

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

**CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS, TIPO DE ENTRENAMIENTO,
NUTRICIÓN RELACIONADO CON EL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO Y
UMBRAL ANAERÓBICO EN DEPORTISTAS QUE REALIZAN TRAIL
RUNNING EN LA CIUDAD DE QUITO D.M DESDE EL MES DE MARZO
HASTA JUNIO DEL 2020.**

**PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO DEPORTOLOGO**

Autor: Doctor Luis Fernando Peñaherrera Cabezas

Director de Tesis: Doctor Óscar Concha Zambrano

Director Metodológico: Doctor Rommel Espinoza de los Monteros

QUITO, 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR



SUBCOMITÉ DE BIOÉTICA

Quito, 05 de marzo de 2020

SB-CEISH-POS-335


Doctor
Luis Fernando Peñaherrera Cabezas
 Estudiante del Posgrado de Medicina del Deporte de la Facultad de Medicina de la PUCE
Presente.-

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, el Subcomité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, resuelve **Aprobar** el proyecto titulado: **"CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS, TIPO DE ENTRENAMIENTO Y NUTRICIÓN RELACIONADO CON EL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO Y UMBRAL ANAERÓBICO EN DEPORTISTAS QUE REALIZAN TRAIL RUNNING EN LA CIUDAD DE QUITO D.M. DESDE EL MES DE MARZO HASTA JUNIO DEL 2020"**.


Por disposición del Consejo de Facultad, usted tiene a partir de esta fecha (05 de marzo de 2020) 12 semanas (28 de mayo de 2020) para presentar borradores de la disertación en la Secretaría de la Facultad de Medicina.

Atentamente,


 Dr. Carlos Acurio Velasco
 Subcomité de Bioética
 Facultad de Medicina PUCE



Av. 12 de Octubre 1076 y Roca
 Apartado postal 17-01-2184
 Telf.: (+593) 2 299 1700 ext. 1130
 Quito - Ecuador www.puce.edu.ec

 Pontificia Universidad Católica del Ecuador
 FACULTAD DE MEDICINA

FECHA: 10 MAR. 2020

HORA: 14:30

SECRETARÍA DE POSGRADOS

RECIBIDO: Paty



DERECHOS DE AUTORÍA

Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Facultad de Medicina



Quito, 10 de marzo de 2020

Doctor
Óscar Concha
DOCENTE DE LA FACULTAD
Presente

De mi consideración:

Conforme a lo dispuesto por el Señor Decano de la Facultad, me permito comunicar a usted que ha sido designado director del Trabajo de Titulación del estudiante: **LUIS FERNANDO PEÑAHERRERA CABEZAS** cuyo tema está aprobado por el Subcomité de Bioética, de acuerdo al documento adjunto.

A fin de que se realice la respectiva dirección y acompañamiento hasta que finalice el mencionado trabajo.

De conformidad con el Artículo 88 del Reglamento General de Estudiantes, el director tendrá las siguientes funciones:

"Orientar y asesorar al estudiante sobre información bibliográfica, absolver oportunamente consultas sobre el contenido, así como de esquemas de redacción y versiones previas del trabajo, sugerir correcciones y enmiendas, cumplir los procedimientos administrativos y el cronograma del trabajo que se establezca, y velar por el cumplimiento de las normativas de derechos de autor.

El director del trabajo de titulación llevará obligatoriamente un mecanismo de seguimiento del asesoramiento al estudiante".

Agradezco su gentil atención a este pedido.

Atentamente,


Dr. Rodmy Caizapanta Caizapanta
SECRETARIO ABOGADO

RC/CP



Av. 11 de Octubre 1076 y Ramón Roca
Apartado postal 17-01-1475
Telf.: (593) 2 299 17 00 ext. 1475
Quito - Ecuador www.puc.edu.ec



DEDICATORIA

El siguiente estudio está dedicado principalmente a mis padres, que desde un inicio han sido un sustento en mi vida, dándome un buen ejemplo, en primer lugar para ser un buen ser humano, enseñándome valores, brindándome fortaleza en todo momento para poder culminar esta especialidad médica; por impulsarme a alcanzar mis metas, este logro es suyo por sus consejos, sus valores y su cariño que han sabido dar todos los días.

A mi novia y futura madre de mi hijo, por amarme y ayudarme todos los días, participe de mi sacrificio y esfuerzo, estuvo brindándome apoyo incondicional, acompañándome en cada momento, ha sido un pilar muy importante en el este tiempo de la realización del estudio.

A mi hermano, uno de los mayores ejemplos de vida, me ha enseñado a entregar todo, prepararme cada vez más, trabajar cada día para conseguir los objetivos que me he planteado en la vida.

A mis pacientes, que son parte de mi día a día, me dan una responsabilidad enorme de prepararme más cada día, de seguir actualizándome para brindarles el mejor servicio y porque cada vez hacen que me enamore, que me apasione más de mi carrera.

Por ustedes y para ustedes.

Luis Fernando Peñaherrera Cabezas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la vida por seguir dándome salud, que sin eso no podría haber llegado a culminar esta carrera, para seguir planteándome metas y trabajar para ser un mejor ser humano y profesional cada día.

A mis padres, mi novia, mi hermano, Belén me falta las palabras para agradecerles su apoyo, siempre impulsándome para conseguir mis anhelos, han estado en todo este trayecto manifestándome sus consejos, sus sabidurías, muchas veces a la distancia pero siempre bien recibidas para llenarme de sus virtudes y aprender de muchos errores para ser la persona que soy en el día de hoy.

A cada uno de los Docentes que en el transcurso de la Especialidad compartieron sus conocimientos, enseñanzas, experiencias; siempre les tendré un afecto y respeto muy grande. Quisiera agradecer especialmente al Doctor Oscar Concha y Rommel Espinoza participes de este estudio, por su gran enseñanza, paciencia en el recorrido de este trabajo. Al Doctor Oscar Concha un especial agradecimiento que desde el primer día del postgrado fomento la lectura, el estudio, el prepararnos siempre con la visión de ser los mejores especialistas.

A los pacientes que aceptaron participar en el presente estudio, por brindarme su tiempo, su paciencia y su colaboración.

Luis Fernando Peñaherrera Cabezas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	II
DERECHOS DE AUTORÍA	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. TRAIL RUNNING	5
2.2. ANTROPOMETRIA	6
2.3. NUTRICIÓN ÓPTIMA PARA TRAIL RUNNING	8
2.4. PRUEBA DE ESFUERZO	11
CAPÍTULO III	14
3. METODOLOGÍA	14
3.1. Justificación	14
3.2. Problema de la Investigación.....	15
3.3. Pregunta de la Investigación.....	15
3.4. Hipótesis	16
3.5. Objetivos del Estudio	16
3.6. Operacionalización de variables del estudio:	17
3.7. Población y Muestra	21
3.8. Determinación de la muestra	22
3.9. Método de muestreo:	22
3.10. Tipo de Estudio	22
3.11. Criterios de Inclusión y Exclusión:.....	22
3.12. Procedimientos de recolección de información:	23
3.13. Plan de análisis de datos	26

3.14.	Análisis Univarial	27
3.15.	Análisis Bivarial	27
3.16.	Aspectos Bioéticos.....	27
3.17.	Aspectos Administrativos	28
CAPÍTULO IV	¡Error! Marcador no definido.	
4.	RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO V		42
5.	DISCUSIÓN	42
5.1.	Limitaciones del Estudio	47
CAPÍTULO VI		48
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:	48
6.1.	Conclusiones:	48
6.2.	Recomendaciones	50
BIBLIOGRAFÍA		52
ANEXOS		56

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla N.1** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según sexo
.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.2** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según peso
.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.3** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según Índice de Masa Corporal (IMC).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.4** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según porcentaje de grasa.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.5** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según masa musculo esquelética.**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.6** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según porcentajes de composición de dieta.**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.7** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según tipo de entrenamiento.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.8** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según el consumo máximo de oxígeno (VO₂máx).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.9** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según umbral anaeróbico.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.10** Distribución de los paciente incluidos en el estudio del sexo masculino (n=15) según Peso, IMC, Masa Muscular versus VO₂máx. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.11** Distribución de los paciente incluidos en el estudio del sexo femenino (n=11) según Peso, IMC, Masa Muscular versus VO₂máx. .**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N.12** Distribución de los paciente incluidos en el estudio del sexo masculino (n=15) según Peso, IMC, Masa Muscular versus umbral Anaeróbico.
.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N.13 Distribución de los paciente incluidos en el estudio del sexo femenino (n=11) según Peso, IMC, Masa Muscular versus umbral Anaeróbico. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N.14 Distribución de los paciente incluidos en el estudio del sexo masculino (n=15) según tipo de entrenamiento versus VO₂máx. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N.15 Distribución de los paciente incluidos en el estudio del sexo femenino (n=11) según tipo de entrenamiento versus VO₂máx. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N.16 Distribución de los paciente incluidos en el estudio del sexo masculino (n=15) según tipo de entrenamiento versus umbral Anaeróbico. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N.17 Distribución de los paciente incluidos en el estudio del sexo femenino (n=11) según tipo de entrenamiento versus umbral Anaeróbico. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico N.1** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según sexo**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico N.2** Histograma de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según edad.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico N.3** Histograma de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según peso.**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico N.4** Histograma de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según talla.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico N.5** Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según Índice de Masa Corporal (IMC).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico N.6** Histograma de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según Índice de Masa Corporal (IMC).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico N.7** Histograma de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según porcentaje de grasa.....**¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Recolección de Datos	56
Anexo 2. Consentimiento Informado	56
Anexo 3. Formulario de Consentimiento	60

RESUMEN

El Trail Running es un deporte que presenta condiciones de funcionamiento cambiante. El objetivo fue describir las características antropométricas, tipo de entrenamiento y nutrición relacionado con el VO₂máx y umbral anaeróbico en deportistas que realizan Trail Running. Se utilizó una metodología observacional Descriptivo Transversal. La muestra fue de 26 deportistas. Instrumentos: Se les realizó medición de antropométrica, recolección en una matriz de datos, medición directa del VO₂máx y umbral anaeróbico. La información fue analizada con el programa SPSSV23. Resultados: El porcentaje de grasa en hombres fue 19,54 ± 7,41%, en mujeres 27,32 ± 4,94%. Peso de masa muscular en hombres 33,41 ± 3,94 kg, en mujeres 23,94 ± 4,18 kg. Promedio de días de fuerza fue 1,57 ± 1,17, Aeróbico fue 2,8 ± 0,49, Interválico fue 1,07 ± 0,74, Fartlek fue 0,80 ± 0,56. El VO₂máx fue 45,95 ± 9,47, en hombres 50,02 ± 8,82, en mujeres 40,41 ± 7,55. El umbral anaeróbico fue 151,46 ± 7,47. Se concluyó que la composición corporal, tipo de entrenamiento y nutrición influye en el VO₂máx y umbral anaeróbico en deportistas de Trail Running.

Palabras clave: trail running, composición corporal, nutrición, entrenamiento, consumo máximo de oxígeno, umbral anaeróbico.

ABSTRACT

Trail Running is a sport that presents changing operating conditions. The objective was to describe the anthropometric characteristics, type of training and nutrition related to VO₂max and anaerobic threshold in athletes who perform Trail Running. An observational Descriptive Transversal methodology was used. The sample was 26 athletes. Instruments: Anthropometric measurement, collection in a data matrix, direct measurement of VO₂max and anaerobic threshold were performed. The information was analyzed with the SPSSV23 program. Results: The percentage of fat in men was 19.54 ± 7.41%, in women 27.32 ± 4.94%. Muscle mass weight in men 33.41 ± 3.94 kg, in women 23.94 ± 4.18 kg. Average strength days was 1.57 ± 1.17, Aerobic was 2.8 ± 0.49, Interval was 1.07 ± 0.74, and Fartlek was 0.80 ± 0.56. The VO₂max was 45.95 ± 9.47, in men 50.02 ± 8.82, in women 40.41 ± 7.55. The anaerobic threshold was 151.46 ± 7.47. It was concluded that body composition, type of training and nutrition influences VO₂max and anaerobic threshold in Trail Running athletes.

Key words: trail running, body composition, nutrition, training, maximum oxygen consumption, anaerobic threshold.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El Trail Running es un deporte de atletismo no olímpico, bajo los auspicios de la Asociación Internacional de Atletismo Federación (IAAF), los campeonatos internacionales se llevan a cabo a nivel mundial. (Barnes, 2015). Hay dos tipos principales de competiciones de carrera de montaña: carreras de ascenso rápido y carreras tipo maratones en montaña. La longitud de las pistas ascendentes debe aproximarse 8 km con una subida de 800 m para las mujeres o 12 km con un ascenso de 1200 m para hombres (10% de ascenso en promedio para ambos géneros). (Barnes, 2015)

Debido a las condiciones de funcionamiento cambiantes (superficie, elevación y dirección) y la altitud, la velocidad de promedio en carreras de montaña es mucho menor que durante las carreras planas. La geografía del Trail Running presenta muchas pendientes, pasajes rocosos por lo que es casi imposible comer e hidratarse, por ende los deportistas regularmente quedan en déficit energético y sufren deshidratación.

La tensión fisiológica en corredores de montaña durante el entrenamiento y la competencia sugiere una demanda especial de nutrición. Sin embargo, se sabe poco sobre la nutrición y el rendimiento físico de corredores de montaña (Thomas, Erdman, K.A & Burke, 2016). Además se ha visto que durante el entrenamiento y la competición en corredores de montaña, el esfuerzo fisiológico presenta demandas nutricionales singulares.

Lamentablemente no se conoce mucho acerca de nutrición, o composición corporal en corredores de montaña, tampoco en Ecuador. Es fundamental obtener un conjunto de datos sobre corredores de montaña, la de su ingesta dietética y antropometría para relacionarlas con el rendimiento deportivo de los mismos (Vernillo, 2015), ya que esto les podría conllevar a tener beneficios y ventajas a la hora de la competición, además que presentan un déficit calórico durante la carrera por la misma irregularidad del terreno.

Como mencioné anteriormente por los pocos datos disponibles en corredores de Trail Running, sus datos antropométricos y fisiológicos parecen ser similares en

comparación con los corredores de distancia. En la mayoría de deportes de resistencia, tener bajo porcentaje de grasa corporal suele ser una ventaja ya que esto ayuda a la relación peso-potencia, mejorando el rendimiento deportivo (Vernillo, 2015) Además se ha observado que los corredores de montaña al tener una masa grasa disminuida pueden ser beneficiados en terrenos empinados con cambiante altimetría.

Un punto importante es que debido a la mayor necesidad de consumo de carbohidratos por diferentes factores externos como altitud y; clima, los corredores de montaña suelen necesitar más carbohidratos que los corredores de largas distancias a nivel del mar (Carlshon, A. & Muller, 2014). La suplementación con carbohidratos se ha visto que mejora el rendimiento y disminuye la percepción de fatiga muscular, por lo que es muy importante priorizar el consumo de hidratos de carbono complejos en corredores de montaña (Cole, 2001)

La base general para cubrir todos los requerimientos nutricionales en la mayoría de personas que realizan Trail Running se fundamenta en una dieta equilibrada, bien distribuida y una adecuada hidratación (Savoldelli, Vernillo, Zignoli, 2014). Se conoce que existen necesidades específicas que varían de los diferentes componentes, como las condiciones fisiológicas individuales, la composición corporal, la altimetría, el clima, entre otros.

Los acontecimientos más importantes que favorecen al progreso de fatiga durante el ejercicio físico es la disminución de carbohidratos que son almacenados en forma de glucógeno, tanto muscular, cómo hepático y la deshidratación por la pérdida de electrolitos y agua, por ello, el corredor que desea optimizar su rendimiento deportivo se debe basar en nutrirse e hidratarse de manera correcta.

Por esa razón, la alimentación en el deportista, se considera como un factor fundamental, tanto en los entrenamientos como en competición, teniendo la necesidad de diseñar y programar buenas pautas y estrategias para la misma (Beis, Willomm, Ross, 2011). Hay que mencionar que son fundamentales los hidratos de carbono complejos y las grasas, ya que son el combustible más importante durante el la competencia que influye en el rendimiento físico, por ende ayuda a mejorar la resistencia muscular retrasando la aparición de la fatiga.

Cuando hablamos de carreras de Trail Running, el consumo de carbohidratos evita muchos efectos adversos como la hipoglucemia, ya que mantiene niveles altos de oxidación de los carbohidratos y aumenta la capacidad de resistencia. Por otra parte, se ha observado un creciente porcentaje de interés social en cuanto de Trail Running, con un elevado número de participantes, por ende la importancia de conocer cuál es el entrenamiento más apropiado para este tipo de deportistas y conllevar al mejor rendimiento deportivo.

El problema de esta investigación parte de que, se desconoce la composición corporal, tipo de entrenamiento y nutrición que llevan los deportistas que practican Trail Running en la ciudad de Quito. Adicionalmente, no se ha encontrado guías establecidos del tipo de entrenamiento que debe realizar un corredor de montaña para desarrollar un mejor VO₂máx y una elevación del umbral anaeróbico.

Existen investigaciones donde se ha observado que existe un déficit calórico antes, durante y después de los entrenamientos y competencias de Trail Running por lo que se incrementa la probabilidad de tener lesiones musculares, esto conlleva a una fatiga más precoz, disminuyendo el rendimiento deportivo de los deportistas (Hawley, J.A & Leckey, 2015).

Esta investigación está estructurada por seis capítulos. Inicia con una introducción, en la que se realiza una aproximación y apertura al tema a investigar. En el segundo capítulo, se realizó una revisión actualizada de la bibliografía sobre el contenido de la investigación, examinando gran cantidad de la literatura con evidencia científica, sobre adecuada composición corporal, tipo de entrenamiento y nutrición que den tener los deportistas de Trail Running, además todo lo que respecta al consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico.

En el tercer capítulo se presenta la metodología para el posterior desarrollo y análisis de la investigación, el tipo de estudio, el proceso de elección de la población y muestra; las variables que se han utilizado, los materiales para la recolección de la información, el análisis estadístico y las consideraciones éticas en las que se fundamentó el proceso de las valoraciones para obtener los resultados del estudio.

En el cuarto capítulo, se plasma, mediante gráficos y tablas, los resultados conseguidos en esta investigación; en el quinto capítulo, se ejecutó la discusión de

los resultados alcanzados, comparándolos con los resultados obtenidos de otras investigaciones similares. Finalmente, en el sexto capítulo, se presentan las conclusiones de la investigación y las recomendaciones del autor del mismo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. TRAIL RUNNING

El Trail Running es un deporte de atletismo no olímpico, bajo el auspicio de la Asociación Internacional de Atletismo (IAAF) y de la Asociación World Mountain Running los campeonatos internacionales se llevan a cabo a nivel mundial. (Barnes, 2015).

Debido a las condiciones de funcionamiento cambiantes (superficie, elevación y dirección) y la altitud, la velocidad de promedio en carreras de montaña es mucho menor que durante las carreras planas. (Beis, 2011). La geografía del Trail Running presenta muchas pendientes, pasajes rocosos por lo que es casi imposible comer e hidratarse, por ende los deportistas regularmente quedan en déficit energético y sufren deshidratación.

La tensión fisiológica en corredores de montaña durante el entrenamiento y la competencia sugiere una demanda especial de la nutrición. Sin embargo, se sabe poco sobre la nutrición y el rendimiento físico de corredores de montaña (Thomas, Erdman, K.A & Burke, 2016). Además se ha visto que durante el entrenamiento y la competición en corredores de montaña, el esfuerzo fisiológico presenta demandas nutricionales singulares.

En todo el mundo el Trail Running cada vez se ha hecho más popular en los últimos años, con el aumento exponencial en el número de participantes, promedio anual de la cantidad de carreras completadas por cada individuo y número de carreras organizadas cada año; como una forma de recreación, teniendo muchas variables predictoras; el consumo máximo de oxígeno, umbral anaeróbico, composición corporal, tipo de nutrición y entrenamiento para el rendimiento deportivo (Ehrstrom, 2018).

Uno de los principales determinantes del rendimiento en el Trail Running es la duración de cada competencia, este deporte es conocido por imponer una carga física extenuante sobre el organismo, que conduce a disminuciones en la eficiencia

de la locomoción con cambios en los sustratos energéticos, estrés térmico, estrés oxidativo, deshidratación y daño muscular (Jones, A.M & Vanhatalo, 2017).

Una característica principal en la economía de carrera de atletas que realizan Trail Running es la gran proporción de trabajo excéntrico realizado durante los segmentos de descenso de la carrera; las contracciones excéntricas implican la generación de fuerza en un alargamiento muscular, y se sabe que encaminan graves daños estructurales en los músculos afectando su contractibilidad y propiedades recuperativas (Ehrstrom, 2018).

Hay muchos componentes que dependen el desempeño exitoso en las carreras de Trail Running, empezando por una aptitud cardiopulmonar sobresaliente, una adecuada nutrición corporal, variables antropométricas, experiencia sobre la regulación del esfuerzo, capacidad para soportar dolor son factores influyentes, por lo que es fundamental desarrollar adecuadas estrategias y consejos para optimizar el rendimiento de los deportistas (Carlsohon, 2014).

2.2. ANTROPOMETRÍA

Los deportistas que realizan Trail Running tienen distintos cuerpos y alturas, habrá algunos que están bendecidos genéticamente con un físico muy apropiado para correr largas distancias y consigan fácilmente sus objetivos relacionados con la composición corporal, mientras que otros necesitan trabajar más duro para lograr esos mismos objetivos, teniendo en cuenta que la composición corporal puede mejorar la fuerza, condición física y rendimiento (Thomas, Erdman, K.A & Burke, 2016).

El rendimiento óptimo en los deportistas que realizan Trail Running depende de una serie de factores interrelacionados, que incluyen la capacidad de mantener la potencia próxima al umbral anaeróbico, un VO₂máx elevado, una técnica eficaz, una relación potencia/peso elevada y un nivel bajo de grasa corporal (Millet, 2017); los dos últimos factores implican que un deportista de resistencia con exceso de peso, o al que le falte fuerza muscular, puede correr un mayor riesgo de lesión cuando realiza competencias de Trail Running.

Los deportistas deben darse cuenta que rendirán a un máximo nivel cuando logren y mantengan la composición corporal óptima para ellos, no una composición

corporal idealizada que requeriría estrategias alimentarias restrictivas (Burke, 2018). Una fuerte restricción alimentaria y un exceso de entrenamiento pueden dar lugar a bajos niveles de energía y a unas sesiones de entrenamiento de mala calidad, a un mayor riesgo de lesión y a que existan riesgos para la salud tanto a corto como a largo plazo (Burke L.M., 2011).

Alcanzar los objetivos de composición corporal para un rendimiento óptimo puede venir de la mano del entrenamiento de fuerza, elemento común en los programas de entrenamiento de resistencia. Las claves para maximizar la fuerza y el rendimiento deportivo en Trail Running incluyen el potencial genético, un programa adecuado de entrenamiento, estrategias nutricionales específicas; es evidente que los deportistas de resistencia pueden beneficiarse si desarrollan músculo y mantienen óptimos niveles de grasa corporal (Rochat, 2018).

Un parámetro importante en la composición corporal es el desarrollo muscular, el cuál es el resultado del equilibrio entre la síntesis proteica del músculo y su degradación proteica, los deportistas desarrollan músculo cuando la síntesis supera la degradación durante un período de tiempo. En deportistas que realizan Trail Running la interacción entre el ejercicio con pesas y la proteína que consumen genera la mayor estimulación de síntesis proteica o crecimiento muscular (Rochat, 2018).

Las estrategias nutricionales para la construcción de una adecuada composición corporal y para el desarrollo muscular óptimo se centran no solo en la dieta de entrenamiento diaria, sino también en la ingesta de ciertos nutrientes programados específicamente en torno a las sesiones de entrenamiento; todo ello diseñado con el objetivo de optimizar los esfuerzos para desarrollar una adecuada composición corporal (Edward., 2001).

Las claves para mejorar los esfuerzos para desarrollar una idónea antropometría en deportistas que realizan Trail Running incluyen: obtener una cantidad de calorías suficiente para que el cuerpo tenga energía necesaria para desarrollar músculo y fuerza, consumir una cantidad de hidratos de carbono suficiente para cubrir la demanda de energía para el entrenamiento, tener en la dieta diaria una cantidad total de proteínas que sea suficiente y consumir líquidos e hidratos de carbono durante el entrenamiento (Beis, 2011).

2.3. NUTRICIÓN ÓPTIMA PARA TRAIL RUNNING

La nutrición adecuada es esencial para todo deportista que realice Trail Running, juega un papel importante por tratarse de un deporte de resistencia, por las exigencias y sobrecargas específicas que implica esta disciplina, todos los atletas que practiquen este deporte merecen pautas que impliquen saber elegir los alimentos adecuados, saber cuánto y cuando hay que comer (Fudge, Westerterp, Kiplami, Onywera, Boit, Kayser, 2006).

Es necesario ajustar la dieta de acuerdo al programa de entrenamiento y plan de competición ya que permite reponer la energía empleada durante el entrenamiento y que aporte los requerimientos necesarios para un recomendable rendimiento deportivo y tener una recuperación nutricional óptima día a día, y entrenamiento tras entrenamiento (Edward., 2001). Así, obtendremos el máximo beneficio de nuestro programa de ejercicios y los deportistas llegarán al comienzo de un evento o competición en la mejor forma nutricional posible; los deportistas que realizan Trail Running necesitan tener más en cuenta el hecho de aprender de verdad a utilizar la nutrición para mejorar el rendimiento.

Los deportistas que practican Trail Running tienen muchas horas de entrenamiento semanal, y esto les obliga a ingerir cantidades adecuadas de carbohidratos, proteínas y grasas; que les permita reponer los depósitos de energía empleados en la realización de esta actividad, sacar el mejor partido del período de recuperación entre sesiones de entrenamiento, y por último, llegar a la competición en la mejor forma posible (Heikura, 2018) .

Esto no significa que los deportistas que realizan Trail Running puedan comer todo lo que les guste. Los cuerpos que entrenan deben basarse en una fuente de energía valiosa y de alta calidad para seguir gozando de buena salud. A medida que se incrementa la duración y la intensidad del entrenamiento de un deportista de resistencia, aumenta también su necesidad de hidratos de carbono.

Los hidratos de carbono constituyen la principal fuente de energía para los deportistas que realizan Trail Running durante su actividad (Hawley, J.A & Leckey, 2015). Los programas nutricionales siempre deben personalizarse de acuerdo con el programa de entrenamiento del deportista, historial médico, hábitos, genética, entre otros; si la ingesta de hidratos de carbono no aporta una cantidad suficiente

de energía para entrenar y recuperarse, los atletas no rendirán al máximo, por lo que deben ser elegidos de la máxima calidad posible, ya que los diversos nutrientes que aportan mantendrán fuerte el sistema inmunitario y harán que el cuerpo funcione de manera óptima.

2.3.1. HIDRATOS DE CARBONO SIMPLES

Los hidratos de carbono simples, se los suele llamar “azúcares, constan de una o dos moléculas. Entre los hidratos de carbono de una molécula, o monosacáridos, se incluyen la glucosa, la fructosa (presente en la fruta) y la galactosa, que son los más fáciles de digerir (Hawley, J.A & Leckey, 2015).

Los hidratos de carbono de dos moléculas, o disacáridos, incluyen sacarosa (glucosa + fructosa) normalmente llamada azúcar de mesa, también se encuentra en el azúcar de caña, azúcar morena y muchas futas; la lactosa (glucosa + galactosa) presente en la leche y productos lácteos; y la maltosa (glucosa + glucosa) la cual no aporta grandes cantidades de hidratos de carbono en la dieta, pero puede ser un aditivo en los alimentos (Hawley, J.A & Leckey, 2015).

2.3.2. HIDRATOS DE CARBONO COMPLEJOS

Los hidratos de carbono que contienen entre tres y veinte moléculas son los oligosacáridos. Esta categoría incluye muchos hidratos de carbono artificiales, como por ejemplo las maltodextrinas (presentes en algunas bebidas deportivas). La gran mayoría de los hidratos de carbono del reino vegetal, como los presentes en los cereales, el arroz, el maíz, las patatas, el trigo, son polisacáridos, y la mayoría se descomponen en forma de glucosa para ser absorbidos. Los carbohidratos complejos deben ser la principal fuente de energía de los deportistas que realizan Trail Running (Burke L.M., 2011).

Es importante que los deportistas de resistencia sean conscientes de que pueden incluir diferentes tipos de hidratos de carbono en sus dietas, en distintos momentos, por motivos relacionados con el rendimiento. Por ejemplo, una amplia variedad de bebidas deportivas, geles, bebidas de recuperación actualmente contienen diversos tipos de hidratos de carbonos simples y complejos, que se debe conocer en qué momentos del día o del ciclo de entrenamiento se debería utilizar.

2.3.3. PROTEÍNAS

Los deportistas que realizan Trail Running interesados en mejorar su potencia y su fuerza, además de desarrollar resistencia, necesitan cantidades adecuadas de alimentos proteicos para alcanzar un rendimiento óptimo, y además necesitan recuperarse del daño muscular que puede producirse durante el entrenamiento y durante las competencias; más aún si sumamos los factores externos como altimetría, distancia que se someten los deportistas corren por las montañas (Jeukendrup, 2018).

La proteína desempeña muchas funciones importantes, contribuye al crecimiento, reparación y mantenimiento de los músculos y otros tejidos en el cuerpo, es necesaria para la regeneración de hormonas, enzimas y neurotransmisores fundamentales para que el cuerpo funcione correctamente, funciona como un componente fundamental del sistema inmunitario al crear anticuerpos. Por lo que es evidente que la proteína desempeña un papel importante a la hora de una buena salud y un rendimiento óptimo (Burke, 2018).

Hay diferentes tipos de proteínas, algunos de los cuales debemos obtener de los alimentos de nuestra dieta diarias, las cuales se encuentran formadas por aminoácidos, que son las piezas que componen los tejidos proteicos; obtenemos aminoácidos de los alimentos con proteínas que consumimos y de la síntesis de nuestro tejido muscular (Carlsohon, 2014). Los aminoácidos que pueden sintetizar nuestro cuerpo se consideran no esenciales para nuestra dieta, ya que no es necesario que los consumamos en los alimentos, en cambio los esenciales son los que nuestro cuerpo no puede sintetizar y debemos obtener en la dieta.

Las necesidades proteicas de un deportista que realiza Trail Running varía entre 1.4 a 2 gramos de proteína por kilogramo de peso corporal, dependiendo del programa de entrenamiento y los objetivos de la composición corporal de cada atleta. El ingerir una cantidad inadecuada de proteína puede interferir en la regulación del metabolismo en la formación de hormonas y enzimas. Además una cantidad insuficiente de proteína puede perjudicar la recuperación muscular (Vernillo, 2015).

2.3.4. ÁCIDOS GRASOS

Las grasas son una parte importante de la dieta de cualquier deportista, más aún si hablamos de un deportista que practica Trail Running; los deportistas de resistencia necesitan entre el 20 al 25 por ciento de las calorías proveniente de estas en su dieta, con el fin de reponer la grasa almacenada en el músculo para utilizarla como fuente energética (Beis, Willomm, Ross, 2011).

Es fundamental que el deportista que practica Trail Running entienda el papel que desempeña una adecuada dieta para valorar las necesidades nutricionales acorde al programa de entrenamiento y la preparación para un evento o competición. La periodización de los alimentos específicos y de las raciones de líquidos es un componente esencial dentro de una dieta para lograr un óptimo rendimiento. La intensidad y duración del entrenamiento también influirán en los tipos de energía que necesita cada deportista y en los que mejor utilizará para obtener energía diariamente.

Debido a su función integral de aportar energía al ejercicio de resistencia y a las limitaciones de los depósitos de energía, los hidratos de carbono son los protagonistas de la dieta de entrenamiento de todo deportista que realice Trail Running, y de igual manera la proteína y las grasas desempeñan funciones importantes como asistentes (Gregory, 2011).

Una nutrición apropiada de entrenamiento es esencial para los deportistas de Trail Running para gozar de una carrera exitosa y minimizar los riesgos de lesión, debido a las características externas y la exigencia física que conlleva este deporte, muchos deportistas atletas deben entrenar varias horas a día, sumando muchas horas a la semana, una gran demanda nutricional para poder competir, lo que supone un reto para los depósitos de energía muscular y los niveles de glucosa sanguínea (Gregory, 2011).

2.4. PRUEBA DE ESFUERZO

La valoración funcional en deportistas está basada en la realización de una prueba de esfuerzo, con el objetivo de someter al organismo a un estrés físico-psíquico, que faciliten el control y permita cuantificarlo mediante la determinación de una serie de variables biológicas (frecuencia cardíaca, tensión arterial, consumo

de oxígeno, umbral anaeróbico) y otros parámetros mecánicos como la velocidad (Hannes, 2013).

El gran incremento que ha experimentado nuestro medio de deportistas que realizan Trail Running y el alto nivel de exigencia requerido en las sesiones de entrenamiento han supuesto una mayor demanda para que el médico certifique la aptitud de dichos deportistas para la práctica de este deporte y se estudien muchos componentes que influyen en el bienestar y rendimiento deportivo.

Todo deportista que realiza Trail Running y entra en contacto con un programa deportivo requerirá no solo una valoración funcional, sino también una revisión médica completa, que debe incluir una anamnesis, donde se debe indagar nutrición, tipo de entrenamiento, realizar un estudio de la composición corporal, donde se analizará el índice de masa corporal, porcentaje de grasa, peso en músculo, una exploración física completa y posterior a todo lo mencionado una prueba de esfuerzo donde se descartará cualquier problema coronario y se medirá parámetros como el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico que nos permita establecer puntos de referencia para valorar posteriormente la evolución físico psíquica del deportista (Saugy, 2013).

La práctica de una prueba de esfuerzo debe seguir normas metodológicas muy estrictas para obtener datos válidos; es básico determinar y valorar ciertos factores ambientales, tales como temperatura, humedad, luz y ruidos (Mooses, M & Hackney, 2017). Las variaciones de estos factores afectan significativamente la respuesta del organismo al esfuerzo físico, en especial el de nivel máximo.

El consumo máximo de oxígeno mide la capacidad del cuerpo para transportar el oxígeno desde el medio exterior a los músculos; indica el nivel máximo posible de captación de oxígeno por el organismo, y, por lo tanto, representa uno de los factores determinantes del rendimiento físico. Este valor vendrá determinado individualmente por el límite del rendimiento cardiovascular, es decir por la FC_{máx} y el volumen de sangre expulsado por latido, así como por la eficacia de extracción tisular del oxígeno (Shen, 2019).

El VO₂máx generalmente se expresa en relación con el peso total del deportista, indicando la potencia aeróbica de éste. En deportes como el Trail Running el valor del VO₂máx puede doblar al que presenta la media de adultos jóvenes. El VO₂máx

es un 15-20% inferior en las mujeres. Este parámetro fisiológico se ve afectado por la altitud; ello está determinado por la disminución de la presión parcial de oxígeno, de forma que se experimenta un descenso del 8-10% respecto a nivel del mar (Rochat, 2018)

Mientras que el umbral anaeróbico es un concepto metabólico que se utiliza para hacer referencia a aquella zona de intensidad del ejercicio donde hay una demanda brusca de energía y por tanto se comienza a utilizar de manera mayoritaria la energía procedente de los hidratos de carbono por ruta anaeróbica, es decir, sin su oxidación completa, ya que esta ruta da energía de manera más rápida. En un sentido práctico, cuanto más alto esté nuestro umbral anaeróbico mejor, ya que podremos hacer ejercicio de alta intensidad sin que conlleve una fatiga prematura (Hannes, 2013). El problema de entrar en la zona de umbral anaeróbico es que ese uso de hidratos de carbono genera un exceso de ácido láctico que al organismo no le da tiempo de depurar, lo que provoca una acidificación muscular y consecuentemente una fatiga y pérdida del rendimiento.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Justificación

El propósito del estudio es obtener todos los datos antropométricos, conocer el tipo de entrenamiento deportivo, evaluar la nutrición y relacionar con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico en deportistas que realizan Trail Running en la ciudad de Quito D.M. Un factor esencial es la composición corporal, afecta en el rendimiento físico en corredores que practican Trail Running y optimiza el mejor desempeño durante los entrenamientos y competencias (Mooses, M & Hackney, 2017)

El tipo de entrenamiento es primordial, ya que perfecciona la calidad de las sesiones de entrenamiento para favorecer las adaptaciones fisiológicas, físicas, metabólicas, psíquicas necesarias y el desarrollo de las capacidades que determinan la capacidad del deportista y de esa manera aumentar el rendimiento deportivo de los deportistas.

La nutrición es un elemento relevante en el rendimiento deportivo, el objetivo es contribuir con la cantidad de energía apropiada, suministrar todos los nutrientes para la mantención y reparación de los tejidos, conservar y regular el metabolismo corporal (Vitale, K. & Getzin, 2019). En el Trail Running se encuentra grandes demandas nutricionales por lo que es frecuente observar aportes nutricionales deficitarios, con la repercusión en una disminución temprana del glucógeno muscular y la aparición de fatiga.

El umbral anaeróbico es un concepto metabólico que se utiliza para hacer referencia a aquella zona de intensidad del ejercicio donde hay una demanda brusca de energía y por tanto se comienza a utilizar de manera mayoritaria la energía procedente de los hidratos de carbono por ruta anaeróbica, es decir, sin su oxidación completa, ya que esta ruta da energía de manera más rápida (Sheer, Ramme, Reinsberger, Heitkamp, 2018).

En un sentido práctico, cuanto más alto esté nuestro umbral anaeróbico mejor, ya que podremos hacer ejercicio de alta intensidad sin que conlleve una fatiga

prematura. El problema de entrar en la zona de umbral anaeróbico es que ese uso de hidratos de carbono genera un exceso de ácido láctico que al organismo no le da tiempo de depurar, lo que provoca una acidificación muscular y consecuentemente una fatiga y pérdida del rendimiento (A., 2017). Saber a qué pulsaciones se encuentra nuestro umbral anaeróbico no es fácil, para ello se requiere de una prueba de esfuerzo con medición de lactato o medición de consumo de oxígeno.

Es necesario comparar los resultados de éste estudio en la composición corporal, tipo de entrenamiento, nutrición de los deportistas, el umbral anaeróbico y el consumo máximo de oxígeno con protocolos estandarizados de entrenamiento deportivo para corredores de montaña. Una adecuada composición corporal, una correcta planificación nutricional, una adecuada planificación de entrenamiento, son factores fundamentales para el progreso del VO₂ máx. y un ascenso del umbral anaeróbico en deportistas que practican Trail Running (Millet, 2017).

3.2. Problema de la Investigación

Se ha observado en diferentes estudios que las características antropométricas son elementos influyentes en el rendimiento muscular de los deportistas. Además se ha observado que existe un déficit calórico antes, durante y después de competencias de Trail Running por lo que se incrementa la probabilidad de tener lesiones musculares, conlleva a una fatiga más precoz, aumenta el índice de abandono y paralelamente disminuye el rendimiento deportivo de los deportistas (Hawley, J.A & Leckey, 2015).

Conjuntamente no se ha encontrado protocolos establecidos del tipo de entrenamiento que debe realizar un corredor de montaña para desarrollar un mejor VO₂máx y una elevación del umbral anaeróbico.

3.3. Pregunta de la Investigación

¿Cuál es la relación de las características antropométricas, tipo de entrenamiento, y nutrición relacionado con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico en deportistas que realizan Trail Running en la Ciudad de Quito DM?

3.4. Hipótesis

Los deportistas que realizan Trail Running en la Ciudad de Quito D.M tienen un cuerpo con bajo porcentaje de masa magra y alto porcentaje de masa grasa.

Los corredores de montaña no tienen una adecuada planificación de entrenamiento deportivo dejando de lado el fortalecimiento muscular (Fudge, Westerterp, Kiplami, Onywera, Boit, Kayser, 2006). Una adecuada planificación orienta y maximiza las adaptaciones que favorecen a un correcto entrenamiento de resistencia cardiorrespiratoria y de la fuerza muscular; para eso los atletas necesitan un manejo apropiado, tomando en cuenta los factores que intervienen en la carga de entrenamiento como el volumen, intensidad, densidad, tipo del ejercicio, conjuntamente con una adecuada recuperación.

Para que los deportistas que practican Trail Running consigan las adaptaciones necesarias en su organismo y aumente su rendimiento deportivo es fundamental que siga un entrenamiento sistematizado, progresivo e individualizado y si pueden venir grandes efectos colaterales que perjudica a la salud del deportista (Jones, A.M & Vanhatalo, 2017)

Un alto porcentaje de deportistas de Trail Running subestiman sus capacidades de nutrirse durante la práctica deportiva, obviando aspectos claves como la temporalización específica de la prueba, la climatología o la altimetría de la misma (Vitale, K. & Getzin , 2019)

Por lo que realmente nos enfrentamos con graves problemas, ya que la ingesta dietética antes y durante los entrenamientos y carreras de Trail Running no cumple con las recomendaciones para los deportistas de resistencia, obteniendo un déficit de aporte calórico en las mismas, conllevando a fatiga, disminución de rendimiento deportivo y muchas veces ocasionando lesiones osteomusculares.

3.5. Objetivos del Estudio

3.5.1. Objetivo General:

- Describir las características antropométricas, tipo de entrenamiento y nutrición relacionado en el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico en deportistas que realizan Trail Running.

3.5.2. Objetivos Específicos:

- Conocer las características antropométricas, nutrición en deportistas que realizan Trail Running en la ciudad de Quito D.M.
- Estimar el tipo de entrenamiento y la sistematización del mismo en atletas que practican Trail Running en la ciudad de Quito D.M.
- Definir el VO₂máx obtenida en una prueba de esfuerzo directa en deportistas que realizan Trail Running en Quito D.M.
- Establecer el umbral anaeróbico obtenida en una prueba de esfuerzo directa en deportistas que realizan Trail Running en Quito D.M.

3.6. Operacionalización de variables del estudio:

Variable	Definición Conceptual	Indicador Definición Conceptual	Escala	Naturaleza de la Variable	Medida Estadística
Edad	La edad está referida al tiempo de existencia de alguna persona, o cualquier otro ser animado o inanimado, desde su creación o nacimiento, hasta la actualidad.	Años	18 – 49 años	Cuantitativa discreta	Promedio, Mediana, desviación estándar.
Sexo	Conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos, y hacen posible una reproducción que se caracteriza por una diversificación genética.	Fenotipo	1 = Masculino 2 = Femenino	Cualitativo Nominal Dicotómica	Frecuencia Absoluta y relativa (Porcentaje)

Peso	Es una medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto.	Kilogramos	1 = peso bajo 2 = Normo peso 3= Peso elevado	Cualitativa Ordinal	Frecuencia Absoluta y relativa (Porcentaje)
Estatura	Altura de una persona desde los pies a la cabeza.	Metros	150 – 185cm	Cuantitativa Discretas	Promedio, Mediana, desviación estándar
IMC	Es una razón matemática que asocia la masa y la talla de un individuo, ideada por el estadístico belga Adolphe Quetelet; por lo que también se conoce como índice de Quetelet.	Índice relación Peso/Estatura	1 = < 18.5 Peso bajo 2 = 18.5 – 24.9 Peso Normal 3 = 25 – 29.9 Sobrepeso 4 = 30 – 34.9 Obesidad grado I 5 = 35 – 39.9 Obesidad Severa (grado II) 6 = > 40 Obesidad Mórbida (grado III).	Cualitativa Ordinal	Frecuencia Absoluta y relativa (Porcentaje)
Porcentaje de grasa	Corresponde a un cálculo matemático que permite calcular la tasa de grasa que contiene el organismo. Se expresa en porcentaje y este índice se basa en la diferencia entre la masa grasa y la	Porcentaje	Hombre: 1 = 6 - 13%. Atleta/fit 2 = 14 – 17% Normal 3 = 18 – 25% Elevado 4 = >25 Obesidad Mujer: 5 = 14 - 20%. Atleta/fit	Cualitativa Ordinal	Frecuencia Absoluta y relativa (Porcentaje)

	masa muscular del cuerpo humano.		6 = 21 - 24% Normal 7 = 25-31% Elevado 8 = > 31% Obesidad		
Masa Musculo esquelética	Es el volumen del tejido corporal total que corresponde al músculo. Desde el punto de vista de la composición corporal corresponde a la masa magra.	Kg (Percentiles)	1 = 70 - 89% bajo 2 = 90 - 110% normal 3 => 110% Alto	Cualitativa Ordinal	Frecuencia Absoluta y relativa (Porcentaje)
Tipo de Entrenamiento	Se trata de una actividad sistemática y un proceso estructurado que planifica cargas de entrenamiento progresivas y crecientes con el fin de estimular procesos fisiológicos de supercompensación beneficiando el desarrollo de las capacidades y cualidades físicas con el objetivo mejorar el rendimiento deportivo.	Fuerza Aeróbico Interválico Fartlek	1 = 0 -1d/sem Fuerza 2 = 2-3d/sem Fuerza 3 = > 3d/sem Fuerza 4 = 0-1d/sem Aeróbico 5 = 2-3d/sem Aeróbico 6 = > 3d/sem Aeróbico 7 = 0 -1d/sem Interválico 8 = 2-3d/sem Interválico 9 = > 3d/sem Interválico 10 = 0 -1d/sem Fartlek 11 = 2-3d/sem Fartlek	Cuantitativa discreta	Promedio, Mediana, desviación estándar.

			12 = > 3d/sem Fartlek		
Nutrición	Es un factor fundamental para el rendimiento deportivo, el objetivo es contribuir la energía apropiada y suministrar los nutrientes necesarios y cubrir las demandas energéticas para el entrenamiento, competición y recuperación del deportista.	Carbohidratos Proteínas Grasas	1 = 50 – 70% Carbohidratos, 15 – 30% Proteínas, Grasas 15 – 30%. 2 = 30 – 50% Carbohidratos, 20 – 30% Proteínas, 20 – 30 % grasas. 3 = 20 -30% Carbohidratos, Proteínas 20 – 30 %, Grasas 50 – 60%.	Cualitativa Ordinal	Frecuencia Absoluta y relativa (Porcentaje)
VO2máx	Es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir en un tiempo determinado, se correlaciona con la capacidad aeróbica de los deportistas.	Pobre Regular Buena Muy buena Excelente Excepcional	Hombre: 1 = Muy Bajo: 30 - 33 2 = Bajo: 33.1 -36 3 = Promedio: 36 - 42.4 4 = Bueno: 42.5 – 46.4 5 = Excelente: 46.5 -52.4 6 = Superior: > 52.4 Mujeres 7 = Muy Bajo: 20 - 23 8 = Bajo: 24 -28 9 = Promedio: 29 – 32.9	Cualitativa Ordinal	Frecuencia Absoluta y relativa (Porcentaje)

			10 = Bueno: 33 – 36.9 11 = Excelente: 37 - 41.0 12 = Superior: > 40.0		
Umbral Anaeróbico	Hace referencia a aquella zona de intensidad del ejercicio donde hay una demanda brusca de energía y por lo tanto comienza a usarse de manera prioritaria la energía de los hidratos de carbono. Además provoca una acidificación muscular y posteriormente fatiga y disminución del rendimiento.	Bajo Alto	1 = 70 -80% Bajo 2 = 80 - 90% Alto	Cualitativa Ordinal	Frecuencia Absoluta y relativa (Porcentaje)

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

3.7. Población y Muestra

a. Población:

Se incluirá en la población atletas de sexo masculino y femenino entre 18 y 49 años que practican Trail Running, que acudieron a la realización de prueba de esfuerzo, según el registro estadístico cuenta con 28.

b. Muestra: 26 deportistas

3.8. Determinación de la muestra

De los 28 pacientes registrados, 26 pacientes cumplen los criterios de inclusión, por lo que entran a la muestra del estudio, el mismo que será analizado a través del sistema EPI INFO, versión 7.2 para la determinación de los resultados.

3.9. Método de muestreo:

El método de muestreo a utilizarse será no probabilístico por conveniencia para determinar la muestra más significativa para la selección de los 26 deportistas.

3.10. Tipo de Estudio

Tipo de observacional descriptivo transversal.

3.11. Criterios de Inclusión y Exclusión:

a. Criterios de Inclusión:

- Género masculino y femenino.
- Deportistas mayores de 18 años de edad.
- Deportistas menores de 50 años de edad.
- Deportistas que practiquen Trail Running.
- Deportistas que residan en la Ciudad de Quito D.M.
- Consentimiento Informado firmado.

b. Criterios de Exclusión:

- Deportistas menores de 18 años.
- Deportistas mayores de 49 años.
- Deportistas que cumplan criterios para no poder realizar una prueba de esfuerzo maximal (contraindicaciones absolutas).
- Deportistas que residan afuera de la ciudad de Quito D.M.
- Deportistas que presenten alguna lesión osteo-muscular en el periodo del estudio.
- Deportistas que crucen una alteración alimentaria en el periodo del estudio.

3.12. Procedimientos de recolección de información:

En primer lugar se aplicará un consentimiento informado a todos los deportistas que cumplan los criterios de inclusión y se llenará una ficha médica deportológica en el laboratorio de fisiología de esfuerzo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y laboratorio de fisiología de esfuerzo “Deporte y Salud”.

El periodo de recolección de la información será en un tiempo de 1 mes, lapso en el que se efectuará la medición corporal con un tallímetro marca Pro-Series y con el equipo de Bioimpedancia Inbody 120, el cual valora peso, Índice de masa corporal, masa musculo esquelética y porcentaje de grasa corporal.

El procedimiento de valoración antropométrica se realizara en horas de la mañana, 2 horas después de que el deportista haya desayunado, descalzo, con la menor cantidad de ropa posible y con la vejiga vacía, respetando el derecho a la intimidad de cada paciente.

Después se procederá a realizar un examen físico general. Posterior a lo mencionado se realizará un electrocardiograma en reposo con un electrocardiógrafo marca Quark C12x (Cosmed), si el paciente se encuentra en buenas condiciones médicas y no existe ninguna anomalía en el electrocardiograma en reposo se procederá a realizar la prueba de esfuerzo en una banda marca NordicTrack, y el uso de un medidor metabólico marca Quark RMR (Cosmed) para la medición del consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico.

Posterior a eso de efectuará la relación entre las características antropométricas, tipo de entrenamiento y nutrición con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico en deportistas que realizan Trail Running, datos que serán recolectados en la matriz, los cuales se pasará a una base de Excel.



Balanza + Tallímetro PRO-Series



Bioimpedancia InBody 120



Banda NordicTrack



Mascarilla + EKG Quark C12x (Cosmed) + Pulsómetro Cosmed



Medidor metabólico Quark RMR (Cosmed)



Laboratorio de fisiología del Esfuerzo de la PUCE

3.13. Plan de análisis de datos

De la base de los datos Excel se extrapolará para su respectivo análisis de la información se realizará en el programa SPSS V19.

3.14. Análisis Univarial

Las variables cualitativas serán representadas mediante frecuencias y porcentajes. Las variables cuantitativas serán descritas mediante las medidas de tendencia central (desviación estándar) a través de gráficos de sectores.

3.15. Análisis Bivarial

Se estimará la relación entre las características antropométricas, tipo de entrenamiento y nutrición con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico, mediante cruces de variables, calculando Chi cuadrado con su respectivo valor p. Consideraciones técnicas un valor $p < 0.05$.

3.16. Aspectos Bioéticos

Todas las personas que estén adentro del estudio conocerán del propósito del mismo, se les informara todos los procedimientos a seguir y se les hará firmar el consentimiento informado de manera libre y voluntaria.

- a. **Propósitos:** El Trail Running es un deporte de larga distancia por lo que se ha visto que el factor de la composición corporal, el tipo del entrenamiento, la nutrición que usan los deportistas son componentes fundamentales a la hora de valorar el rendimiento cardiopulmonar en deportistas que realizan Trail Running.

El propósito de este estudio es analizar la relación que presentan la composición corporal el tipo de entrenamiento y la nutrición con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico en deportistas que realizan de Trail Running obtenido en una prueba de esfuerzo directa.

Importante conocer estos datos para tomar pautas nutricionales adecuadas y saber que composición corporal es la primordial para este deporte; y concomitantemente cual es la ingesta dietética que deben ingerir, además conocer el tipo de entrenamiento que deben elegir y priorizar los deportistas que practican Trail Running para obtener un mejor VO_2 máx y un umbral anaeróbico alto, por tanto, tener un mejor performance cardiopulmonar y un superior rendimiento deportivo.

- b. Procedimiento:** En primer lugar se realizara una historia clínica deportológica completa, posterior a eso se les medirá la estatura y se les hará un estudio de Bioimpedancia, se recolectará los datos del tipo de entrenamiento en las últimas 12 semanas, se recogerá la información de la nutrición, se medirá y se evaluará el consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) mediante una prueba de esfuerzo directa con analizador de gases utilizando el protocolo del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) y el umbral anaeróbico de manera directa por intermedio del medidor metabólico Quark RMR (Cosmed). Finalmente se analizará los resultados obtenidos y se correlacionará con el VO₂máx y umbral anaeróbico obtenido en el laboratorio de fisiología del esfuerzo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y laboratorio de fisiología de esfuerzo “Deporte y Salud”.
- c. Obtención de consentimiento para la participación en el estudio:** Durante la consulta con cada deportista, inicialmente con una presentación personal como investigadores de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador se les comunicará el objetivo de nuestro estudio. Posteriormente se procederá a la lectura del consentimiento informado y posteriormente su firma.
- d. Confidencialidad de la información:** Durante toda la investigación no se difundirá la identidad de aquellos que participen en la investigación. En la base de datos a utilizar los nombres de los deportistas serán reemplazados por datos numéricos, y será manejada solamente por el autor del presente estudio y su asesor de tesis.

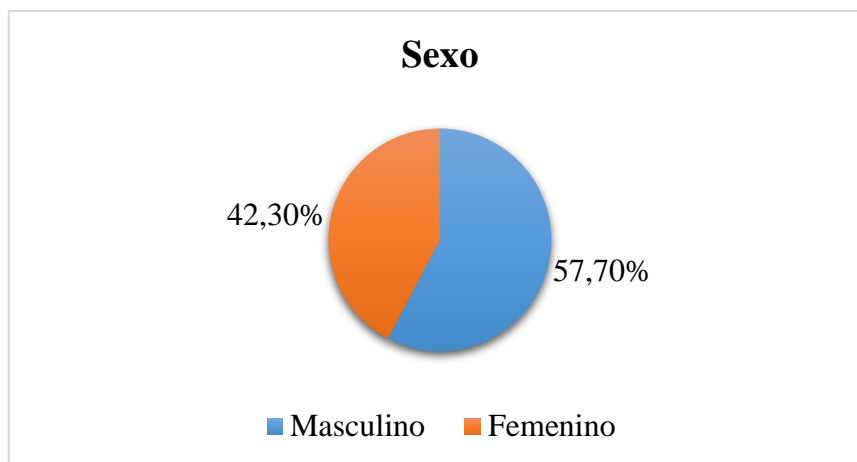
3.17. Aspectos Administrativos

- a. Recursos Humanos:** Comprenden el investigador, tutor de investigación y asesor metodológico.
- b. Recursos Materiales:** Inicialmente la entrevista se realizará en el laboratorio de fisiología del esfuerzo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, lugar donde se efectuará la valoración de la composición corporal, recolección de datos sobre la nutrición y el tipo de entrenamiento. Así como se efectuará la medición del consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

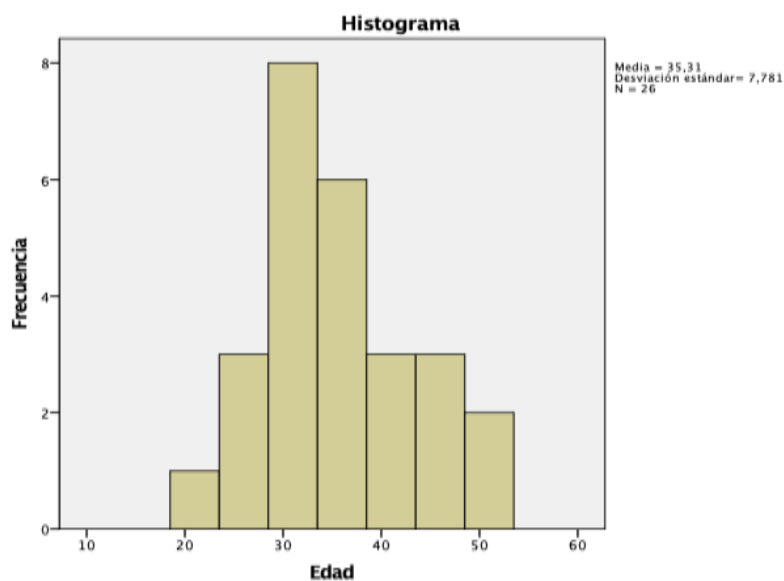
Grafico N.1 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según sexo



Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

Grafico N.2 Histograma de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según edad en años.

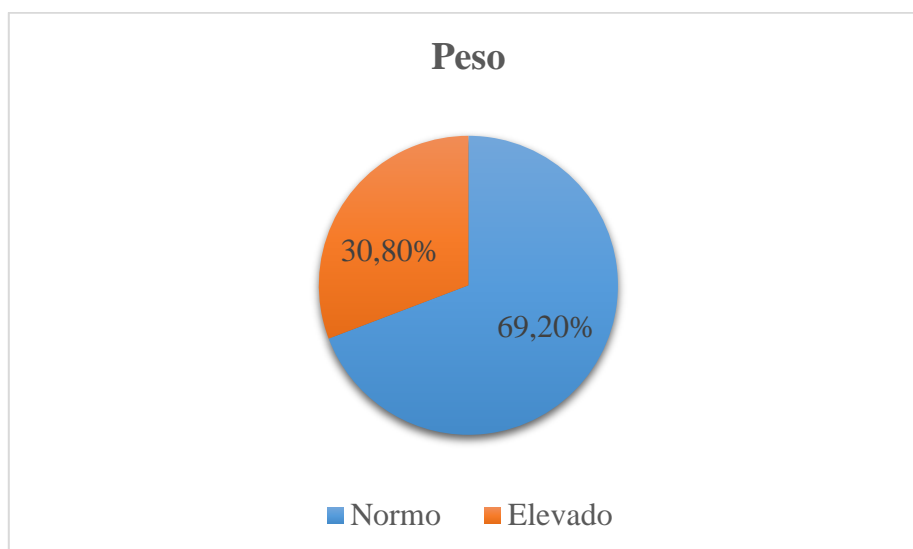


Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

La edad promedio de los participantes en el estudio fue $35,30 \pm 7,78$ años.

Grafico N.3 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según peso

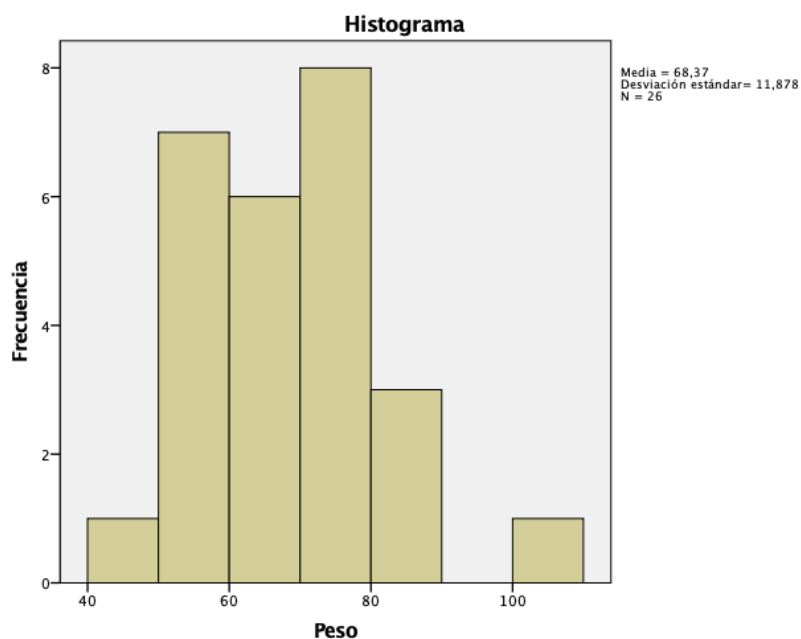


Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

Referente al peso en hombres el promedio fue $74,15 \pm 9,68$ kg, en las mujeres el peso promedio fue $60,49 \pm 10,15$ kg.

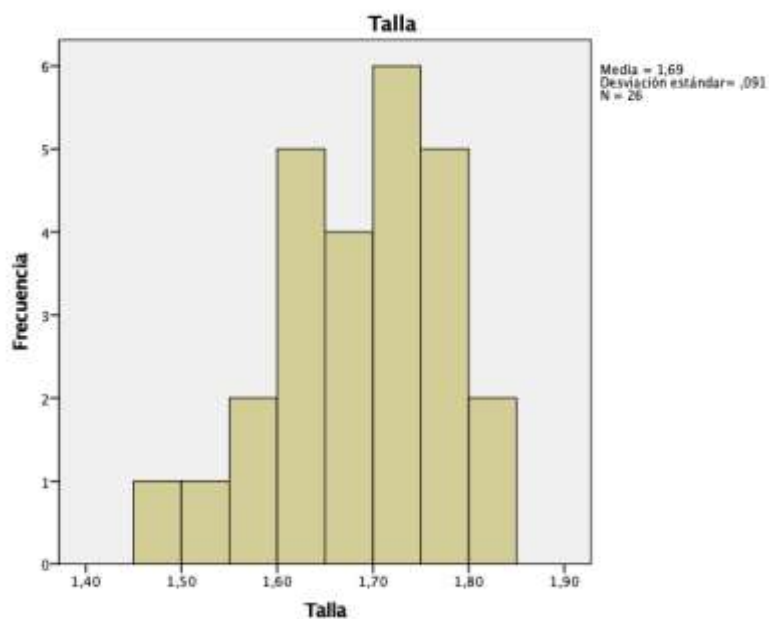
Grafico N.4 Histograma de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según peso.



Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

Grafico N.5 Histograma de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según Talla en metros.

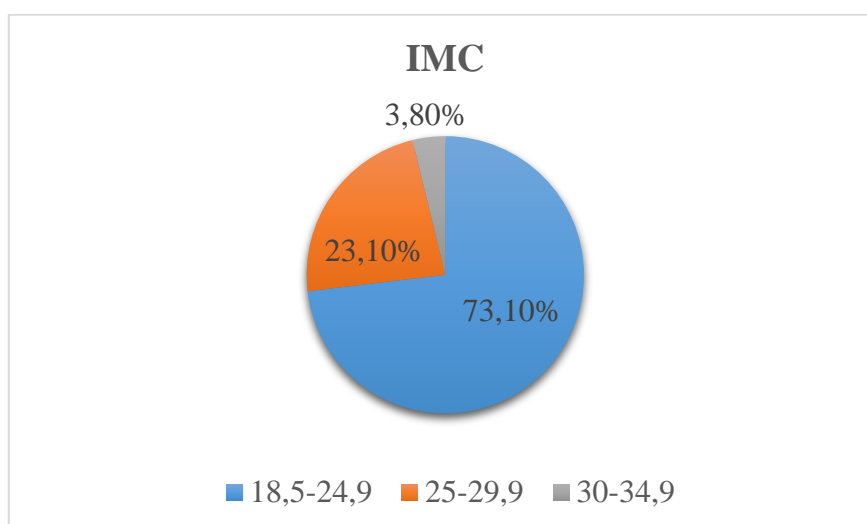


Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

Talla promedio de hombres $1,74 \pm 0,06$ metros, en mujeres fue $1,61 \pm 0,08$ metros.

Grafico N.6 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según Índice de Masa Corporal (IMC).

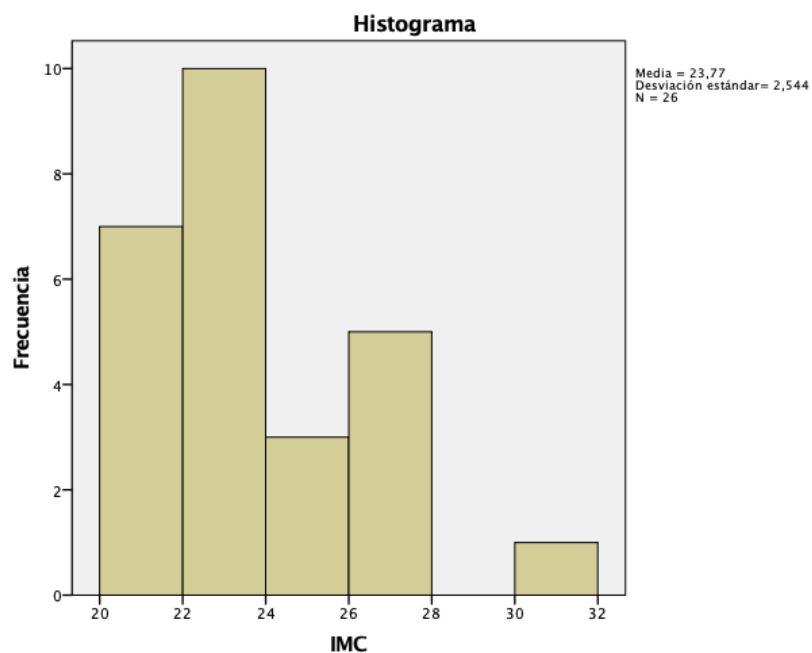


Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

El IMC promedio en hombres $24,49 \pm 2,55$ IMC, mujeres $22,79 \pm 2,29$ IMC.

Grafico N.7 Histograma de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según Índice de Masa Corporal (IMC).



Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

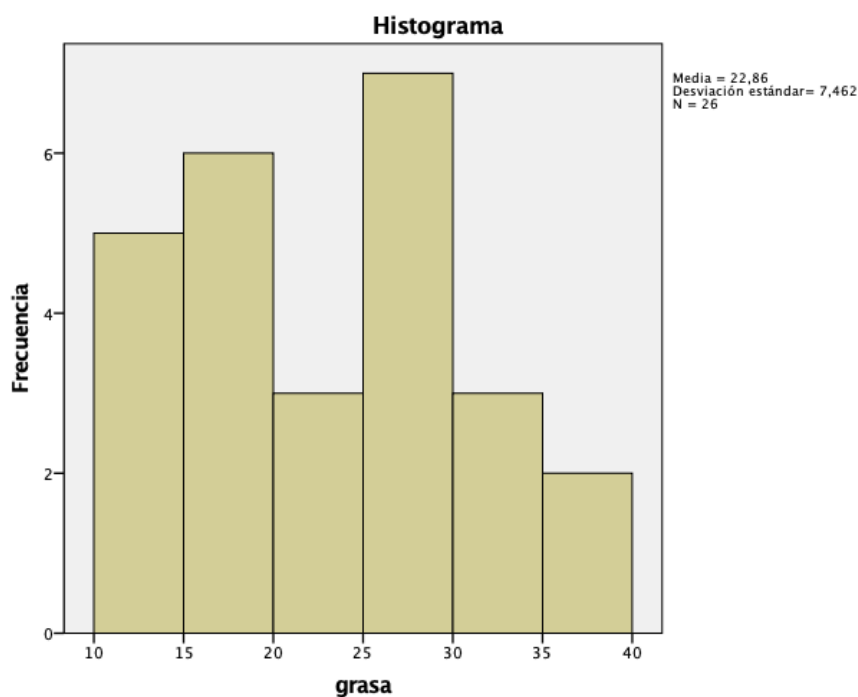
Fuente: datos de las Historias Clínicas

Tabla N.1 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según porcentaje de grasa.

Porcentaje de Grasa	Masculino		Femenino	
	"n"	%	"n"	%
Atleta/fit	4	26,67%	1	9,09%
Normal	4	26,67%	3	27,27%
Elevado	3	20,00%	5	45,45%
Obesidad	4	26,67%	2	18,18%
Total	15	100,00%	11	100,00%

El porcentaje de grasa promedio en hombres fue $19,54 \pm 7,41\%$, en mujeres $27,32 \pm 4,94\%$.

Grafico N.8 Histograma de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según porcentaje de grasa.



Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

Tabla N.2 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según masa muscular esquelética.

Masa Musculo esquelética	"n"	%
Bajo	14	53,8%
Normal	11	42,3%
Alto	1	3,8%
Total	26	100%

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de la historias clínicas?

Peso de musculatura en hombres $33,41 \pm 3,94$ kg, en mujeres $23,94 \pm 4,18$ kg.

Tabla N.3 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según porcentajes de composición de dieta.

Dieta	Porcentaje	"n"	%
Carbohidratos	55%	4	15,4%
	60%	12	46,2%
	65%	10	38,5%
Proteína	15%	14	53,8%
	20%	11	42,3%
	25%	1	3,8%
Grasas	15%	2	7,7%
	20%	16	61,5%
	25%	7	26,9%
	30%	1	3,8%

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

Tabla N.4 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según tipo de entrenamiento.

Entrenamiento	Días a la semana	"n"	%
Fuerza	0 a 1	12	46,2%
	2 a 3	13	50%
	> 3	1	3,8%
Aeróbico	2 a 3	25	96,2%
	> 3	1	3,8%
Interválico	0 a 1	18	69,2%
	2 a 3	8	30,8%
Fartlek	0 a 1	24	92,3%
	2 a 3	2	7,7%

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

Promedio de días de fuerza fue $1,57 \pm 1,17$

Promedio de días de Aeróbico fue $2,8 \pm 0,49$

Promedio de días de Interválico fue $1,07 \pm 0,74$

Promedio de días de Fartlek fue $0,80 \pm 0,56$

Tabla N.5 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio (n=26) según el consumo máximo de oxígeno (VO₂máx).

Sexo	VO₂max	"n"	%
Masculino	Bajo	1	3,8%
	Promedio	2	7,7%
	Bueno	4	15,4%
	Excelente	2	7,7%
	Superior	6	23,1%
Femenino	Promedio	2	7,7%
	Bueno	3	11,5%
	Excelente	2	7,7%
	Superior	4	15,4%

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

EL VO₂máx el promedio de la población fue $45,95 \pm 9,47$, mientras que en hombres $50,02 \pm 8,82$, y en mujeres fue $40,41 \pm 7,55$, se calcula U de Mann Whitney con diferencia estadísticamente significativa $p < 0,05$.

Tabla N.6 Distribución de los paciente incluidos en el estudio (n=26) según umbral anaeróbico.

Umbral Anaeróbico	"n"	%
Bajo	13	50%
Alto	13	50%
Total	26	100%

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

El promedio umbral anaeróbico fue $151,46 \pm 7,47$ y el porcentaje umbral anaeróbico promedio fue $79,65 \pm 4,50\%$.

Tabla N.7 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio del sexo masculino (n=15) según Peso, IMC, Masa Muscular versus VO2máx.

Masculino		VO2 max										P
		Bajo		Promedio		Bueno		Excelente		Superior		
		"n"	%	"n"	%	"n"	%	"n"	%	"n"	%	
Peso	Normo	0	0,00%	1	12,50%	3	37,50%	0	0,00%	4	50,00%	0,03
	Peso Elevado	1	20,00%	1	33,30%	0	0,00%	2	66,70%	0	0,00%	
IMC	<18,5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,002
	18,5-24,9	0	0,00%	0	0,00%	2	20,00%	2	20,00%	6	60,00%	
	25-29,9	0	0,00%	2	50,00%	2	50,00%	0	0,00%	0	0,00%	
	30-34,9	1	100,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	
	35-39,9	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	
	>40	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	
Masa Muscular	Bajo	1	16,70%	2	33,30%	3	50,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,12
	Normal	0	0,00%	0	0,00%	1	12,50%	2	25,00%	5	62,50%	
	Alto	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%	
Grasa	Atleta/Fit	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	4	100,00%	0,03
	Normal	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	2	50,00%	2	50,00%	
	Elevado	0	0,00%	1	33,30%	2	66,70%	0	0,00%	0	0,00%	
	Obesidad	1	25,00%	1	25,00%	2	50,00%	0	0,00%	0	0,00%	

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

En cuanto a la composición corporal masculina en las cuales se estudió peso, IMC, masa muscular, y grasa, se comparó con el consumo máximo de oxígeno (VO2máx), se procedió a calcular X^2 , encontrándose diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en peso, IMC y grasa, en cuanto a la masa muscular no se evidencio diferencia.

Tabla N.8 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio del sexo femenino (n=11) según Peso, IMC, Masa Muscular versus VO2máx.

Femenino		VO2max								p
		Promedio		Bueno		Excelente		Superior		
		"n"	%	"n"	%	"n"	%	"n"	%	
Peso	Normo Peso	1	12,50%	3	37,50%	0	0,00%	4	50,00%	0,03
	Peso Elevado	1	33,30%	0	0,00%	2	66,70%	0	0,00%	
IMC	<18,5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,23
	18,5-24,9	1	11,10%	3	33,30%	1	11,10%	4	44,40%	
	25-29,9	1	50,00%	0	0,00%	1	50,00%	0	0,00%	
	30-34,9	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	
	35-39,9	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	
	>40	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	
Masa Muscular	Normal	2	25,00%	2	25,00%	2	25,00%	2	25,00%	0,45
	Alto	0	0,00%	1	33,30%	0	0,00%	2	66,70%	
Grasa	Atleta/Fit	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%	0,55
	Normal	0	0,00%	1	33,30%	0	0,00%	2	66,70%	
	Elevado	1	20,00%	2	40,00%	1	20,00%	1	20,00%	
	Obesidad	1	50,00%	0	0,00%	1	50,00%	0	0,00%	

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

En cuanto a la composición corporal femenina en las cuales se estudió peso, IMC, masa muscular, y grasa, se comparó con consumo máximo de oxígeno (VO2máx), se procedió a calcular X², encontrándose diferencia estadísticamente significativa solamente en el peso (p<0,05).

Tabla N.9 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio del sexo masculino (n=15) según Peso, IMC, Masa Muscular versus umbral Anaeróbico.

Masculino		Umbral Anaeróbico				P
		Bajo		Alto		
		"n"	%	"n"	%	
Peso	Normo Peso	2	20,00%	8	80,00%	0,121
	Peso Elevado	3	60,00%	2	40,00%	
IMC	<18,5	0	0,00%	0	0,00%	0,192
	18,5-24,9	2	20,00%	8	80,00%	
	25-29,9	2	50,00%	2	50,00%	

	30-34,9	1	100,00%	0	0,00%	
	35-39,9	0	0,00%	0	0,00%	
	>40	0	0,00%	0	0,00%	
Masa Muscular	Bajo	5	83,30%	1	16,70%	0,04
	Normal	0	0,00%	8	100,00%	
	Alto	0	0,00%	1	100,00%	
Grasa	Atleta/Fit	0	0,00%	4	100,00%	0,015
	Normal	0	0,00%	4	100,00%	
	Elevado	3	100,00%	0	0,00%	
	Obesidad	2	50,00%	2	50,00%	

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historia Clínicas

En cuanto a la composición corporal masculina en las cuales se estudió peso, IMC, masa muscular, y grasa, se comparó con el umbral Anaeróbico, se procedió a calcular X^2 , encontrándose diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en masa muscular y grasa, en cuanto al peso y el IMC no se evidencio diferencia.

Tabla N.10 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio del sexo femenino (n=11) según Peso, IMC, Masa Muscular versus umbral Anaeróbico.

Femenino		Umbral Anaeróbico				p
		Bajo		Alto		
		"n"	%	"n"	%	
Peso	Normo Peso	5	62,50%	3	37,50%	0,21
	Peso Elevado	3	100,00%	0	0,00%	
IMC	<18,5	0	0,00%	0	0,00%	0,33
	18,5-24,9	6	66,70%	3	33,30%	
	25-29,9	2	100,00%	0	0,00%	
	30-34,9	0	0,00%	0	0,00%	
	35-39,9	0	0,00%	0	0,00%	
	>40	0	0,00%	0	0,00%	
Masa Muscular	Normal	7	87,50%	1	12,50%	0,07
	Alto	1	33,30%	2	66,70%	
Grasa	Atleta/Fit	1	100,00%	0	0,00%	0,3
	Normal	1	33,30%	2	66,70%	
	Elevado	4	80,00%	1	20,00%	
	Obesidad	2	100,00%	0	0,00%	

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

En cuanto a la composición corporal femenina en las cuales se estudió peso, IMC, masa muscular, y grasa, se comparó con el umbral Anaeróbico, se procedió a calcular X^2 , no encontrándose diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los parámetros corporales estudiados.

Tabla N.11 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio del sexo masculino (n=15) según tipo de entrenamiento versus VO2máx.

Masculino	VO2max										p	
	Bajo		Promedio		Bueno		Excelente		Superior			
	"n"	%	"n"	%	"n"	%	"n"	%	"n"	%		
Fuerza	0 a 1	0	0,00%	2	40,00%	1	20,00%	0	0,00%	2	40,00%	0,48
	2 a 3	1	11,10%	0	0,00%	3	33,30%	2	22,20%	3	33,30%	
	>3	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%	
Aeróbico	2 a 3	1	7,10%	2	14,30%	4	28,60%	2	14,30%	5	35,70%	0,8
	>3	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%	
Interválico	0 a 1	1	12,50%	2	25,00%	4	50,00%	1	12,50%	0	0,00%	0,01
	2 a 3	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	14,30%	6	85,70%	
Fartlek	0 a 1	1	7,10%	2	14,30%	4	28,60%	2	14,30%	5	35,70%	0,8
	2 a 3	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%	

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

En el género masculino referente al tipo de entrenamiento se estudió fuerza, aeróbico, interválico y fartlek se comparó con consumo máximo de oxígeno (VO2máx), se procedió a calcular X^2 , encontrándose diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en entrenamiento tipo interválico, no se evidencio diferencia significativas en los otros tipos de entrenamientos.

Tabla N.12 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio del sexo femenino (n=11) según tipo de entrenamiento versus VO2máx.

Femenino	VO2max								p	
	Promedio		Bueno		Excelente		Superior			
	"n"	%	"n"	%	"n"	%	"n"	%		
Fuerza	0 a 1	2	28,60%	2	28,60%	2	28,60%	1	14,30%	0,03
	2 a 3	0	0,00%	1	25,00%	0	0,00%	3	75,00%	
Aeróbico	2 a 3	2	18,20%	3	27,30%	2	18,20%	4	36,40%	-

Interválico	0 a 1	2	20,00%	3	30,00%	2	20,00%	3	30,00%	0,08
	2 a 3	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%	
Fartlek	0 a 1	2	20,00%	3	30,00%	2	20,00%	3	30,00%	0,5
	2 a 3	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%	

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

En el género femenino referente al tipo de entrenamiento se estudió fuerza, aeróbico, interválico y parte se comparó con consumo máximo de oxígeno (VO₂máx), se procedió a calcular X², encontrándose diferencia estadísticamente significativa (p<0,05) en entrenamiento tipo fuerza, no se evidencio diferencias significativas en los otros tipos de entrenamientos.

Tabla N.13 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio del sexo masculino (n=15) según tipo de entrenamiento versus umbral Anaeróbico.

Masculino		Umbral Anaeróbico				P
		Bajo		Alto		
		"n"	%	"n"	%	
Fuerza	0 a 1	3	60,00%	2	40,00%	0,27
	2 a 3	2	22,20%	7	77,80%	
	>3	0	0,00%	1	100,00%	
Aeróbico	2 a 3	5	35,70%	9	64,30%	0,46
	>3	0	0,00%	1	100,00%	
Interválico	0 a 1	5	62,50%	3	37,50%	0,01
	2 a 3	0	0,00%	7	100,00%	
Fartlek	0 a 1	5	35,70%	9	64,30%	0,46
	2 a 3	0	0,00%	1	100,00%	

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

En el género masculino referente al tipo de entrenamiento se estudió fuerza, aeróbico, interválico y fartlek se comparó con el umbral anaeróbico, se procedió a calcular X², encontrándose diferencia estadísticamente significativa (p<0,05) en entrenamiento tipo interválico, no se evidencio diferencia significativas en los otros tipos de entrenamientos.

Tabla N.14 Distribución de los pacientes incluidos en el estudio del sexo femenino (n=11) según tipo de entrenamiento versus umbral Anaeróbico.

Femenino	Umbral Anaeróbico				P	
		Bajo		Alto		
		"n"	%	"n"		%
Fuerza	0 a 1	3	60,00%	2	40,00%	0,2
	2 a 3	2	22,20%	7	77,80%	
Aeróbico	2 a 3	0	0,00%	1	100,00%	-
Interválico	0 a 1	5	35,70%	9	64,30%	0,87
	2 a 3	0	0,00%	1	100,00%	
Fartlek	0 a 1	5	62,50%	3	37,50%	0,52
	2 a 3	0	0,00%	7	100,00%	

Elaborado por: Peñaherrera L. (2020)

Fuente: datos de las Historias Clínicas

En el género femenino referente al tipo de entrenamiento se estudió fuerza, aeróbico, interválico y fartlek se comparó con el umbral anaeróbico, se procedió a calcular X^2 , no se encontrándose diferencia estadísticamente significativa en ningún tipo de entrenamiento.

Referente a la dieta todos los participantes estuvieron dentro de la dieta tipo I, por lo cual se realizó el cálculo de los promedios con el valor de carbohidratos, proteínas y grasas comparadas con el consumo máximo de oxígeno VO₂max y el umbral anaeróbico, en cuanto al V0₂máx la prueba de Kruskal Wallis no mostro diferencias significativas, el umbral anaeróbico se calculó mediante la prueba U de Mann Whitney encontrándose únicamente diferencia significativa referente a el porcentaje de proteínas en la dieta p<0,05.

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

En participantes de una competencia de Trail Running, World Championship, se valoró a deportistas entre 30 y 55 años con una masa corporal de 64.5 ± 7.9 kg y una altura de 177 ± 8 cm, midiendo la resistencia cardiopulmonar. Teniendo en cuenta los datos de este estudio, los corredores que practican Trail Running al tener bajo el porcentaje de grasa corporal presentan una ventaja, ya que esto mejora la relación potencia-peso, además puede aumentar eficiencia de carrera, al menos mientras esté por encima del peso críticamente bajo, por ende mejorando la resistencia de carrera (Carlshon, A. & Muller, 2014).

En un entorno experimental, un 7,5% de peso adicional resultó en una reducción del 30% de rendimiento de ejecución en corredores masculinos. (Hawley, J.A & Leckey, 2015). Se analizó que con el aumento de peso, aumento de la velocidad, pendiente y altitud hubo un incremento notable en el gasto de energía, teniendo una reducción del rendimiento de carrera, llegando a la conclusión que una baja masa grasa corporal puede ser de especial importancia para los deportistas que realizan Trail Running que compiten en senderos empinados en altitud (Hawley, J.A & Leckey, 2015).

En cuanto a la capacidad aeróbica, se midió el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) en corredores de montaña, los valores fueron de 67.8 ± 6.9 ml/kg/min. La ingesta dietética del día anterior se considerado un factor importante, la variación en la ingesta de energía de carbohidratos y líquidos fue alta. La ingesta media observada de carbohidratos fue de 8,5g/kg/día antes de la competencia, la misma que es baja acorde a lo recomendado para optimizar las reservas de glucógeno antes de una carrera de Trail Running (Rochat, 2018).

En una recolección de meta análisis recomiendan 30–60 g de carbohidratos por hora, y cada vez está creciendo la evidencia de efectos beneficiosos de dosis aún más altas durante competiciones que duran más de 2.5 horas (Jeukendrup, 2018). Sin embargo, se ha observado que debido a la mayor dependencia de carbohidratos en altitud, los corredores que practican Trail Running en altas altitudes pueden requerir aún más carbohidratos que los atletas que compiten a nivel del mar, el

consumo adecuado de éstos mejoró el tiempo de rendimiento de carrera en un 17% y reduce las calificaciones de percepción al esfuerzo en un 18% (Vitale, K. & Getzin, 2019).

En otro estudio muy similar se determinó que la ingesta media de carbohidratos el día antes de una competencia de Trail Running es menor de lo recomendado para optimizar las reservas de glucógeno antes de la competencia. Se ha observado que la utilización de carbohidratos antes durante y después del ejercicio de larga distancia produce una mayor recuperación en hipoxia que a nivel del mar, aumentando la dependencia de los atletas en alimentos ricos en carbohidratos. Esto conlleva un desafío especial para los atletas de Trail Running con altos volúmenes de entrenamiento a intensidades moderadas a altas, así como importante fuente de combustible de glucógeno se convierte rápidamente en un factor limitante. Sin embargo, este efecto es más pronunciado en hombres que en mujeres, quienes utilizan la grasa en mayor medida en altitud que los hombres (Hannes, 2014).

Actualmente, está creciendo la evidencia de los efectos beneficiosos de dosis aún más altas de carbohidratos durante competiciones que duran más de dos horas. Sin embargo, debido a la mayor dependencia de carbohidratos en altitud, los corredores de montaña que compiten entre moderadas y altas altitudes pueden requerir aún más carbohidratos que los atletas que compiten a nivel del mar (Burke, 2019). A gran altitud se demostró que una adecuada ingesta de carbohidratos mejora el tiempo de prueba, aumentando el rendimiento de prueba y reduce la puntuación de percepción al esfuerzo. Por otro lado, los corredores de Trail Running consumieron grandes cantidades de proteína en el día previo a la carrera, muy cerca de lo que se recomienda para los atletas de resistencia durante los largos períodos de entrenamiento (Burke, 2019).

Otra investigación adicional sobre este tema es la periodización de la nutrición en atletas de Trail Running, para la analizar la disponibilidad de carbohidratos acorde a sus sesiones de entrenamiento. En el diseño del estudio, se realizan algunos entrenamientos con baja disponibilidad de carbohidratos mientras se realizan otros con buen soporte de carbohidratos (Jeukendrup, 2018). Lo que se enfatizó en el estudio es que debe centrarse en una buena disponibilidad de carbohidratos para sesiones que requieren alta intensidad o altos niveles de técnica y habilidad,

mientras que señalan que disminuye la importancia de los carbohidratos durante los entrenamientos de baja intensidad o las sesiones de acondicionamiento al comienzo de una temporada (Burke, 2019) .

Varias publicaciones han analizado que el consumo de carbohidratos inmediatamente antes y durante el ejercicio representa una estrategia efectiva para proporcionar una fuente de combustible exógena para el músculo y el sistema nervioso central. Inclusive en hallazgos se dio a conocer que los deportistas se podrían beneficiar de un enjuague bucal con una solución de carbohidratos (Jones, 2017), crearon una intrigante hipótesis de que el sistema nervioso central podría sentir la presencia de carbohidratos a través de receptores en la boca y el espacio oral, promoviendo un mejor sensación de bienestar y mejor ritmo (Burke E. &., 2017).

Mientras que el principal hallazgo de esta investigación fue que los componentes antropométricos y el volumen de entrenamiento que influyen en el rendimiento de carrera no se asociaron con el tiempo total de la misma en un grupo de maratonistas de montaña masculinos. En la literatura, el volumen y número de años de entrenamiento parece ser importante en la predicción del rendimiento en deportistas que practican Trail Running (Hagan, 2016).

Adams y Myburgh encontraron que los corredores que entrenan más de 100 km por semana tienen tiempos de carrera significativamente más rápidos de más que los atletas que cubren menos de 100 km semanales. Existe un límite superior en el volumen de entrenamiento por encima del cual no hay más mejoras (Rochat, 2018). Además del volumen de entrenamiento, la intensidad del entrenamiento también afecta el rendimiento de los deportistas que realizan Trail Running.

La literatura actual que ha investigado la concurrencia del entrenamiento de fuerza y potencia aeróbica, desafortunadamente no describen claramente los protocolos de capacitación, especialmente en lo que respecta a la capacitación de intensidad y volumen de fuerza relacionado al rendimiento deportivo. En un estudio reciente, se estudiaron 45 hombres y mujeres, los cuales fueron asignados aleatoriamente a uno de los 3 grupos; solo entrenamiento de fuerza (S), solo entrenamiento de resistencia (E), y entrenamiento de fuerza y resistencia (SE). La

intensidad de la fuerza se incrementó en un 4% cada 3 semanas (con una media de 72 a 84% del 1RM) en los grupos que entrenaron fuerza y fuerza y resistencia (Millet, 2017).

En el mismo entrenamiento de resistencia consistió en realizar dos sesiones de entrenamiento por semana, un entrenamiento de resistencia continuo que comenzó a los 30 minutos y progresó a 42 minutos con intensidad moderada; y una sesión aeróbica interválica de 3 minutos con 3 minutos de recuperación por semana; la intensidad era equivalente al 90% de VO₂max y se realizó entre 4 a 7 series (Vanhatalo, 2017). Después de varias semanas de estudio se observó que el grupo que hizo un trabajo combinado fuerza y resistencia y el grupo solo de resistencia tuvo una mejoría en el Vo₂máx. La fuerza aumentó en los grupos que solo realizaron fuerza y un entrenamiento combinado fuerza y resistencia, el mismo se analizó mediante prensa de piernas y extensión de rodilla, aunque las ganancias en la extensión de la rodilla fueron mayores para el grupo de fuerza en comparación con todos los demás grupos (Saugy, 2014).

Otro estudio mostró que reemplazar alrededor del 20% del entrenamiento de resistencia por entrenamiento de fuerza explosiva durante ocho semanas mejora el rendimiento neuromuscular y la condición anaeróbico en jóvenes corredores de larga distancia, sin presentar disminuciones en el componente aeróbico. Los datos indican que las ganancias en fuerza explosiva y velocidad podrían explicarse principalmente por adaptaciones neuronales y en menor grado por hipertrofia muscular (Gesbert, 2018). Noakes y Paavolainen observaron que la distancia del rendimiento de carrera está influenciado no solo por la máxima consumo de oxígeno (VO₂máx) y economía de carrera, sino que también por las características neuromusculares y factores de potencia muscular (Gesbert, 2018).

Un estudio llamado VMART utilizaron como medida factores de potencia muscular, ya que, durante las carreras de larga distancia, los atletas tienen que producir fuerza en situaciones donde el sistema glucolítico, sistema oxidativo y la acidez muscular son altas; por lo que la contractilidad muscular puede ser limitada. En el mismo estudio se concluyó que varias características neuromusculares mejoran, como resultado del entrenamiento de fuerza explosiva paralelamente con el entrenamiento de resistencia. Esto está en línea con los estudios de Nummel y

Paavolainen sugiriendo que la capacidad del sistema neuromuscular para producir fuerza rápida y repetidamente es un factor fundamental en el rendimiento deportivo (Mooses, M & Hackney, 2017).

Spurrs y colaboradores encontró una mejora en realizar un seguimiento del rendimiento de carrera como resultado de un entrenamiento pliométrico que duró 6 semanas en corredores adultos que realizan Trail Running. Se ha sugerido que las mejoras neuromusculares relacionadas al entrenamiento de fuerza de tipo explosivo se pueden transferir no solo en factores de potencia muscular mejorados, sino en una mejora de la economía de carrera consecuencia, un mejor rendimiento de carrera (Degache&Schena, 2013).

Muchos estudios refieren que el mecanismo de mejora en el funcionamiento de la economía de carrera es debido al entrenamiento concurrente de resistencia y de fuerza en atletas, esto podría ser explicado por varios factores. El aumento de la fuerza máxima de los músculos entrenados puede afectar el reclutamiento de músculos para que los atletas pueden usar relativamente más unidades motoras tipo I que conducen a un rendimiento de resistencia más económico.

También se ha sugerido que mejora la rigidez muscular debido a que la combinación del entrenamiento de fuerza más el entrenamiento de resistencia de tipo explosivo mejora la economía de carrera especialmente cuando se realiza entrenamiento de fuerza utilizando ejercicios de tipo ciclo de estiramiento-acortamiento. Del mismo modo mejorando la rigidez del sistema músculo tendinoso puede mejorar la capacidad del cuerpo para almacenar y utilizar energía y reducir el costo energético del movimiento (Shen, 2019).

El presente estudio muestra la combinación de entrenamiento de fuerza sumado con el de resistencia en deportistas de Trail Running, el cual produce una influencia positiva en la economía de carrera, mientras que no se encontró cambios en los atletas que realizaban entrenamiento únicamente de resistencia. La potencia muscular de los atletas bien entrenados mejoró después de 9 semanas de entrenamiento de fuerza explosiva, mientras que no se observaron cambios en el grupo control de entrenamiento solo de resistencia; el mismo conduce a diferentes adaptaciones musculares; mayor contribución de contracción de las fibras musculares tipo I, un mayor aumento en la tasa de activación de las unidades

motoras es uno de las principales mecanismos para la mejora de las características neuromusculares relacionado con la resistencia aeróbica (Barnes, 2015).

Se ha analizado que en carreras de larga distancia como el Trail Running, los corredores presentan una gran dependencia de la fosforilación oxidativa de carbohidratos y grasas para proporcionar una fuente constante de combustible para el trabajo muscular. El presente estudio indica que la ingesta de carbohidratos durante las carreras de larga distancia puede mejorar el rendimiento de un 2–10%; esto se da debido al mantenimiento de glucosa en sangre, hay un restablecimiento de las reservas de glucógeno muscular y mejora la termorregulación, especialmente en condiciones de alto estrés por calor (Fuchs&Gonzales, 2019).

5.1. Limitaciones del Estudio

Cómo limitación de la presente investigación puede mencionarse, que por el problema de salud que estamos viviendo a nivel Mundial, los deportistas no han entrenado de una forma constante, su alimentación ha variado un poco por el mismo estado de estrés que ha generado este inconveniente.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

6.1. Conclusiones:

- De acuerdo a los resultados de esta investigación, se puede concluir que:
 - En los deportistas en Trail Running en la ciudad de Quito mantener un equilibrio energético, una dieta rica en nutrientes, adecuadas cargas de entrenamiento, focalizando el entrenamiento de fuerza y resistencia, está relacionado con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico
 - El porcentaje de grasa y el peso magro son factores que contribuyen a un rendimiento esencial del ejercicio. El peso corporal puede influir en la velocidad, resistencia y potencia de los deportistas de Trail Running.
 - Un cuerpo delgado, con mayor masa muscular en proporción a la grasa, tiene sus ventajas en éste tipo de deportistas, donde la velocidad y resistencia están involucrados para obtener buenos resultados.
 - Un adecuado entrenamiento, tanto de resistencia (aeróbico, interválico y Fartlek) sumado al entrenamiento de fuerza y explosivo benefician a tener un buen consumo de oxígeno y un óptimo umbral anaeróbico en deportistas que practican Trail Running.
 - El presente estudio apoya la importancia de realizar ejercicios de fuerza, valorado con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico; además ayuda a disminuir el catabolismo muscular.
 - Llevar una dieta deficiente, un bajo consumo energético puede conducir a un catabolismo muscular, disminución de la fuerza y rendimiento, ser contraproducente para la salud.
 - Se observó que en ocasiones el entrenamiento intenso y de larga duración suprime el apetito y altera patrones del hambre, lo que sucede es que muchos atletas no presentan ganas de comer.
 - A algunos deportistas no les gusta realizar ejercicio dentro de varias de horas después de comer debido a sensaciones de plenitud o a una predisposición a tener problemas gastrointestinales, por lo que conlleva un entrenamiento con bajas reservas de glucógeno muscular e hepático.

- Se confirma un importante y creciente interés social en la ciudad de Quito alrededor de las carreras de Trail Running, con un importante crecimiento tanto del número de carreras como de la participación en las mismas.
- Se reconoce la dificultad que llevan a cabo este deporte en entornos naturales, en los que las condiciones meteorológicas, de altura, accesibilidad dificulta.
- Se concluyó en la mayoría de los casos no puedan consumir la cantidad óptima de macronutrientes, quedando en déficit energético, que conlleva a una fatiga más precoz y disminución del rendimiento deportivo.

6.2. Recomendaciones

- Se propone estrategias de nutrición, priorizando el consumo de carbohidratos, ya que es el principal combustible junto a las grasas y proteínas que requieren los músculos para optimizar un adecuado rendimiento en carreras de montaña de larga distancia.
- Las pautas nutricionales generales tienen que estar bien diseñadas que satisfagan todas las demandas energéticas e incorporar en el momento adecuado para que puedan desarrollar un buen programa de entrenamiento y su rendimiento deportivo sea óptimo.
- Se debe tener cuidado en planificar horarios de comidas en relación con los entrenamientos, para asegurarse de que los deportistas tengan suficiente disponibilidad de carbohidratos, proteínas y grasas durante todo el día y para las sesiones de entrenamiento, optimizando el rendimiento y retrasar la fatiga.
- En términos de necesidades de carbohidratos, los atletas que practican Trail Running en cantidades moderadas a intensas generalmente necesitan consumir una dieta que consiste en 55-65% carbohidratos (es decir, 5-8 gramos/kg/día) para mantener las reservas de glucógeno hepático y muscular. La investigación también ha demostrado que los atletas involucrados en alto volumen e intenso de entrenamiento, por ejemplo, 3-6 horas por día pueden aumentar los requerimientos a 8-10 gramos/kg/día de carbohidratos.
- En cuanto, la dosis recomendada es de 1.5 a 2kg/kg/día, para mantener el equilibrio de proteínas; si se consume una cantidad insuficiente de proteínas, se mantendrá un balance negativo de nitrógeno, que puede provocar un catabolismo proteico y una lenta recuperación, con el tiempo esto puede conducir a un desgaste muscular e intolerancia al entrenamiento.
- Las recomendaciones nutricionales de grasas son fundamentales para el mantenimiento del balance energético, reposición de triacilglicerol intramuscular. Se recomienda que los atletas consuman una cantidad moderada de grasa, que puede variar entre el 20 incluso hasta el 30% de la ingesta calórica diaria, estamos hablando de 0.5 a 1 g/kg/día de grasa.

- Se recomienda la importancia de un correcto entrenamiento, teniendo en cuenta el entrenamiento de fuerza, cómo el entrenamiento de resistencia, siendo su duración y calidad factores determinantes para el rendimiento de corredores de Trail Running.
- Tener algunas posibilidades para el diseño del sistema de entrenamiento, siempre comprendiendo y respetando las individualidades de cada deportista, características antropométricas y objetivos de los mismos.
- La nutrición es una herramienta esencial, destacándose la necesidad de entrenarla de manera individualizada y de diseñar estrategias de alimentación antes, durante y después de los entrenamientos y competencias.
- Los deportistas que practican Trail Running tienen que tomar conciencia de la importancia de una adecuada nutrición y seguir una adecuada planificación según su composición corporal, sexo, edad, objetivos y carga de entrenamiento.
- Se recomienda la realización de una buena historia clínica, con la obtención de datos fundamentales, nutrición, tipo de entrenamiento, composición corporal, entre otras como elementos básicos y de referencia para un correcto seguimiento de los deportistas que realizan Trail Running.

BIBLIOGRAFÍA

- Barnes KR, Kilding AE. Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Med Open*. 2015;1(1):8. Doi:10.1186/s40798-015-0007.
- Fornasiero A, Savoldelli A, Fruet D, Boccia G, Pellegrini B, Schena F. Physiological intensity profile, exercise load and performance predictors of a 65-km mountain ultra-marathon. *J Sports Sci*. September 2017:1-9. doi:10.1080/02640414.2017.1374707.
- Vernillo G, Millet GP, Millet GY. Does the running economy really increase after ultra-marathons? *Front Physiol*. 2017;8. doi:10.3389/fphys.2017.00783
- Millet GP. Economy is not sacrificed in ultramarathon runners. *J Appl Physiol* 2012;113(4):686-686. doi:10.1152/jappphysiol.00642.2012
- Vernillo G, Savoldelli A, Zignoli A, et al. Energy cost and kinematics of level, uphill and downhill running: fatigue-induced changes after a mountain ultramarathon. *J Sports Sci*. 2015;33(19):1998-2005. doi:10.1080/02640414.2015.1022870
- Beis, L.Y., Willkomm, L., Ross, R. et al. Food and macronutrient intake of elite Ethiopian distance runners. *J Int Soc Sports Nutr* 8, 7 (2011). <https://doi.org/10.1186/1550-2783-8-7>
- Gregory R. Cox,^{1,2} Sally A. Clark,³ Amanda J. Cox,^{3,4} Shona L. Halson,³ Mark Hargreaves, Daily training with high carbohydrate availability increases exogenous carbohydrate oxidation during endurance cycling, Australian Institute of Sport, School of Exercise and Nutrition Sciences, May 2010. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00950.2009>
- Edward F. Coyle (1991) Timing and method of increased carbohydrate intake to cope with heavy training, competition and recovery, *Journal of Sports Sciences*, 9:sup1, 29-52. <https://doi.org/10.1079/BJN20051608>
- Fudge, B., Westerterp, K., Kiplamai, F., Onywera, V., Boit, M., Kayser, B., & Pitsiladis, Y. (2006). Evidence of negative energy balance using doubly labelled water in elite Kenyan endurance runners prior to competition. *British Journal of Nutrition*, 95(1), 59-66. <https://doi.org/10.1079/BJN20051608>

- Hawley, J. A., & Leckey, J. J. (2015). Carbohydrate Dependence During Prolonged, Intense Endurance Exercise. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45 Suppl 1(Suppl 1), S5-S12. doi:10.1007/s40279-015-0400-1
- Heikura, I. A., Stellingwerff, T., & Burke, L. M. (2018). Self-Reported Periodization of Nutrition in Elite Female and Male Runners and Race Walkers. *Frontiers in physiology*, 9, 1732. doi:10.3389/fphys.2018.01732
- Burke, L.M., Close, G.L., Lundy, B., Mooses, M., Morton, J.P., & Tenforde, A.S. (2018b). Relative energy deficiency in sport in male athletes: A commentary on its presentation among selected groups of male athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28, 364-374. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0182>
- Louise M. Burke, John A. Hawley, Stephen H. S. Wong & Asker E. Jeukendrup (2011): Carbohydrates for training and competition, *Journal of Sports Sciences*, 29:sup1, S17-S27. DOI: 10.1080/02640414.2011.585473
- Burke, L. M., Ross, M. L., Garvican-Lewis, L. A., Welvaert, M., Heikura, I. A., Forbes, S. G., Hawley, J. A. (2017). Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *The Journal of physiology*, 595(9), 2785-2807. doi:10.1113/JP273230
- Fuchs, C. J., Gonzalez, J. T., & van Loon, L. (2019). Fructose co-ingestion to increase carbohydrate availability in athletes. *The Journal of physiology*, 597(14), 3549-3560. doi:10.1113/JP277116
- Jeukendrup A. (2014). A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44 Suppl 1(Suppl 1), S25–S33. doi:10.1007/s40279-014-0148-z.
- Vitale, K., & Getzin, A. (2019). Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients*, 11(6), 1289. doi:10.3390/nu11061289
- Jones, A. M., & Vanhatalo, A. (2017). The 'Critical Power' Concept: Applications to Sports Performance with a Focus on Intermittent High-Intensity Exercise.

- Sports medicine (Auckland, N.Z.), 47(Suppl 1), 65–78.
doi:10.1007/s40279-017-0688-0
- Marquet, L.A., Brisswalter, J., Louis, J., Tiollier, E., Burke, L.M., Hawley, J.A., & Hausswirth, C. (2016). Enhanced endurance performance by periodization of carbohydrate intake: "Sleep low" strategy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(4), 663-672. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000823
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of physiology*, 586(1), 35–44. doi:10.1113/jphysiol.2007.143834
- Mooses, M., & Hackney, A. C. (2017). Anthropometrics and Body Composition in East African Runners: Potential Impact on Performance, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 422-430. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/12/4/article-p422.xml>
- Mountjoy, M., Torstveit, M., & Budgett, R. (2018). International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(4), 316-331. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/28/4/article-p316.xml>.
- Thomas, D.T., Erdman, K.A., & Burke, L.M. (2016). American College of Sports Medicine joint position statement. *Nutrition and Athletic Performance. Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543-568. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000852
- Carlsohn, A., & Müller, W. (2014). Anthropometry and Dietary Intake before and during a Competition in Mountain Runners. *Journal of nutrition and metabolism*, 2014, 893090. doi:10.1155/2014/893090
- Hoffman MD, Ong JC, Wang G. Historical analysis of participation in 161-km ultramarathons in North America. *Int J History Sport* 2010; 27 (11): 1877-91. doi: 10.1080/09523367.2010.494385.

- Ehrström, S., Gruet, M., Giandolini, M., Chapuis, S., Morin, J. B., & Vercruyssen, F. (2018). Acute and Delayed Neuromuscular Alterations Induced by Downhill Running in Trained Trail Runners: Beneficial Effects of High-Pressure Compression Garments. *Frontiers in physiology*, 9, 1627. doi:10.3389/fphys.2018.01627
- Rochat, N., Gesbert, V., Seifert, L., & Hauw, D. (2018). Enacting Phenomenological Gestalts in Ultra-Trail Running: An Inductive Analysis of Trail Runners' Courses of Experience. *Frontiers in psychology*, 9, 2038. doi:10.3389/fpsyg.2018.02038
- Shen, T., & Wen, X. (2019). Heart-rate-based prediction of velocity at lactate threshold in ordinary adults. *Journal of exercise science and fitness*, 17(3), 108–112. doi:10.1016/j.jesf.2019.06.002
- Hannes Gatterer;Kai Schenk;Maria Wille;Christian Raschner, Race Performance and Exercise Intensity of Male Amateur Mountain Runners During a Multistage Mountain Marathon Competition Are Not Dependent on Muscle Strength Loss or Cardiorespiratory Fitness. *Journal of Strength and Conditioning*, AUGUST 2013, 2149-2156. doi: 10.1519/JSC.0b013e318279f817.
- Millet, G. Y., Tomazin, K., Verges, S., Vincent, C., Bonnefoy, R., Boisson, R., Martin, V. (2011). Neuromuscular consequences of an extreme mountain ultra-marathon. *PloS one*, 6(2), e17059. doi:10.1371/journal.pone.0017059
- Saugy, J., Place, N., Millet, G. Y., Degache, F., Schena, F., & Millet, G. P. (2013). Alterations of Neuromuscular Function after the World's Most Challenging Mountain Ultra-Marathon. *PloS one*, 8(6), e65596. doi:10.1371/journal.pone.0065596

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Recolección de Datos

N°	CI:	NOMBRE:				SEXO		EDA	FECHA	
					M	F	D			
APP										
AQX										
APF										
PESO		ESTATURA		IMC		%GRASA		KG MUSCULO		
NUTRICIÓN		CARBOHIDRATOS			PROTEÍNAS			GRASAS		
N		%	%	%	%	%	%	%	%	
TIPO DE ENTRENAMIENTO										
FORTALECIMIENTO MUSCULAR		AERÓBICO		INTERVÁLICO			FARTLEK			
N°/SEMANA		N°/SEMANA			N°/SEMANA			N°/SEMANA		
LABORATORIO DE FISIOLÓGIA DEL ESFUERZO										
VO2MÁX		ML/KG/MIN		U. ANAERÓBICO			LMP			

Elaborado por: Luis Fernando Peñaherrera C.

Anexo 2. Consentimiento Informado

Consentimiento informado

Documento de Consentimiento Informado para los deportistas hombres y mujeres que ingresarán al estudio 'Relación de las características antropométricas, tipo de entrenamiento, nutrición relacionado con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico en deportistas que realizan Trail Running en la Ciudad de Quito D.M

desde el mes de Marzo hasta Junio del 2020' que acudan al laboratorio de fisiología del esfuerzo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Nombre del Investigador Principal. Dr. Luis Fernando Peñaherrera Cabezas.

Nombre de la Organización. Postgrado de Medicina del Deporte de la Facultad de Medicina de la PUCE

Nombre del Patrocinador. Postgrado de Medicina del Deporte de la Facultad de Medicina de la PUCE

Nombre de la Propuesta y versión. Relación de las características antropométricas, tipo de entrenamiento, nutrición relacionada con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico en deportistas que realizan Trail Running en la Ciudad de Quito D.M.

Este Documento de Consentimiento Informado tiene dos partes:

- Información (proporciona información sobre el estudio)
- Formulario de Consentimiento (para firmar si está de acuerdo en participar)

Se le dará una copia del Documento completo de Consentimiento Informado

PARTE I: Información

Introducción

Soy estudiante de posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Quito) me encuentro realizando el proyecto de investigación previo a la obtención de especialista en Medicina del Deporte. El tema a investigar es 'Relación de las características antropométricas, tipo de entrenamiento, nutrición relacionado con el consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico en deportistas que realizan Trail Running en la Ciudad de Quito D.M desde el mes de Marzo hasta Junio del 2020'. Le voy a proveer la información respectiva y le invito a que participe de esta investigación, cualquier duda o inquietud podrá contestarle gustosamente.

Propósito

El Trail Running es un deporte de larga distancia por lo que se ha visto que el factor de la composición corporal, el tipo del entrenamiento, la nutrición que usan los

deportistas son componentes fundamentales a la hora de valorar el rendimiento cardiopulmonar en deportistas que realizan Trail Running.

Es importante conocer estos datos para tomar pautas nutricionales adecuadas y saber que composición corporal es la primordial para este deporte; y concomitantemente cual es la ingesta dietética que deben ingerir, además conocer el tipo de entrenamiento que deben elegir y priorizar los deportistas que practican Trail Running para obtener un mejor VO₂máx (cantidad de oxígeno que podemos aprovechar cuando realizamos deporte) y un umbral anaeróbico alto (aquella zona de intensidad del ejercicio donde hay una demanda brusca de energía), por tanto tener un mejor rendimiento cardiopulmonar y un superior rendimiento deportivo.

Tipo de Intervención de Investigación

Esta investigación incluirá una consulta médica deportológica y la realización de una prueba de esfuerzo directa donde obtendremos el consumo máximo de oxígeno y el umbral anaeróbico.

Selección de participantes

Participarán deportistas hombres y mujeres mayores de 18 años y menores de 50 años que realicen Trail Running en la ciudad de Quito D.M, que cumplan los criterios de inclusión previamente definidos; y que acudan al laboratorio de fisiología del esfuerzo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Participación Voluntaria

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo.

PROCEDIMIENTO

Descripción del Proceso

Durante la investigación.

Se realizará una historia clínica deportológica completa, posterior a eso se les medirá la estatura y se les hará un estudio de bioimpedancia (examen que analiza la composición corporal), se recolectará los datos del tipo de entrenamiento en las últimas 12 semanas, se recogerá la información de la nutrición, se medirá y se

evaluará el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max} ; cantidad de oxígeno que podemos aprovechar cuando realizamos deporte) mediante una prueba de esfuerzo directa con analizador de gases utilizando el protocolo del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) y el umbral anaeróbico de manera directa por intermedio del medidor metabólico Quark RMR (Cosmed). Finalmente se analizará los resultados obtenidos y se correlacionará con el VO_{2max} y umbral anaeróbico obtenido en el laboratorio de fisiología del esfuerzo de la pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Duración

La investigación durará 4 meses en total.

Riesgos

Cansancio muscular, mareo, dolor en las piernas o signos (hipertensión arterial) que se aliviarán o desaparecerán al cesar la actividad física.

Beneficios

Los beneficios derivados de la realización de esta prueba superan los posibles riesgos. Por este motivo se le indica la conveniencia de que le sea practicada. Si aparecieran complicaciones, el personal médico que le atiende está capacitado y dispone de los medios para tratar de resolverlas.

Confidencialidad

No se compartirá la identidad de todos los deportistas que entren en el estudio. Toda la información y resultados que se obtengan se mantendrán confidencial, solo con fines educativos y para el mejoramiento de la Medicina del Deporte.

Compartiendo los Resultados

Los resultados y las conclusiones que obtengamos tras realizar esta investigación se compartirá con usted. No se comunicará información confidencial. Se publicaran los resultados para proporcionar las pautas más adecuadas en los deportistas que practican Trail Running.

Derecho a negarse o retirarse

Usted tiene el derecho de elegir si participa o no en esta investigación, si no desea

hacerlo pues no habrá ningún problema y el negarse a participar no le afectará en ninguna forma en el trato médico – paciente. Este protocolo del estudio ha sido revisado y aprobado por el Comité de evaluación ética de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, el cual se asegura de proteger y evitar daños a los participantes de la investigación.

Si usted desea averiguar más sobre este proyecto, contáctese con el Dr. Luis Fernando Peñaherrera Cabezas, Ejecutor del Proyecto al teléfono 0984408472 o al Secretario del Comité de Bioética de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Telf. 2991700 Ext.1385

Anexo 3: Formulario de Consentimiento

Documento de consentimiento informado para la prueba de esfuerzo

Nombre y descripción del procedimiento: PRUEBA DE ESFUERZO

Es una prueba que tiene dos motivos fundamentales de realización. En primer lugar, con fines diagnósticos o pronósticos para pacientes con enfermedades del corazón o con sospecha de enfermedad de las arterias coronarias. En segundo lugar, con fines de valoración funcional de la respuesta al ejercicio físico, en deportistas y otros practicantes de actividad física, deportiva o no. En ambos casos, la prueba de esfuerzo permite comprobar la respuesta del corazón al ejercicio físico controlado (ergometría). Sirve además para valorar la capacidad global de su organismo ante dicho esfuerzo y poder medir, si procede, el consumo de oxígeno respirado.

Se realiza caminando sobre una cinta rodante, pedaleando en bicicleta ergométrica o en un ergómetro específico. Mientras tanto, se aumenta progresivamente la velocidad, la pendiente o ambas de la cinta, o el nivel de carga de la bicicleta o del ergómetro, en periodos de tiempo determinados. Durante toda la exploración se controlan la presión arterial, la frecuencia del pulso y el electrocardiograma, para analizar sus variaciones. La prueba se detendrá si aparecieran síntomas o signos alarmantes.

Alternativas razonables

Es prácticamente imposible valorar la situación funcional en esfuerzo de una persona sin someterla a un esfuerzo programado. No obstante, se pueden obtener

datos de forma indirecta o con otras exploraciones como electrocardiograma, etc. Sin embargo, esta exploración está indicada preferentemente en su caso.

Consecuencias seguras

El esfuerzo provocará cansancio y sudoración en relación con la intensidad del esfuerzo realizado. Podría haber algunas molestias musculares.

Riesgos

Cansancio muscular, mareo, dolor de pecho, dolor en las piernas o signos (hipertensión arterial) que se aliviarán o desaparecerán al cesar la actividad física. En ciertos casos, especialmente en enfermedad coronaria importante y otras cardiopatías, pudieran presentarse trastornos del ritmo cardiaco graves, síncope y muy ocasionalmente infarto de miocardio o insuficiencia cardiaca. El riesgo de muerte es excepcional (1 por 10.000).

En su actual estado clínico, los beneficios derivados de la realización de esta prueba superan los posibles riesgos. Por este motivo se le indica la conveniencia de que le sea practicada. Si aparecieran complicaciones, el personal médico y de enfermería que le atiende está capacitado y dispone de los medios para tratar de resolverlas.

Riesgos personalizados

Declaración del paciente

El médico que firma este documento me ha informado de forma satisfactoria sobre el objetivo del procedimiento a realizar, en que consiste y la forma en que se va a llevar a cabo. Me ha informado sobre las consecuencias relevantes o de importancia del procedimiento.

Me ha informado sobre los riesgos típicos del procedimiento, así como de los que, aun siendo infrecuentes pero no excepcionales, tienen la consideración clínica de muy graves. También he sido informado de los riesgos personalizados según mis propias características y, a criterio del facultativo, de las molestias probables del procedimiento y de sus consecuencias.

Declaro haber recibido información acerca de los extremos indicados en los apartados anteriores, así como de alternativas diferentes al procedimiento, con pros

y contras, para que, con esta información, participe en la elección del procedimiento a realizar, siendo el más adecuado a mis preferencias.

Estoy satisfecho con la información recibida, he obtenido información sobre las dudas que he planteado y conozco la posibilidad de revocar en cualquier momento el consentimiento sin expresión de causa. Por todo ello, expreso mi consentimiento para someterme al procedimiento.

Nombre del Participante _____

Firma del Participante _____

Cédula del Participante _____

Fecha _____ hora:

Día/mes/año

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

Nombre del Investigador: _____

Firma del Investigador _____

Cédula del Investigador _____

Fecha _____ hora:

Día/mes/año

Ha sido proporcionada al participante una copia de este documento de Consentimiento Informado _____ (iniciales del investigador/asistente).

Fotos del Estudio



Foto autorizada por paciente



Foto autorizada por paciente



Foto autorizada por paciente