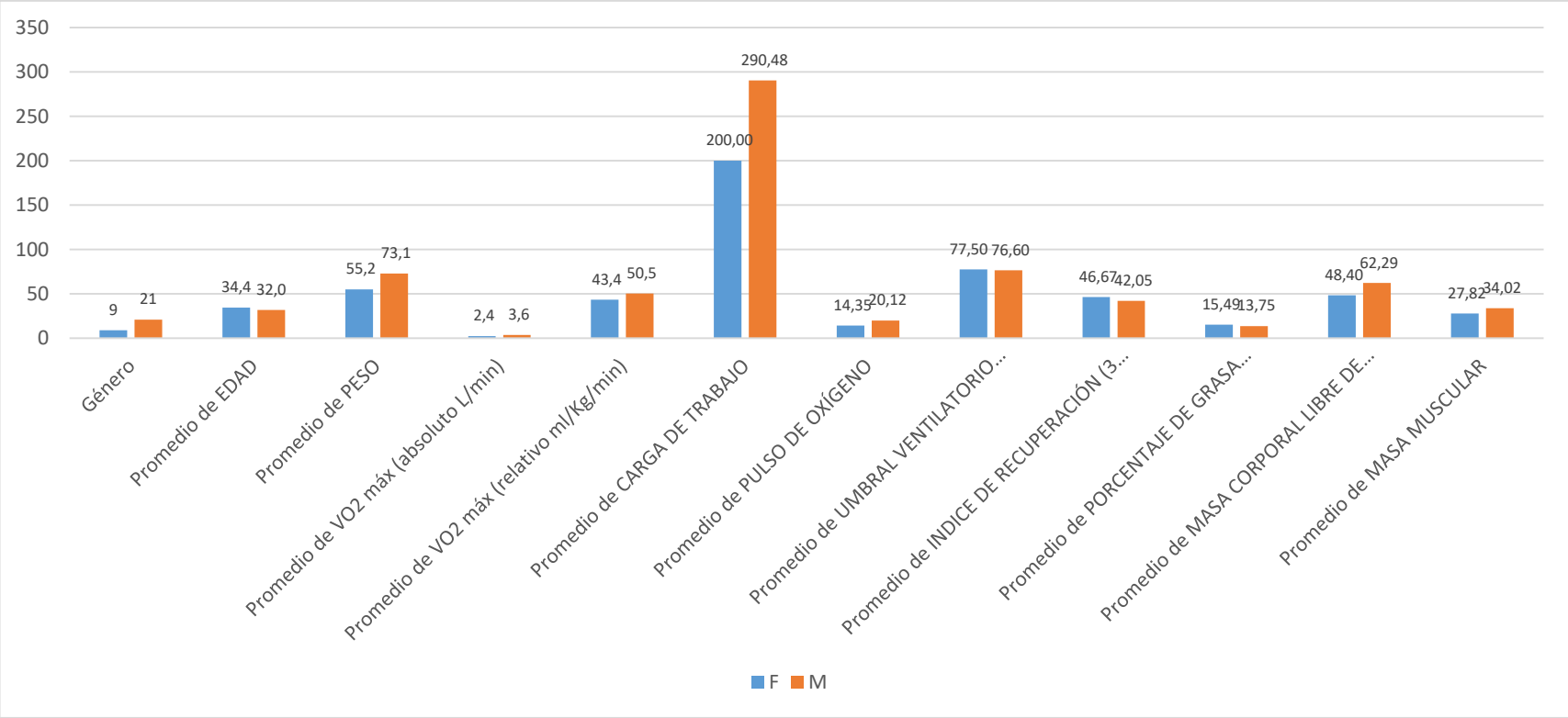
Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM

Elaborado por: Salvador D. (2019)

El índice de recuperación en el grupo femenino alcanzo un nivel de recuperación adecuado con el valor máximo a los 3 minutos de 62,44%, sin embargo la media del grupo femenino 49,5%, con una D.S +/-8,8 no alcanza una recuperación adecuada.

En el grupo masculino el valor máximo de recuperación alcanzado a los 3 minutos fue de 87,51%, indicando una recuperación adecuada, la media de los participantes masculinos alcanzador un índice de recuperación adecuado 49,9% con una D.S +/- 12,28%, no considerada adecuada para ciclistas adaptados de competencia.

Gráfico 6: Resúmen del promedio de variables antropométricas y características fisiológicas del rendimiento físico obtenidas en el grupo de ciclistas, clasificada por género.



Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

4.1.2 Análisis correlacional.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON DE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y LAS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO.

Se representará el análisis de correlación lineal de Pearson entre las variables descritas, en las que se aceptó que r=1 correlación perfecta, 0,8 a 1 correlación muy alta, 0,6 a 0,8 correlación alta, 0,4 a 0,6 correlación moderada.

CORRELACIÓN DE PEARSON EN LA TOTALIDAD DE LOS CICLISTAS.

Gráfico 7: Cuadro de correlación de Pearson de variables antropométricas y factores que determinan el rendimiento físico en el grupo de ciclistas del equipo "Alma Team".

		VO2 MAX REL (ML/KG/MIN)	CARGA DE TRABAJO (WATTS)	UMBRAL VENTILATORIO ANAEROBICO (% DE VO2)	PULSO DE OXIGENO (L/MIN)	INDICE DE RECUPERACION A LOS 3 min
PESO (KG)	Correlación de Pearson	-,050	,701**	-,082	,711**	,276
	Sig. (bilateral)	,791	,000	,665	,000	,140
	N	30	30	30	30	30
GRASA CORPORAL (%)	Correlación de Pearson	-,583**	-,211	-,333	-,194	,425*
	Sig. (bilateral)	,001	,262	,072	,303	,019
	N	30	30	30	30	30
MASA CORPORAL LIBRE DE GRASA (KG)	Correlación de Pearson	,070	,764**	,037	,754**	,189
	Sig. (bilateral)	,715	,000	,844	,000	,318
	N	30	30	30	30	30
MASA_MUSCULAR (KG)	Correlación de Pearson	,112	,665**	,173	,667**	,077
	Sig. (bilateral)	,556	,000	,361	,000	,685
	N	30	30	30	30	30

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

El gráfico demuestra que del total de ciclistas que participaron en el trabajo de tesis existe una correlación alta positiva con una grado de significancia adecuado (-0,05) entre el peso, el pulso de oxígeno y la carga de trabajo alcanzado.

El porcentaje de la grasa corporal en el grupo de ciclistas analizados con el consumo máximo de oxígeno y el índice de recuperación a los 3 min presentaron una correlación moderada, con una significancia estadística adecuada; pero llama la atención una correlación negativa presentada con el umbral anaeróbico, no estadísticamente significado pero es considerada una correlación moderada.

La masa corporal libre de grasa presenta una correlación alta con el trabajo generado y el consumo máximo de oxígeno presentando una significancia estadísticamente significativa. La masa muscular presentó una alta correlación positiva con la carga de trabajo y con el pulso de oxígeno.

CORRELACIÓN DE PEARSON EN GÉNERO MASCULINO.

Gráfico 8: Cuadro de correlación de Pearson de variables antropométricas y factores que determinan el rendimiento físico en el grupo masculino de ciclistas del equipo "Alma Team".

		VO2 MAX REL (ML/KG/MIN)	CARGA DE TRABAJO (WATTS)	UMBRAL VENTILATORIO ANAEROBICO (% DE VO2)	PULSO DE OXIGENO (L/MIN)	INDICE DE RECUPERACION A LOS 3 min
PESO (KG)	Correlación de Pearson	-,542*	,400	,100	,368	,439*
	Sig. (bilateral)	,011	,073	,665	,100	,046
	N	21	21	21	21	21
GRASA CORPORAL (%)	Correlación de Pearson	-,631**	-,138	-,344	-,132	,500*
	Sig. (bilateral)	,002	,552	,127	,569	,021
	N	21	21	21	21	21
MASA CORPORAL LIBRE DE GRASA (KG)	Correlación de Pearson	-,385	,526*	,256	,478*	,283
	Sig. (bilateral)	,085	,014	,263	,028	,213
	N	21	21	21	21	21
MASA_MUSCULAR (KG)	Correlación de Pearson	-,164	,509*	,330	,518*	,037
	Sig. (bilateral)	,477	,019	,144	,016	,874
	N	21	21	21	21	21

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

En el cuadro se evidencia la correlación entre las variables obtenidas en las mediciones al género masculino (n=21) que participaron en el proyecto.
En el análisis por género se encontró una correlación lineal positiva moderada con una grado de significancia adecuado (-0,05) entre el consumo máximo de oxígeno y el índice recuperación a los 3 minutos.

El peso corporal total presentó una correlación baja moderada con la carga de trabajo y el pulso de oxígeno.

En el grupo masculino el porcentaje de grasa corporal con una significancia estadística (-0,05) se correlacionó negativamente con el consumo máximo de oxígeno, pero

positivamente con el índice de recuperación a los 3 minutos; y aunque la correlación es moderadamente baja se vincula con el umbral anaeróbico.

La masa corporal libre de grasa y la masa muscular presentan una correlación moderada y estadísticamente significativa con la carga de trabajo y el pulso de oxígeno; debido a que la masa muscular es el mayor componente de la masa magra.
Se debe destacar una correlación aunque baja pero existente entre la masa corporal libre de grasa con el consumo máximo de oxígeno, y la masa muscular se correlacionó débilmente con el umbral anaeróbico.

CORRELACIÓN DE PEARSON EN EL GÉNERO FEMENINO.

Gráfico No. 9 Cuadro de correlación de Pearson de variables antropométricas y factores que determinan el rendimiento físico en el grupo femenino de ciclistas del equipo "Alma Team".

		VO2 MAX REL (ML/KG/MIN)	CARGA DE TRABAJO (WATTS)	UMBRAL VENTILATORIO ANAEROBICO (% DE VO2)	PULSO DE OXIGENO (L/MIN)	INDICE DE RECUPERACION A LOS 3 min
PESO (KG)	Correlación de Pearson	-,145	,064	-,569	,537	-,047
	Sig. (bilateral)	,709	,870	,109	,136	,904
	N	9	9	9	9	9
GRASA CORPORAL (%)	Correlación de Pearson	-,173	,022	-,406	,181	,119
	Sig. (bilateral)	,656	,954	,278	,640	,761
	N	9	9	9	9	9
MASA CORPORAL LIBRE DE GRASA (KG)	Correlación de Pearson	-,120	,063	-,312	,284	,103
	Sig. (bilateral)	,759	,872	,414	,460	,793
	N	9	9	9	9	9
MASA MUSCULAR (KG)	Correlación de Pearson	-,018	,263	,007	,184	,308
	Sig. (bilateral)	,964	,494	,986	,636	,421
	N	9	9	9	9	9

Fuente: Base de datos SPSS del equipo "ALMA TEAM
Elaborado por: Salvador D. (2019)

En la tabla se describe la correlación encontrada con los datos obtenidos en el grupo femenino (n=9) del total de ciclistas evaluados.

El peso corporal presentó en el grupo femenino una correlación moderada negativa con el umbral anaeróbico; y presento una correlación positiva con el pulso de oxígeno.

En el género femenino se encontraron correlaciones negativas débiles del porcentaje de la grasa corporal con el umbral anaeróbico y; de la masa libre de grasa con el umbral anaeróbico. Una débil correlación positiva también fue encontrada entre la masa muscular y el índice de recuperación a los 3 minutos.

CAPÍTULO V

5.1 DISCUSIÓN

El presente estudio se realizó en un grupo de 30 ciclistas aficionados, pertenecientes al equipo "ALMA TEAM", del Distrito Metropolitano de Quito; todos los participantes cumplieron con los criterios de inclusión, y aceptaron realizarse los requerimientos solicitados para someterse al estudio, en el período comprendido entre noviembre – diciembre 2018 y enero febrero 2019.

En el grupo evaluado se contó con 9 mujeres que representaron el 30% del total de la muestra y 21 varones representando el 70% del total de la muestra.

De las variables antropométricas (peso, masa muscular, masa magra y porcentaje de grasa corporal) que fueron evaluadas, demostraron que en el grupo masculino se encontró el mayor peso corporal total 94,50 Kg;

Llamó la atención que el porcentaje de grasa corporal más elevado fue encontrado en el grupo masculino (23,10%), pero también encontramos el porcentaje de grasa corporal más bajo (7,70%) muy cercano a los perfiles óptimos descritos en ciclistas de montaña competitivos, acorde a lo descrito por Impellizzeri, algunos estudios han encontrado datos en ciclistas de montaña de elite con porcentaje de grasa corporal de entre 8,5% a 14,3% en el género masculino. (Franco M Impellizzeri & Marcora, 2007)

En el grupo femenino a pesar de ser una muestra pequeña destaca que el porcentaje de la grasa corporal rodea los niveles óptimos, el valor mínimo del porcentaje de grasa corporal encontrado fue de 11% y el máximo de 20%; en comparación con el porcentaje en ciclistas femeninas de montaña competitivas descrito en la literatura es de 13% , según Ramírez. (Ramírez. R, 2007)

El ciclismo de montaña es un deporte realizado en terrenos irregulares donde la potencia anaeróbica, el peso corporal y la composición corporal, influyen, porque la parte inferior del cuerpo es principalmente activa. (Maciejczyk, Wiecek, Szymura, Szygula, & Brown, 2015) Sin embargo a pesar de que los muslos son la parte más activa en el ciclismo, Patton indicó que un factor significativo seria el tamaño corporal, ya que no hay una correlación significativa del tamaño del muslo, y aun no se ha podido relacionar la importancia del tipo de fibras musculares.(Lundby et al., 2017) (Maciejczyk et al., 2015)

El peso corporal total tiene una alta correlación con la carga de trabajo generada (0,701), éste resultado estadísticamente significativo no es indicativo absoluto de un adecuado rendimiento físico por sí solo, ya que muestra una correlación muy baja con el consumo máximo de oxígeno y el umbral anaeróbico, explicado por el trabajo realizado por Maciejczyk, et al., quien postula que la masa corporal y la composición corporal son determinantes del rendimiento físico pero que un exceso de masa libre de grasa puede afectar adversamente al rendimiento aeróbico. (Maciejczyk et al., 2015)

En cuanto a la grasa corporal en el total de ciclistas (30), a pesar de ser una muestra pequeña corrobora la relación negativa con el consumo máximo de oxígeno (-0,583); por lo tanto se confirma que el porcentaje de grasa corporal es una de las variables antropométricas más importantes en cuanto al rendimiento deportivo; en el ciclismo los valores bajos de peso corporal y grasa corporal se conocen que optimizan el rendimiento mejorando valores fisiológicos y de potencia. (Fornasiero et al., 2018), esto es debido a que durante el ejercicio la grasa es tejido pasivo siendo una carga adicional para la locomoción, pues la potencia depende de la masa muscular , que es el principal componente de la masa magra. (Maciejczyk et al., 2015)

Los resultados muestran que una masa muscular adecuadamente desarrollada tiene un alta correlación, estadísticamente significativa con la carga de trabajo (0,665) y el pulso de oxígeno (0,667), y aunque la correlación encontrada con el consumo máximo de oxígeno es baja (0,112), al igual que con el umbral anaeróbico(0,173), no

se debe subvalorar este resultado ya que posiblemente se deba al tamaño muestral y de hecho uno de los enfoques del entrenamiento en el ciclismo de montaña para mejorar el rendimiento sea el trabajo en mejorar la capacidad de compensación respiratoria (umbral anaeróbico), ya que la correlación no implica causalidad. (Impellizzeri, 2005); características similares a las obtenidas con la masa libre de grasa, debido a que la masa muscular es su mayor componente (50%). Es por ello el énfasis dado por Haakonssen,

Martin, Burke, & Jenkins quienes indican que la masa corporal puede ser manipulada y el éxito del rendimiento se basa en disminuir la masa no funcional e incrementar la masa libre de grasa y muscular. (Haakonssen, 2016)

En cuanto al análisis por géneros en el grupo masculino cabe destacar una correlación moderada entre la masa muscular y el umbral anaeróbico (0,330); y ésta es más relevante que la correlación encontrada con el consumo máximo de oxígeno (-0,164); con lo que se refleja que una composición corporal con predominio muscular alcanzará un mejor umbral anaeróbico debido a un mejor desarrollo mitocondrial.

En cuanto en al grupo femenino con 9 participantes se evidencia una correlación moderadamente negativa pero estadísticamente significativa del umbral anaeróbico con las variables antropométricas: peso corporal total (-0,569) y porcentaje de grasa corporal (-0,406). Asegurando con esto que la antropometría juega un papel preponderante en el rendimiento deportivo; así por ejemplo con un estudio realizado a ciclistas femeninas en las que se evidenció que aquellas en las que los pliegues cutáneos eran menores (porcentaje de grasa corporal) eran las de mayor rendimiento, y por lo tanto los cambios de la masa magra eran válidos para la monitorización del rendimiento. (Haakonssen et al., 2016)

El índice de recuperación cardíaca tomado en cuenta como un parámetro de valoración del rendimiento deportivo, demostró que el género masculino alcanzó una recuperación adecuada con el 87,5% a los 3 minutos post ejercicio. La frecuencia cardíaca de recuperación mejora con el nivel de entrenamiento. (Daanen, 2012)

Debido a que su regulación es dada por el sistema nervioso autónomo, cuando la actividad física se incrementa se activa el sistema nervios simpático determinado por la ley de Frank Starling que determina el gasto cardiaco acorde a las demandas metabólicas establecidas por el organismo; posterior al cese de la actividad física la regulación cardiaca es comandada por el sistema nervioso parasimpático implicado en la disminución de la frecuencia cardiaca. (Daanen, 2012)

La correlación encontrada entre el porcentaje de grasa corporal (0,425) y el índice de recuperación cardiaca a los 3 minutos tiene la explicación teórica, que la estimulación simpática puede activarse por los desperdicios metabólicos acumulados durante el ejercicio (O`Leary, 1993), especialmente en isquemia muscular.

Por lo tanto la oxidación lipídica induce menor actividad muscular quimiorrefleja por la mayor capacidad oxidativa del musculo y sumado al mayor volumen sanguíneo y sistólico en los atletas llevan a una mayor activación del sistema parasimpático en los deportistas. (Boushel et al., 2000), produciendo valores más bajos de la frecuencia cardíaca en reposo y recuperación más rápida en atletas en comparación con no-atletas, situación alcanzada con un mejor sistema de eliminación de los desechos metabólicos a través del entrenamiento deportivo. Por lo tanto el índice de recuperación cardíaca debe ser tomado en cuenta muy cautelosamente. (Daanen et al., 2012) (Fisher, 2014)

CAPÍTULO VI

6.1 CONCLUSIONES

- Las variables antropométricas de los ciclistas de montaña aficionados de nivel competitivo del equipo “Alma Team”, bordean los límites aceptables de los valores reportados en la bibliografía, de ciclistas de montaña a nivel mundial con características similares.

- Las variables antropométricas: peso corporal total, porcentaje de grasa corporal, masa muscular, y masa libre de grasa; muestran correlaciones lineales en distintos grados con los aspectos fisiológicos empleados para la medición del rendimiento deportivo.

- El porcentaje de grasa corporal mostró una fuerte correlación negativa y estadísticamente significativa con el consumo máximo de oxígeno (-0,583), corroborando que en este grupo de ciclistas de montaña el rendimiento deportivo coincide con lo descrito: a mayor grasa corporal, menor capacidad aeróbica.

- La composición corporal caracterizada por un mejor desarrollo de la masa muscular, que es el principal componente de la masa libre de grasa, presenta correlaciones positivas con las adaptaciones fisiológicas alcanzadas con el entrenamiento (consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico) (0,112) (0,173), a diferencia de las correlaciones alcanzadas con el peso corporal total que son negativas (-0,050) (-0,082).

- La mayor cantidad de wattios movidos (carga de trabajo), se correlacionó positivamente con el peso corporal total (0,701), con la masa muscular (0,764) y con la masa libre de grasa (0,665); confirmando que el peso

corporal total es importante pero más importante aún es la distribución de la composición corporal total.

- La correlación observada entre el índice de recuperación cardíaca y el porcentaje de grasa corporal deben ser analizados cautelosamente, pues si bien la recuperación cardíaca indica adaptación al entrenamiento, como se evidencia con un aclaramiento rápido del lactato generado por el ejercicio anaeróbico, sería importante y adecuado analizarlo individualmente con el desarrollo muscular de cada ciclistas de montaña del equipo "Alma Team".

- Una evaluación deportológica en forma periódica e individualizada, realizada por un profesional del área (Médico especializado en Medicina del Deporte), indudablemente valora gran cantidad de parámetros influyentes en el rendimiento deportivo, disminuyendo el riesgo de eventos prevenibles en la práctica deportiva.

- La extrapolación de los datos obtenidos pueden limitarse debido al tamaño muestral, sin embargo no dejan de aportar datos que orienten para un entrenamiento, organizado, planificado que conlleve a un incremento en el rendimiento deportivo; factor importante debido al auge de los grupos de ciclismo que día a día se organizan.

6.2 RECOMENDACIONES

Basándose en los resultados obtenidos en este trabajo, se evidencia que las variables antropométricas si se correlacionan con el rendimiento deportivo, por lo tanto el monitoreo de cambios en variables antropométricas debe ser una práctica imprescindible dentro de la planificación del entrenamiento deportivo.

Improvisar el uso de "métodos mágicos" que mejoren el rendimiento deportivo, no deben ser una opción para deportistas que realizan un entrenamiento organizado;

que el médico especialista en el Deporte sea parte de la planificación, y control del entrenamiento, empleando de información científicas con evidencia comprobada sin duda alguna minimiza el riesgo en la práctica deportiva e incrementa la posibilidad de verdaderos avances en factores influyentes en el éxito deportivo.

Estudios de ciclismo de montaña han sido realizados en otros países, pero en Ecuador y de hecho en América Latina debido al auge competitivo en esta modalidad deben ser impulsados, generando datos de mucha importancia en el campo deportivo.

Hacen falta estudios de seguimiento acerca de cambios antropométricos que describan de manera concluyente y fiable las adaptaciones fisiológicas que se alcanzan con un entrenamiento planificado y adecuado, en conjunto con un equipo multidisciplinario de profesionales en el área del deporte (médico especialista, nutricionista).

Los equipos que se organizan en búsqueda de esparcimiento y mejoramiento de cualidades deportivas, deben tomar en cuenta; que el trabajo de un entrenador con metodología y conocimiento adecuado debe siempre estar apoyado por un médico especialista en el deporte y un nutricionista deportivo como mínimo, para precautelar el bienestar de cada uno de sus integrantes y alcanzar las metas individualmente trazadas.

Las conclusiones obtenidas con esta investigación deben ser cuidadosamente analizadas, ya que se realizó en una muestra pequeña, a pesar de ser la totalidad de la población perteneciente al equipo.

6.3 LIMITACIONES

Varios trabajos en relación a ciclistas han estudiado el consumo máximo de oxígeno; sin embargo pocos han relacionado con variables antropométricas como determinantes del rendimiento físico. Además los estudios presentados en su mayoría son realizados en ciclistas de ruta; y el trabajo realizado se aplicó a ciclistas que realizan predominantemente ciclismo de montaña a nivel aficionado - competitivo.

A pesar de contar con un entrenamiento organizado, y regular, la falta de un equipo multidisciplinario, principalmente un médico especialista en el Deporte, nutricionista deportivo, no aseguran el éxito deportivo, e influye en los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFIA

Bassett, D. Howley, E. (2000). Factores Limitantes del Máximo Consumo de Oxígeno y Determinantes del Rendimiento de Resistencia. Recuperado de https://g-se.com/factores-limitantes-del-maximo-consumo-de-oxigeno-y-determinantes-del-rendimiento-de-resistencia

Canda, A. S. (2012). *Variables antropométricas de la población deportista española*. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.ccell.2015.07.004

Canda, F. Lillo, M., López−Illescas, M. Montalvo, A. (2010). *Análisis, valoración y monitorización del entrenamiento de alto rendimiento deportivo*. Recuperado de http://altorendimiento.com/analisis-valoracion-y-monitorizacion-del-entrenamiento-de-alto-rendimiento-deportivo/

Cappa, D. Biogénesis de mitocondrias y ejercicio [Mensaje de un blog]. Recuperado de https://g-se.com/biogenesis-de-mitocondrias-y-ejercicio-bp-T57cfb26d1c9df

Chacón Rivas, J., & Contreras Herneńdez, I. (2010). Actividad física, consumo de oxígeno y características antropométricas en una población hipertensa femenina del Consultorio Barros Luco.(tesis de pregrado).Recuperado de: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117460/Tesis Javier Chacón

Ciclismo de montaña pichincha: CALENDARIO MTB - HLG. (2018). Recuperado de https://ccmpichincha.blogspot.com/2017/11/calendario-mtb-hlg-2018.html

Ciclo21. (2015). El mundo asombrosamente profesional del ciclismo aficionado. Recuperado de: http://www.ciclo21.com/el-mundo-asombrosamente-profesional-del-ciclismo-aficionado/

Cossio-bolaños, M. De Arruda, M. Moyano Portillo, A. et al. (2011). Composicióncorporal de jóvenes universitarios en relación a la salud. *Nutrición Clínica Y Dietética Hospitalaria*, *31*(3), 15–21.

Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Horowitz, J. F., & Beltz, J. D. (1992). Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *24*(7), 782–788. Recuperado de: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1501563

Cuesta Beltrán de Lubiano, G. (2016). Perfil fisiológico del ciclista y factores determinantes del rendimiento en el ciclista de ruta(tesis doctoral). Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=112213

Daanen, M. Lamberts, P. Kallen, V. Jin, A. (2012). A systematic review on heart-rate recovery to monitor changes in training status in athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *7*(3), 251–260. Recuperado de https://doi.org/10.1123/ijspp.7.3.251

De Narvaéz, P. (2018). Fiebre de ciclismo. *Revista Credencial*. Recuperado de http://www.revistacredencial.com/credencial/noticia/actualidad/fiebre-de-ciclismo-0

"Definición del Entrenamiento Deportivo". (2008). Recuperado de http://www.tododxts.com/index.php/preparacion-fisica/entrenamiento-deportivo/104-definicion-del-entrenamiento-deportivo

Eventos. RegistroCIKLA. (2019). Recuperado de http://registro.cikla.net/2395-eventos.html

Feriche, B. (1996). Evolución y aplicaciónpráctica del umbral anaerobico en el entrenamiento deportivo. *Revista motricidad*.40–51.

Fernández, J. (2015). *Valoración ergoespirométrica de ciclistas de diferentes categorias* (tesis de pregrado).Universidad de León.España

Fisher, J. P. (2014). Autonomic control of the heart during exercise in humans: role of skeletal muscle afferents. *Experimental Physiology*, *99*(2), 300–305. Recuperado de https://doi.org/10.1113/expphysiol.2013.074377

Fornasiero, A. Savoldelli, A. Modena, R. Boccia, G. Pellegrini, B.Schena, F. (2018). Physiological and anthropometric characteristics of top-level youth cross-country cyclists. *Journal of Sports Sciences*, *36*(8), 901–906. Recuperado de https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1346271

García-López, J., Díez-Leal, S., Rodríguez, J. A., Larrazabal, J., De Galceano, I. G., & Villa, J. G. (2009). Eficiencia mecánica del pedaleo en ciclistas de diferente nivel competitivo. *Biomecánica*, *17*(2), 9–20. Recuperado de https://doi.org/10.1039/jr9560001527

Gónzalez, C. (2006). Validación de una prueba de campo para determinar la potencia aeróbica máxima en ciclismo (tesis doctoral).Universidad de Barcelona. España

Haakonssen, C. Barras, M. Burke, M. Jenkins, D. Martin, D. (2016). Body composition of female road and track endurance cyclists: Normative values and typical changes. *European Journal of Sport Science*, *16*(6), 645–653. Recuperado de https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1084538

Instituto Nacional de Estadisticas y Censos. (2014). *ENCUESTA NACIONAL DE SALUD Y NUTRICION 2011-2013.Recuperado de* www.ecuadorencifras.gob.ec/.../ENSANUT/

Impellizzeri, M. Marcora, M. (2007). The Physiology of Mountain Biking. *Sports Medicine*, *37*(1), 59–71. Recuperado de https://doi.org/10.2165/00007256-200737010-00005

Impellizzeri, M. Marcora, M. Rampinini, E. Mognoni, P. Sassi, A. (2005). Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, *39*(10), 747–751. Recuperado de https://doi.org/10.1136/bjsm.2004.017236

ISAK. (2001). *Estándares internacionales para la valoración antropométrica*, *201*. Recuperado de https://doi.org/10.1103/PhysRevD.63.056003

Jones, M. Poole, D. (2005). Oxygen uptake dynamics: from muscle to mouth--an introduction to the symposium. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *37*(9), 1542–1550. Recuperado de: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16177607

Joyner, J. Coyle, F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, *586*(1), 35–44. Recuperado de https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834

Korff, T., Romer, L. M., Mayhew, I., & Martin, J. C. (2007). Effect of pedaling technique on mechanical effectiveness and efficiency in cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *39*(6), 991–995. Recuperado de https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318043a235

López Chicharro, J. Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Editorial Médica Panamericana.

Lundby, C. Montero, D. Gehrig, S. Andersson Hall, U. Kaiser, P. Boushel, R. Madsen, K. (2017). Physiological, biochemical, anthropometric, and biomechanical influences on exercise economy in humans. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *27*(12), 1627–1637. Recuperado de https://doi.org/10.1111/sms.12849

Maciejczyk, M. Wiecek, M. Szymura, J. Szygula, Z. Brown, E. (2015). Influence of Increased Body Mass and Body Composition on Cycling Anaerobic Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*(1), 58–65. Recuperado de https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000727

Mar Franco, I. (2016). *Umbral aeróbico, umbral anaeróbico, vo2máx. ¿CÓMO LO ENTRENAMOS?*[Mensaje de un blog]. Recuperado de https://mfentrenamientopersonalizado.com/2016/07/21/umbral-aerobico-umbral-anaerobico-vo2max-como-lo-entrenamos/

Márquez Moreno, M. (2004). *Influencia de la antigüedad y género en la reacción emocional en basquetbolistas* (Tesis de pregrado). Recuperdo de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lps/marquez_m_mp/capitulo2.pdf

Martinez,J. Urdampilleta, A. (2012). La medición de la composición corporal mediante la antropometría versus bioimpedancia: sus aplicaciones en el deporte [mensaje de un blog]. Recuperado de https://www.efdeportes.com/efd174/antropometria-versus-bioimpedancia-en-el-deporte.htm

Masferrer, D. (2014, Julio 11). Primer umbral ventilatorio.G-SE. Recuperado de: https://g-se.com/primer-umbral-ventilatorio-bp-O57cfb26e7a57e

Meeuwisse, W. H., Tyreman, H., Hagel, B. Emery, C. (2007). A Dynamic Model of Etiology in Sport Injury: The Recursive Nature of Risk and Causation. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *17*(3), 215–219. https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3180592a48

Monroy, A. Saez, G. (2011). Análisis de la biomecánica del pedaleo [Mensaje de un blog]. Recuperado de https://www.efdeportes.com/efd163/analisis-de-la-biomecanica-del-pedaleo.htm

Moreno, V. M., Benito, J., Gandoy, G., & Antoranz, J. (2001). *Medición de la grasa corporal mediante impedancia, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. Análisis comparativo.* Revista Española Salud Pública 2001; 75: 221-236.

Niño, C. (2012). Estimacion de ejercicio maximales y submaximales. *Iberoamericana, Fisioterapia*, *6*(1), p.19–30.

Oms. (2011). *Ética Global*. Recuperado de: https://doi.org/10.4088/JCP.12r07757

Pacheco del Cerro, L. Canda Moreno, S. López Calbet, A. Dorado García, C. Chavarren Cabreo, J. González de Suso, M. Porta, J. (2003). Métodos de Estudio de Composición Corporal en Deportistas. *Colección "Estudios Sobre Ciencias Del Deporte. Serie Investigación".* Recuperado de http://www.csd.mec.es

Pinedo, M. (2009, Mayo,25). Medicina y Ciencias del Deporte: El Deporte de alto rendimiento no siempre es salud (I). Recuperado de: http://miltonpinedo.blogspot.com/2009/05/el-deporte-de-alto-rendimiento-

no_5662.html

Ramírez, R.(2007). *Perfil fisiológico: ciclista de montaña versus ciclista de ruta*. Recuperado de https://www.efdeportes.com/efd113/ciclista-de-montana-versus-ciclista-de-ruta.htm

Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española [versión electrónica]. España. Real Academia Española. http://dle.rae.es

Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., & Magal, M. (2018). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* American College of Sports Medicine. Recuperado de https://www.worldcat.org/title/acsms-guidelines-for-exercise-testing-and-prescription/

Robergs, R. Landwehr, R. (2002). Effect of changes in body composition profile on VO2 max and maximal work performance in athletes. *Society*, *1971*(1), 1–10. Recuperado de https://doi.org/10.1007/s40273-013-0093-y

Rodríguez, L. P., Gusi Fuertes, N., & Forte Morán, D. (2002). *Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas*. *Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas, 2002, ISBN 84-9756-003-5, págs. 46-71*. Síntesis. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1010411

Santana, P. (2006, Diciembre). El control del rendimiento del ciclista a partir de índices físicos específicos.efdeportes. Recuperado de: http://www.efdeportes.com/efd103/rendimiento-del-ciclista.htm

Santos Ismael. (2013). El valor del deporte en la sociedad [mensaje de un

blog].Recuperado de: https://www.marca.com/blogs/cosas-que-marcan/2013/04/05/el-valor-del-deporte-en-la-sociedad.html

Subiela, J. (2007). Aspectos Fundamentales del Umbral Anaeróbico. Editorial *Interamericana-McGraw-Hill*.

Thomas, T. (2017). ¿Por qué debes centrarte en los vatios por kilo (W/kg)? - ADN Ciclista. Recuperado de https://www.adnciclista.com/vatios-kilo/

Yago, A. (2018). Biomecánica aplicada al ciclismo (II) [mensaje de un blog]. Recuperado de https://www.ciclismoyrendimiento.com/biomecanica-aplicada-al-ciclismo-ii/

Veloz, F. (2015). *La ergonomia del sillin y el rendimiento deportivo en los ciclistas de montaña del club pelileo bikers de la ciudad de pelileo (Tesis de Pregrado)*. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador

ANEXOS

Anexo 1. Ficha deportológica

DATOS DE FILIACION:

- Apellidos y Nombres: C.I:
- Edad: Fecha de Nacimiento:
- Género: Estado Civil:
- Estudios cursados:
- Ocupación:
- Fecha de ultimo control médico:
- Fecha de último control odontológico:

DATOS DEPORTIVOS:

- Deporte/Actividad:

Profesional: Competitivo: Amateur: Mantenimiento: Recreativo:

- Tiempo de practicar el deporte:

ENTRENAMIENTO:

- Tiempo por sesión (minutos): Sesiones por día: (Días/semana):

Lugar de entrenamientos:

LESIONES DEPORTIVAS EN LOS ÚLTIMOS SEIS MESES: Si No

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLOGICOS:

- Tipo de Sangre:
- Religión:

ANTECEDENTES FAMILIARES: (Padre, madre, hermanos, abuelos)

- Problemas cardiacos (Quién):
- Hipertensión Arterial (Quién):
- Cáncer (Quién):
- Problemas psiquiátricos (Quién):
- Diabetes (Quién):
- Problemas sanguíneos (Quién):
- Convulsiones (Quién):
- Problemas respiratorios (Quién):

ANTECEDENTES PATOLOGICOS PERSONALES:

- Enfermedades de importancia (infancia, adultez):
- Hospitalizaciones recientes (Por qué?):
- Alergias:
- ANTECEDENTES QUIRURGICOS:

Anexo 2. Consentimiento informado

- **INFORMACIÓN:**

PROYECTO: **"Variables antropométricas como determinantes del rendimiento físico en ciclistas aficionados del equipo "Alma Team", del Distrito Metropolitano de Quito."**

PROPÓSITO:

Consentimiento informado dirigido a los ciclistas aficionados pertenecientes al equipo "Alma Team" de la ciudad de Quito, a quienes se les invita a participar en el proyecto de investigación sobre **"Variables antropométricas como determinantes del rendimiento físico en ciclistas aficionados del equipo "Alma Team", del Distrito Metropolitano de Quito."**

Investigadora: Dra. Daniela Alexandra Salvador Ramírez

Comité de apoyo técnico

Dr. Oscar Concha Zambrano (Director del postgrado de medicina deportiva de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

Dr. Rommel Espinoza (Metodológico del postgrado de Medicina Deportiva de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

Organización: Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Patrocinadores: Universidad Católica del Ecuador- Posgrado Medicina del Deporte

Usted ha sido seleccionado para invitarle a participar en una investigación sobre **"Variables antropométricas como determinantes del rendimiento físico en ciclistas aficionados del equipo "Alma Team", del Distrito Metropolitano de**

Quito.” Los datos del estudio aportaran información relevante del rendimiento deportivo en ciclistas aficionados de nivel competitivo. Su decisión de participar es totalmente voluntaria y puede hablar con la investigadora para solicitarle cualquier información adicional acerca del estudio.

CONFIDENCIALIDAD: La información que usted proporciona, así como la obtenida por las pruebas de medición de pliegues y la prueba de esfuerzo solamente serán revisadas por el investigador. Las autoridades de la Facultad, y otros posibles interesados en los hallazgos de este estudio solo tendrán acceso a los resultados procesados. En la base de datos de este estudio usted tendrá un número asignado como participante, y no constará su nombre ni cédula de ciudadanía, para mantener anonimato. La información será guardada en una personal. Solo el investigador tendrá acceso a los datos del estudio. El investigador hará todo lo posible para proteger su confidencialidad. Los datos recolectados durante la investigación serán con fines educativos e investigativos, guardándose en forma confidencial datos de identidad.

RIESGOS DE PARTICIPACIÓN: El presente estudio ha buscado minimizar cualquier riesgo para la salud de los integrantes, a través de los criterios de selección, sin embargo en caso de alguna eventualidad durante la realización del estudio se cuenta con personal capacitado (Médicos) y el área de estudio debidamente adecuada.

La evaluación será llevada a cabo en el Centro Médico de fisiología deportiva de la Secretaría del Deporte de la República del Ecuador, perteneciente al Ministerio de Educación y Deporte, espacio destinado para realizar la valoración de la función del corazón mediante un electrocardiograma en reposo (previo), la evaluación de la composición corporal (músculo y grasa), a través de mediciones, y el test de esfuerzo en cicloergometro (bicicleta estática), con medición de los gases respiratorios a través de una mascarilla , utilizada durante la prueba.

DURACIÓN: Se ha calculado que su participación en este estudio durará entre 15 a 20 minutos, para la toma de datos antropométricos; conocerá como son y para que

sirven los instrumentos que se van a utilizar, y se planificará la realización de la prueba de esfuerzo. Su participación en este estudio será solo por una vez. Usted puede decidir no seguir participando en cualquier momento.

COSTOS, INCENTIVOS Y BENEFICIOS: Su participación en este estudio no tiene ningún costo ni incentivo; el beneficio que usted recibirá por su participación es el de contribuir a la investigación.

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

He sido invitado a participar del estudio: **"Variables antropométricas como determinantes del rendimiento físico en ciclistas aficionados del equipo "Alma Team", del Distrito Metropolitano de Quito." Entiendo que seré sometido a métodos de medición de composición corporal (antropometría) y una prueba de esfuerzo en bicicleta (cicloergometro), en una sola visita. He sido informado de los riesgos. Se que puede que no haya beneficio personal y no se me recompensará económicamente. Se me ha proporcionado el nombre del investigador que puede ser fácilmente contactado usando el nombre y dirección que se me ha proporcionado de esa persona.**

Leí la información y he tenido la oportunidad de preguntar sobre ellas y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.

Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo derecho a retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte de ninguna manera.

Acepto la participación en el estudio:

Nombre del Participante: _____

Firma del Participante: _____

Fecha: _____ (Día/mes/año)

Ha sido proporcionado una copia al participante.

Investigador: Daniela Alexandra Salvador Ramírez

Diego de Utreras y Las Casas

0984617240

Quito, Ecuador

dani_salvador88@hotmail.com

Anexo 3. Plantilla Antropométrica

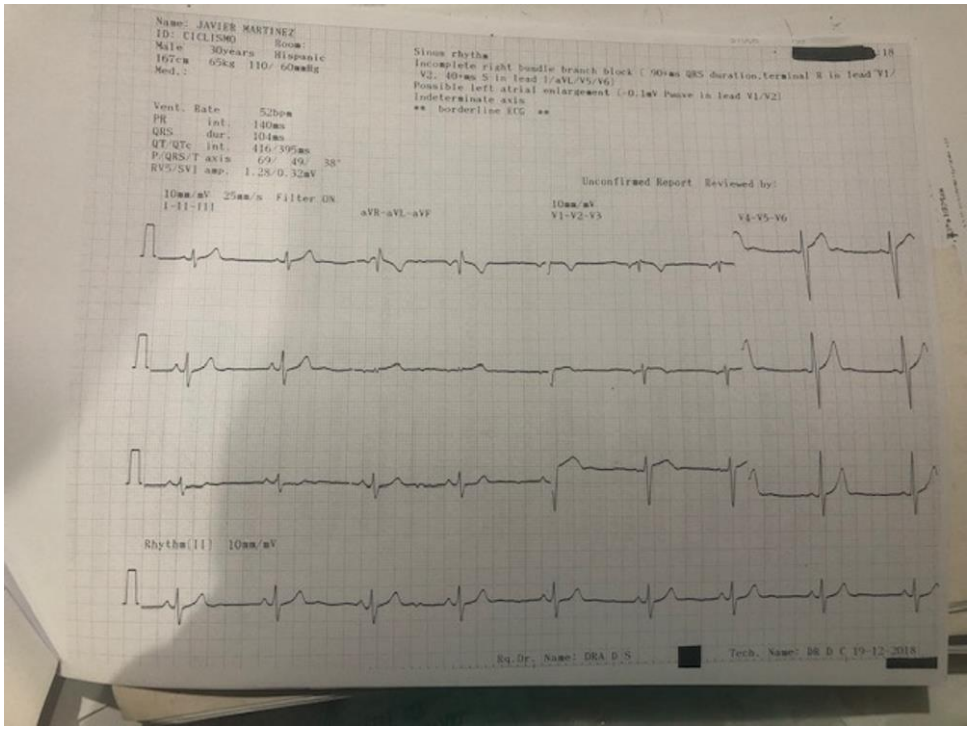
REPORTE CINEANTROPOMETRICO					
NOMBRE			EDAD		GENERO
DEPORTE			CATEGORIA		
FECHA DE NACIMIENTO			FECHA DE EVALUACION		
ETAPA DE ENTRENAMIENTO					

ANTROPOMETRIA						
BÁSICOS		ACTUAL		PERIMETROS (cm)	ACTUAL	
PESO (Kg)				*BRAZO RELAJADO*		
TALLA DE PIE (cm)				*BRAZO CONTRAIDO*		
TALLA SENTADO (cm)				*CINTURA*		
ENVERGADURA (cm)				*CADERA*		
				MUSLO		
				PANTORRILLA		
PLIEGUES (mm)		ACTUAL		DIAMETROS (cm)	ACTUAL	
BICEPS				*BI ESTILOIDEO*		
TRICEPS				*HUMERO*		
SUBESCAPULAR				*FEMUR*		
CRESTA ILIACA						
SUPRAESPINAL						
ABDOMINAL						
MUSLO ANTERIOR						
PANTORRILLA MEDIAL						
Σ		0				

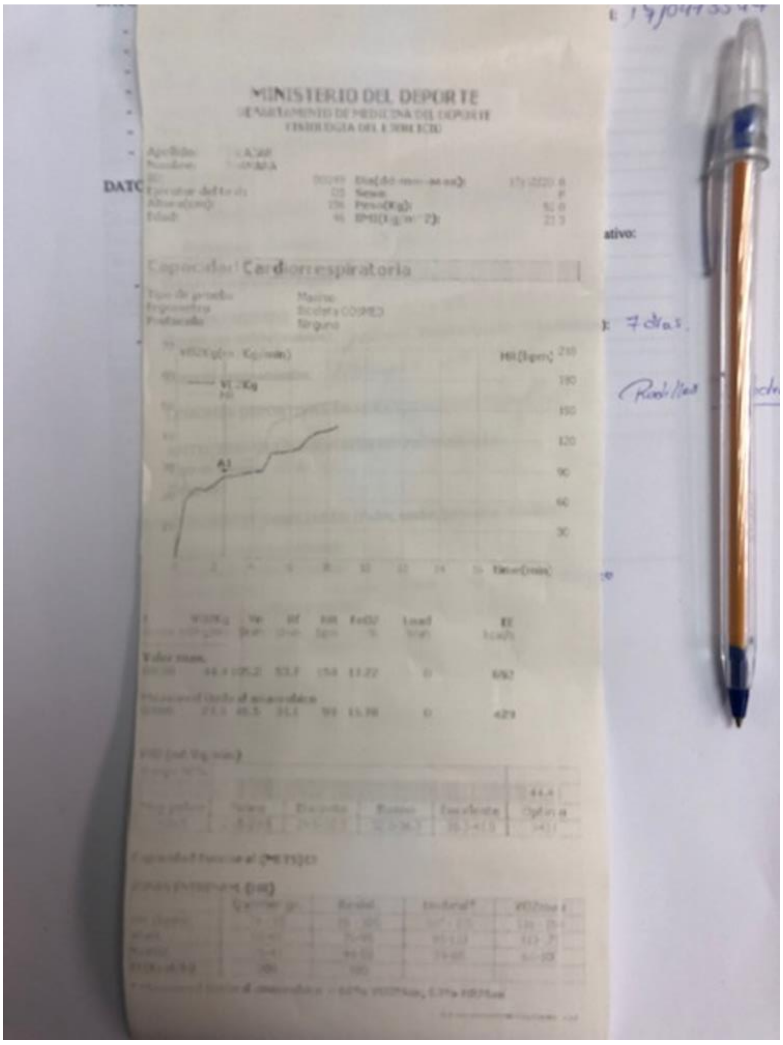
CINEANTROPOMETRIA							
		WITHERS			DRINKWATER	YUHAZ	
		ACTUAL		% Grasa:	5,78	2,6	
Densidad corporal		1,10		% Muscular:	#¡DIV/0!		
Masa Grasa		1,0		*% Grasa Ideal*	12		
Masa Muscular	%	#¡DIV/0!		*P. Grasa:*	0,00		
Masa Ósea		#¡DIV/0!		*P. Oseo:*	0,00		
Masa Residual		#¡DIV/0!		*P. Residual:*	0,00	DEPORTES	% Grasa ideal
Masa Grasa		0,0		*P. Muscular:*	0,00	COMBATE	9 - 14
Masa Muscular	Kg	2,6		I. Adiposidad	0	ALTERNOS	10 - 14
Masa Ósea		0,0		*Peso Ideal (Kg)*	0,00	FONDO	8 - 11
Masa Residual		0,0		(Lib)	0,0	NATACION	10 - 12
				Exceso Peso Graso (Kg)	0,000		
				(Lib)	0,00		
				Peso Magro	0,00		

PROPORCIONALIDAD CORPORAL					
		ACTUAL	PREV		CRITERIO
Índice AKS		#¡DIV/0!			Levemente bajo
Indice cintura -cadera		#¡DIV/0!			Normal
Envergadura relativa		#¡DIV/0!			s/c
Indice Cormico		#¡DIV/0!			Tronco medio
Indice Esquelético		50,0			Miembros inferiores largos; tronco normal
Indice Ponderal		#¡DIV/0!			#¡DIV/0!
Indice Adiposo Muscular		0,00			Excelente
Indice Músculo Óseo		#¡DIV/0!			Bajo

Anexo 4. Electrocardiograma en reposo



Anexo 5. Registro prueba de esfuerzo



7.2 FOTOS

SECRETARÍA DEL DEPORTE



Evaluación del rendimiento deportivo





Prueba de esfuerzo “ALMA TEAM”