

Relación entre parámetros antropométricos con el perfil fisiológico y la potencia de los triatletas sub23 de alto rendimiento de Bogotá de las distancias sprint y supersprint

Daniel Fernando Úsgame Prieto

David Téllez Ardila

Jesús Adolfo Morales Tamayo

Kevin Johann Restrepo Hernández

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Educación Física

Licenciatura en Deporte

Proyecto de grado

Bogotá

2024

Relación entre parámetros antropométricos con el perfil fisiológico y la potencia de los triatletas sub23 de alto rendimiento de Bogotá de las distancias sprint y supersprint

Trabajo de grado para optar al título de

Licenciado en deporte

Autores

Daniel Fernando Úsgame Prieto

David Téllez Ardila

Jesús Adolfo Morales Tamayo

Kevin Johann Restrepo Hernández

Dirigido por

Mg. Diego Andrés Rada Perdigón

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Educación Física

Licenciatura en Deporte

Bogotá

2024

DEDICATORIA

A mi mamá y papá que siempre confiaron, lucharon y me acompañaron en este largo proceso, a mi tío que me ayudó a prepararme en mis primeros pasos en esta linda carrera, a todas aquellas personas que Dios puso en mi camino y me dejaron huellas imborrables de aprendizajes, a mis grandes amigos que sin ellos esto no hubiera sido posible y al más grande de todos; Dios, que me ha acompañado y me ha permitido vivir algo que nunca llegué a pensar lograr.

Daniel Fernando Úsgame Prieto

A mi familia, mi mamá y mi papá; quienes, a pesar de todas las dificultades, las circunstancias adversas y los caóticos devenires a lo largo de este proceso, jamás se rindieron, me demostraron apoyo incondicional y me brindaron la prueba fehaciente, de que todo con sacrificio y disciplina se puede lograr. A mis amigos; quienes considero hermanos, sin ustedes posiblemente hubiera sucumbido en los momentos más críticos, gracias por confiar en mí, en mis locuras y por nunca darme la espalda cuando realmente lo he necesitado. Por último, pero no menos importante, agradecerle a la persona que estuvo en los últimos pasos de esta experiencia, te agradezco amor por brindarme calma, paciencia, equilibrio y comprensión.

David Téllez Ardila

Al universo que ha conspirado para que este gran proyecto sea un hecho; a mi pareja que me ha acompañado, motivado, y equilibrado cargas, a todas esas personas que creen en mí y me brindan voz de aliento contante impulsando mi proceso y a quienes se superan día a día sin importar el cansancio.

Jesús Adolfo Morales Tamayo

A mi familia, en especial a mi madre, por su lucha incansable para brindarme una mejor vida; a mi tía y mi hermano por ser mi mayor soporte y permitirme estudiar; a mi hermana por ser un ejemplo a seguir con su característica resiliencia.

A mi novia, por el amor incondicional que me ha brindado; sin su luz, mi vida se habría tornado del color de este mundo: gris y tenue.

A los partícipes de esta investigación y cualquier lector que quiera adentrarse en este maravilloso deporte, quienes verán reflejado el amor con que se ha escrito.

Kevin Johann Restrepo Hernández

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y personas más cercanas por su apoyo incondicional.

A los excelentes maestros de la Universidad Pedagógica Nacional que aportaron en nuestro camino hacia la búsqueda del conocimiento y construcción como seres humanos.

Al profesor Alfonso Martín y la Doctora Ibeth Aguiar, por permitir enamorarnos de este bello deporte y brindarnos siempre una mano amiga.

Al Profesor Germán Aranda, por brindarnos una oportunidad que nadie estaría dispuesto a brindar; por enseñarnos sin pedirlo, por motivarnos y guiarnos de manera crítica y reflexiva para ser mejores profesionales y, sobre todo, mejores personas.

A los triatletas, que nos recibieron siempre con los brazos abiertos y con gran cariño, quienes, permitieron brindar un aporte al conocimiento del triatlón en Bogotá y en Colombia.

Al doctor William Benavides por su apoyo y colaboración en la etapa más crucial del estudio.

A nuestros compañeros con los cuales crecimos en este lindo camino y de los cuales nos hicimos grandes amigos.

Al Profesor Diego Rada, por ser de los pocos que confiaron en la realización de este proyecto, por su pasión y apoyo inquebrantable que permitió solidificar las bases necesarias para que fuese una realidad.

A Daniel, David y Jesús, por formar un equipo que trascendió tribulaciones, vicisitudes y acumuló grandes experiencias, las cuales nos hicieron los mejores amigos. La labor de cada uno fue trascendental para llevar el amor por el conocimiento y el deporte, a nuevas instancias. Consolidándose, esta maravillosa etapa de la cual hoy nos sentimos orgullosos.

¡Simplemente gracias!

Tabla de contenido

Introducción	1
Planteamiento del problema	2
Relevancia de la Caracterización Morfológica y Fisiológica	3
Limitaciones en los Estudios Previos	4
Vacíos de Investigación Identificados.....	5
Justificación.....	5
Objetivos	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos	7
Marco Teórico.....	7
Caracterización Deportiva.....	7
Caracterización de los Deportes de Resistencia o de Tiempo y Marca.....	9
Triatlón	11
Historia y Evolución.....	11
Discusión Epistémica	15
Distancias del Triatlón.....	17
Categorías (Sub-23).....	18
¿Qué Significa Realizar un Triatlón?	19
Entrenamiento del Triatlón	20
Planificación y Periodización del Entrenamiento en el Triatlón.....	21
Modelos de Planificación	21
Entrenamiento de la Resistencia Para el Triatlón.	25
Consumo Máximo de Oxígeno.	26

Ergoespirometría	32
Entrenamiento de la Fuerza Para el Triatlón	36
Fuerza-Velocidad (Potencia)	39
Antropometría	42
Cineantropometría	43
Antropometría en el Triatlón.....	45
Somatotipo.....	46
Composición Corporal.....	47
Masa Grasa.....	47
Masa Muscular	47
Marco Metodológico	48
Consideraciones Iniciales.....	48
Población y Muestra	49
Criterios de Inclusión	49
Criterios de Exclusión	49
Estrategias de Búsqueda: Antecedentes Más Importantes	49
Protocolo de Intervención	53
Sesión 1. Antropometría.....	54
Sesión 2. Test de Consumo Máximo de Oxígeno.....	57
Sesión 3. Batería de Bosco-Vittori	59
Consideraciones Éticas.....	62
Resultados	64
Análisis Estadístico	68
Discusión.....	71
Hallazgos.....	71

Interpretación de los Resultados	72
Implicaciones de los Resultados en el Campo de Estudio	75
Implicaciones Teóricas, Prácticas y Metodológicas	76
Teóricas.	76
Prácticas.....	76
Metodológicas.	76
Influencia en Futuras Investigaciones y Práctica Profesional	76
Conclusiones	77
Limitaciones del Estudio.....	78
Acceso a la Muestra.....	78
Tamaño de la Muestra	78
Diseño del Estudio	79
Interpretación de Resultados	79
Fortalezas del Estudio.....	79
Comparación con Estándares Internacionales	79
Enfoque en una Población Específica	79
Relevancia y Aplicabilidad	79
Nuevos Estudios	80
Referencias	81

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Categorías del triatlón federado en Colombia</i>	18
Tabla 2 <i>Variables de investigación</i>	48
Tabla 3 <i>Sesiones por día</i>	53
Tabla 4 <i>Datos descriptivos de triatletas bogotanos</i>	65
Tabla 5 <i>Resultados ergoespirometría (consumo máximo de oxígeno)</i>	66
Tabla 6 <i>Resultados Bateria Bosco-Vittori</i>	67
Tabla 7 <i>Composición corporal, somatotipo, potencia y consumo máximo de oxígeno de triatletas bogotanos con respecto al sexo</i>	69
Tabla 8 <i>Correlaciones entre las variables de potencia y consumo máximo de oxígeno con las variables antropométricas</i>	70

Índice de figuras

Figura 1 <i>Bascula Digital Omron HBF-514c Omron 150KG</i>	55
Figura 2 <i>Cinta Métrica</i>	55
Figura 3 <i>Adipómetro</i>	56
Figura 4 <i>Calibrador Antropométrico</i>	56
Figura 5 <i>Banda Quasar HP Cosmos</i>	58
Figura 6 <i>Ergoespirómetro Metamax 3B (Cortex Metalyzer 3B, Leipzig, Alemania)</i>	59
Figura 7 <i>Plataforma Axon Jump</i>	61
Figura 8 <i>Composición corporal según el sexo.</i>	65
Figura 9 <i>Somatocarta triatletas femeninas y masculinos.</i>	66

TABLA ABREVIATURAS

SJ	Squat Jump
CMJ	Counter Movement Jump
ABK	Abalakov
DJ	Drop Jump
VO2	Consumo de oxígeno
Fc Máx	Frecuencia Cardiaca Máxima
IMC	Índice de Masa Corporal
VT1	Umbral Ventilatorio aeróbico (1)
VT2	Umbral Ventilatorio anaeróbico (2)
RIR	Coefficiente Respiratorio
Vel Máx (km/h)	Velocidad Máxima (Kilómetros/hora)
VO2/HR	Pulso de Oxígeno (ml/ latido)
Vel (m.s)	Velocidad (milisegundos)
Tv	Tiempo de Vuelo
Tc	Tiempo de contacto

“Caminante, son tus huellas el camino y nada más;
Caminante, no hay camino, se hace camino al andar.
Al andar se hace el camino, y al volver la vista atrás
se ve la senda que nunca se ha de volver a pisar.
Caminante no hay camino sino estelas en la mar”.
(Campos de Castilla, Proverbios y Cantares XXIX)

Antonio Machado

Introducción

El triatlón es un deporte de tiempo y marca, en su devenir histórico se ha caracterizado como el resultado de la suma de tres disciplinas deportivas; sin embargo, es mucho más que esto. Es un deporte que involucra tres estructuras de movimiento diferentes (nadar, montar en bicicleta, y realizar una carrera pedestre), además de la primera y segunda transición realizada en medio de estas. Como lo afirma Fernández (2017) “El triatlón es algo más que la suma de tres deportes por el hecho de realizarse concatenadamente”, considerándolo como un deporte único y no la sumatoria de tres disciplinas o modalidades; además, de mencionar la importancia de las transiciones: ¡Siendo éstas, una característica única del triatlón!, que le brinda, un estatuto distinto en el cual este se desarrolla (p. 12). Su realización, requiere de un componente altamente técnico y demanda al organismo, diferentes adaptaciones fisiológicas y neuromusculares, además de requerir un volumen de entrenamiento casi mayor a cualquier otra disciplina deportiva, atestiguando la extraordinaria fortaleza física y mental que se necesita para su práctica.

La evidencia señala, como este deporte ha sido muy estudiado en los últimos cincuenta años. Y, a pesar de su amplio estudio y lo fundamental que es el entrenamiento específico de cada estructura de movimiento, es un deporte que no se suele caracterizar como uno solo; al contrario, los estudios hacen especial énfasis en una de sus “fases”, como le llaman en su argot, comparando datos de esas estructuras de movimiento con su homólogo deporte.

Bien sea, en las estructuras de movimiento similares al atletismo, la natación y el ciclismo en menor medida, los estudios evalúan variables en los triatletas, en una o varias estructuras del movimiento; pero, suelen comparar dichos datos con estándares de nadadores, ciclistas y atletas, sin considerar como punto de partida la caracterización de la misma disciplina, es decir, concebir el deporte como uno solo y no la suma de tres disciplinas diferentes; y a partir de allí, brindar un estudio que diferencie a los triatletas de estas otras disciplinas deportivas. Gran parte de esta visión nace de las raíces del deporte y de sus primeros pasos, pero eso no significa que el deporte siga siendo esa suma de tres deportes que fue en sus orígenes. Esto, en parte, entendiendo la globalidad que abarca actualmente el deporte, su complejidad y adaptación en el ser humano que lo practica (Aranda, 2024).

Para dar un aporte que sirva a entrenadores y deportistas, se caracterizan triatletas sub-23 de Bogotá, buscando la relación entre su perfil antropométrico de composición corporal y somatotipo, con el perfil fisiológico de consumo máximo de oxígeno y potencia, tratando de relacionar estas variables. Además, de encontrarse con otra visión para caracterizar este deporte, estableciendo así, una mirada más reflexiva del mismo.

Planteamiento del problema

Contexto

Situando esta necesidad de estudio al contexto del triatlón bogotano, se realizó una entrevista a Ibeth Aguiar, exatleta y campeona de triatlón de alto rendimiento de Bogotá, quien, además es médico del deporte y encargada del laboratorio de fisiología de la Unidad de Ciencias Aplicadas al Deporte (UCAD). Ella, expuso la importancia de reconocer el fenómeno del triatlón moderno, un deporte en auge en occidente, que está acaparando todas las miradas por su dureza extrema. Además de ello, también menciona la importancia que tiene reconocer aspectos que los entrenadores suelen omitir. Como lo son, dos pruebas o distancias de esta disciplina un poco menos conocidas y duraderas, sin querer decir menos

intensas. Estas son, las distancias *sprint* y *supersprint*; la primera, se compone de 750 metros de nado en aguas abiertas, 20 kilómetros recorridos en bicicleta y 5 kilómetros de carrera pedestre. La segunda, consta de 250-500 metros de nado, 6,5-13 kilómetros de recorrido en bicicleta y 3,5 kilómetros de carrera a pie. En estas pruebas, preponderan los factores fisiológicos de potencia muscular, fuerza, potencia anaeróbica y el componente coordinativo de la técnica (Aguiar, 2023). Estas características, coinciden con el estudio de Cejuela (2007) donde analiza los factores de rendimiento en el Triatlón de distancia sprint, allí el autor expone en sus conclusiones, cómo la potencia y la capacidad anaeróbica láctica son determinantes en los momentos decisivos de las competiciones con esta clase de distancias.

Este tipo de pruebas tan cortas, se realizan a altas intensidades, por lo general, predomina la ruta metabólica de producción de energía de la glucólisis anaerobia; ya que, se corren casi en su totalidad en el segundo umbral anaeróbico, con un requerimiento de altos valores de potencia (Aguiar, 2023). Aunado a ello, Cejuela (2007) asegura que el requerimiento energético proviene de las reservas de glucógeno, siendo clave para el entrenamiento su incremento (p. 10-11) el cual está ligado a factores del rendimiento como el umbral anaeróbico, la capacidad aeróbica, depósitos de glucógeno muscular y hepático, y la oxidación de las grasas (García Manso, 1998, citado en Cejuela, 2007).

A su vez, la resistencia del triatlón sprint es de *larga duración II*, entre 35 y 90 minutos (Hare, 1987, citado por Cejuela, 2007). Lo que, se traduce en un sistema motor compuesto de entre 70-80% de fibras musculares lentas o rojas (Tipo 1) y el 20-30% de fibras musculares rápidas o blancas (Tipo II) para un competidor de esta distancia.

Relevancia de la Caracterización Morfológica y Fisiológica

La caracterización de los triatletas, morfológica y fisiológicamente, es de gran importancia; esto, relacionado con los factores de rendimiento que se deben considerar para

lograr las mayores respuestas de adaptación en los entrenamientos y competiciones, tal como sugieren los estudios de (Anjos et al., 2003; Canda et al., 2014; Zhunio y Moscoso, 2021; Guillén et al., 2015; Suriano y Bishop 2016, Markovic y Mikulic 2010 y Blanch et al., 2011).

Limitaciones en los Estudios Previos

Ahora bien, al realizar la búsqueda de referentes que hayan aplicado pruebas y mediciones para hallar características de tipo antropométrico y fisiológico, se encontró a nivel internacional, el estudio realizado en Brasil por Anjos et al. (2003) donde los autores establecen las características antropométricas, dermatoglíficas y fisiológicas del atleta de triatlón, sin embargo, a nivel local las investigaciones encontradas, han basado su metodología de aplicación en sólo uno o dos aspectos, ya sea el factor antropométrico, o las características fisiológicas; a excepción, de la investigación de Restrepo y Avella (2016), donde miden las características antropométricas, dermatoglíficas, el consumo máximo de oxígeno y la fuerza prensil de triatletas bogotanos y los comparan con los mejores del mundo en dichas variables. No obstante, este estudio toma registro de la composición corporal, utilizando el método de bioimpedancia; que, según Norton y Olds (1995) no resulta tan fiable como la antropometría.

Por otra parte, se encuentra evidencia de estudios relacionados que evalúan los factores antropométricos y el somatotipo, pero no, los factores fisiológicos como si lo hace el estudio de Restrepo y Avella (2016); en ese sentido, se hallaron, los estudios realizados por Castillo et al. (2018) y Castillo y Campos (2019). Estos dos estudios se realizaron con los deportistas de la Liga de Triatlón del Quindío, con diferencia de un año. El primero, como parte de los estudios realizados por el semillero GIFAS, y el segundo, como la continuación del trabajo por parte de Sara Campo y Miguel Castillo. Ellos dos, consideran el triatlón como un deporte donde se reúnen tres diferentes disciplinas, determinando la composición corporal y el somatotipo de 13 deportistas de sexo masculino y femenino de la Liga de Triatlón del

Quindío. Como resultado de su estudio, se determinó como somatotipo predominante en el sexo masculino, el meso-endomórfico con un porcentaje de 40% y en el sexo femenino, el endomorfo-mesomórfico, con un porcentaje de 66,67%. Por otro lado, el porcentaje muscular fue de 47,48 % en promedio; concluyendo que los deportistas están por debajo de los estándares internacionales de alto rendimiento, pero en los rangos estándar a nivel nacional.

Vacíos de Investigación Identificados

Considerando lo expuesto, persiste la percepción del deporte como la convergencia de tres disciplinas distintas, lo cual subraya la necesidad de concebirlo como una disciplina multiestructural que abarca diferentes modalidades de movimiento y la realización de transiciones. A su vez, es crucial destacar la falta de investigaciones locales que aborden de manera integral el perfil antropométrico (composición corporal y somatotipo), fisiológico (consumo máximo de oxígeno) y la potencia en la caracterización de triatletas. Especialmente en triatletas bogotanos de distancias sprint y supersprint; lo cual, resulta en la siguiente pregunta problema:

¿Cuál es el perfil de los triatletas sub23 de alto rendimiento de Bogotá de las distancias sprint y supersprint, a partir de la relación de las variables antropométricas, el consumo máximo de oxígeno y la potencia?

Justificación

Este es el primer estudio que describe las características antropométricas, con algunas variables de orden condicional y fisiológico como lo son la potencia y el consumo máximo de oxígeno en triatletas bogotanos de alto rendimiento. Su principal diferencia, respecto a otros estudios, fue abordar estos dos componentes. Como se evidenció en el planteamiento del problema, los estudios que antecedieron esta investigación caracterizaron únicamente el perfil antropométrico de los triatletas sin relacionar alguna variable de rendimiento, o relacionaron

la composición corporal por bioimpedancia con alguna de estas variables. Es así que, este proyecto destaca por su innovación en cuanto a método y visión de este deporte.

La intención de realizar esta investigación radica en el interés del grupo por los deportes de resistencia, posibilitando el reconocimiento de un deporte complejo que está en auge, aumentando así el aprendizaje acerca del triatlón y poder mostrar sus particularidades y especificidades.

Establecer la relación del perfil antropométrico, fisiológico (consumo máximo de oxígeno) y la potencia del triatleta, sirve como punto de partida para comprender dónde están sus fortalezas y limitaciones individuales; esto abre el horizonte acerca del tipo de entrenamiento a planear, establecer zonas de intensidad y determinar si está generando el efecto deseado. Mañozca (2022), menciona la importancia de medir para llevar el control del proceso, por medio de la comparación de resultados y así ajustar los procesos de entrenamiento para la continua mejora. En consecuencia, se seleccionan estas tres variables para medirlas, compararlas y proporcionar un perfil antropométrico y condicional de los triatletas de la Liga de Bogotá, específicamente en la categoría sub-23 de las distancias sprint y supersprint.

Aunado a esto, la Liga de Triatlón de Bogotá posee excepcionales entrenadores; de gran recorrido, de una experiencia enorme, llena de victorias y medallas. Se ha evidenciado a partir de la observación en campo, que este es un proceso teórico-práctico del que no se derivan muchos estudios o producción investigativa-académica. El deber ser de un licenciado en deporte, quien es un ente transformador social por medio de la pedagogía, inclina al grupo por aportarle a la academia y al mundo del rendimiento esta investigación donde se ve reflejada una pequeña parte de la complejidad que conlleva el rendimiento en el triatlón. A quienes puedan hacer uso de esta valiosa producción académica, entre ellos, los estudiantes

pertenecientes al mismo proceso; los profesores en las universidades construyendo conocimiento y a entrenadores de triatlón aportando al rendimiento de sus deportistas.

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar el perfil antropométrico, fisiológico (consumo máximo de oxígeno) y potencia de los triatletas de alto rendimiento, categoría sub-23 de las distancias sprint y supersprint, pertenecientes a la Liga de Bogotá.

Objetivos Específicos

- Evaluar las variables antropométricas de composición corporal y somatotipo, mediante el protocolo ISAK; el consumo máximo de oxígeno mediante la ergoespirometría; y la potencia, mediante la batería de Bosco-Vittori de los triatletas bogotanos de alto rendimiento categoría sub-23 de las distancias sprint y supersprint.
- Analizar las variables antropométricas, el VO₂ Máx., y la potencia de los triatletas bogotanos de alto rendimiento categoría sub-23 de las distancias sprint y supersprint.
- Correlacionar las variables antropométricas (% masa muscular, % masa adiposa, % masa ósea, % masa residual) y somatotipo con el VO₂máx y la potencia.

Marco Teórico

Caracterización Deportiva

La caracterización deportiva o caracterización en los deportes, se convierte en un tema de extrema relevancia ya que permite tener puntos de partida y consideraciones para tener en cuenta debido a la información que arroja, la cual ayuda a guiar y orientar la formación y los procesos de entrenamiento en determinada modalidad o práctica, ya sea amateur o de rendimiento.

Según Restrepo y Avella (2014), mediante la caracterización se consignan aspectos que, aparte de guiar, orientar y formar los procesos, ayudan a la especialización y a los altos logros en el deporte, en otras palabras, son la clave para poder tener las herramientas y conocimientos para llevar a un atleta a su máximo rendimiento. Según él, es de vital importancia tener estos factores en cuenta y el orden de desarrollo, permitirá al entrenador establecer modelos comparativos entre lo ideal y lo real con su deportista. Identificar fortalezas, amenazas y posibilidades de resultados en la modalidad o disciplina.

De igual manera es importante tener un aspecto o modelo de comparación fiable y actualizado, debido al cambio tan rápido que se sufre en las ciencias aplicadas al deporte, esto ocasiona que las marcas, medidas o características sufran modificaciones y alteraciones que deben replantearse a lo largo de todos los procesos interdisciplinarios. Según Avella, la caracterización es recopilar la mayor cantidad de datos importantes, considerando (entre otras cosas) el género, la edad, las marcas, los implementos, las lesiones, los espacios, las condiciones climáticas y topográficas, la experiencia, la categoría, etc., y esto concatenarlo a aspectos fisiológicos como los sistemas energéticos, capacidades musculares y neuromusculares, psicológicos, antropométricos, físicos, etc.

Otro aspecto relevante para tener en cuenta es la caracterización de las propias disciplinas deportivas, las cuales se deberían agrupar de cierta manera teniendo en cuenta su naturaleza y objetivo, la escuela cubana tiene su propuesta respecto a la clasificación de los deportes, la cual es: deportes de tiempo y marca, deportes de combate, deportes de arte y precisión, deportes extremos, deportes tradicionales, entre otros. Hay otras clasificaciones a considerar y con una relevancia relativamente grande, entre ellas, Avella (2016) menciona clasificaciones que tienen en cuenta las características técnicas de cada deporte, según él, se clasifican de manera más general: deportes cíclicos, deportes acíclicos, además de otra clasificación como los deportes de invierno, o los de verano, deportes olímpicos y mundiales.

Para ejemplificar esto tenemos al atletismo, un deporte de tiempo y marca, el cual se puede practicar a la intemperie o también bajo techo, involucra muchas modalidades y subdisciplinas como pruebas de velocidad y resistencia, pruebas de salto longitudinal y de altura, y pruebas de lanzamiento e impulsión. Donde los atletas están bajo frío o calor y cada uno debe estar habituado a su especialidad, lo que hace diferentes sus características funcionales, estéticas o psicológicas; es un deporte olímpico y mundial, se practica en invierno y en verano, su longevidad es importante, desde los 10 años hasta los 80 o más.

Sin duda son muchas variables y consideraciones para tener en cuenta al momento de realizar la caracterización de un deportista, de un determinado deporte y de una determinada subdisciplina de este, siendo responsabilidad del equipo interdisciplinar hacerlo. Ya que, de esto partirá, como bien se dijo, la fase de especialización en el propio deporte y así mismo se aumentarán las probabilidades del atleta de llegar a su máximo rendimiento.

Caracterización de los Deportes de Resistencia o de Tiempo y Marca

En los deportes de resistencia o de tiempo y marca, hay muchas variables y características fundamentales para entender tanto el funcionamiento del deporte o la disciplina como el interno y óptimo del cuerpo del deportista. Muchos estudios y libros se han publicado respecto a esto, con tal de definir y entender el funcionamiento de estas variables. Ejemplificando esto, tenemos a Wilkins y Bell (2021) quienes explican en su libro “Cycling physiology & Training Science”, los aspectos y condicionantes que se deben tener en cuenta para rendir en las máximas capacidades posibles sobre la bicicleta, aspectos como consumo de oxígeno, eficiencia de pedaleo, vatiaje (y su utilización como medidor de rendimiento deportivo), lactato, tipo de fibras musculares, adaptaciones al entrenamiento y un sin fin de características más. Esto ayuda sobremanera a caracterizar o hallar el perfil adecuado de un ciclista de altos logros.

Siguiendo esta idea se encontró el estudio de Magel y Faulkner (1967) quienes realizan la caracterización del consumo máximo de oxígeno en nadadores aficionados de la universidad de Michigan, ellos exponen hallazgos sumamente relevantes, entre ellos, se explica que realizaron las pruebas de consumo de oxígeno, corriendo, sobre la bicicleta y nadando. Los resultados fueron que los nadadores consumieron más oxígeno en el atletismo y en la bicicleta, que en su propia disciplina (natación), hasta el 20 % menos de consumo, (presumen ellos) por la posición del cuerpo, el intercambio térmico con el agua, contracción muscular y la eficiencia o habilidad en la evaluación. Adicionalmente, encontraron componentes importantes entre las propias modalidades o estilos de la natación (libre, mariposa, espalda, pecho), según ellos, los nadadores del estilo “espalda” tuvieron mejores resultados en los parámetros de ventilación pulmonar respecto a los demás estilos, sin embargo, el ratio de intercambio gaseoso siguió siendo más lento respecto a los resultados arrojados en las pruebas corriendo (Magel y Faulker, 1967).

Como estos se encuentran gran variedad de estudios e investigaciones que hablan y exponen resultados relevantes respecto a los atletas de deportes de resistencia, Pero no sólo se limitan a este tipo de deportistas, Lahiri et al. (1967) exponen en su estudio la capacidad respiratoria y la frecuencia cardíaca de montañistas Sherpas durante el ejercicio y comparándolas con resultados de personas nativas de tierras sobre el nivel del mar, estas pruebas fueron realizadas en una altitud de 4,800 msnm. Los resultados arrojaron que las personas nativas de zona al nivel del mar tienen menos adaptaciones respiratorias, menos consumo de oxígeno y menos densidad mitocondrial que los sherpas nacidos y criados a una altitud superior a 4,000 msnm, en una de las pruebas (el cicloergómetro) se encontró que los Sherpas tienen un consumo de oxígeno promedio de 50ml/kg/min, mientras que las personas oriundas del nivel del mar tuvieron en promedio 30ml/kg/min (considerablemente inferior), este estudio permite analizar y dar cuenta de la importancia de tener los conocimientos de una

respectiva población, su quehacer diario y su contexto, para tener las herramientas que ayuden a determinar las capacidades para una respectiva disciplina deportiva o simplemente un esfuerzo físico.

Triatlón

El triatlón ha recorrido un camino bastante extenso a pesar de lo reciente de su nacimiento. A modo de expandir la visión y contextualizar la evolución de este deporte, se considera menester suscitar un breve resumen de su historia.

Historia y Evolución

En el devenir de esta disciplina, se menciona que la primera forma de triatlón tuvo su origen en Francia, país que acababa de sufrir la derrota en «La batalla de Sedán en 1870» y la captura de Napoleón III Bonaparte. En este contexto histórico, Arrechea y Torrebadella (2021) subrayan la iniciativa de Gustave de Lafreté (1866-1933) miembro de la *Association Velocipédique d'Amateurs* y redactor de *L'Écho* de Paris, medio de comunicación que junto al *Journal des Sports*, materializaron su idea en la realización de la primera forma de triatlón de la historia. Course des «Trois Sports» fue el nombre de este evento, realizado el 3 de julio de 1898. De Lafreté (como se citó en Arrechea y Torrebadella, 2021) establecen que, la prueba era comprendida por una carrera pedestre de 500 metros, una carrera en bicicleta de 10 km, y una regata en remo de 1.2 km. El desarrollo de esta competición fue al parecer idea de Edmond Lepellitier (1846-1913) y tuvo un trayecto entre Longchamp y Bougival (alrededor del lago Vésinet), además de gozar de un banquete, excursión por el lago, y una carrera de tandems mixtos (Arrechea y Torrebadella, 2021).

De 1899 a 1901, no se celebró la prueba. En 1902, se reanudó gracias a los esfuerzos de Lafreté hasta 1905, con la colaboración del Racing Club de France en el bosque de Bologne. En 1906, cambia de nombre por «Tour de Marne» organizada por el *Círculo de Sports de Marne* (5km de ciclismo, 3,5 km de carrera pedestre y 4km de regata en remo).

Desde la primera edición hasta 1909, el ganador fue M. Gastón Delaplane (1882-1977) aludido por la prensa como: el atleta perfecto (La course de trois sports, 1909; Manaud, 1905b).

Se hicieron partícipes de este evento organizaciones como *Union Sportive Rennaise*, el *Circuito Atlético de Jonville*, la *Société Nautique du Lorient...*, permitiendo la organización año a año del «Tour de Marne» hasta 1912, cuando la Primera Guerra Mundial hizo eco en todo el mundo.

Es así como el Club Náutico de Lyon la retoma en 1919, además de la realización de otra course –carrera— administrada por la Unión Náutica de Lyon el mismo año (L'Auto, 1919). Un año después, se disputó por quinta vez en la ciudad francesa de Orleans, por la *Société Nautique du Lorient*.

En 1921, el Club de Natación Petit Derillon de Marsella, organiza otro «Tour de Marne», con un formato de: 7km de ciclismo, 5km de carrera pedestre, y un tramo final de natación de 200 m) pareciéndose más al formato actual. Aunado a este, el domingo 19 de junio de 1921, el periódico deportivo L'Auto de Henri Desgrange –creador del Tour de France— organiza por primera vez este «Tour de Marne». Reservándolo solo para amateurs y cambiando el remo por la natación (siendo un cambio radical e importantísimo en la consolidación de estos primeros vestigios del Triatlón).

L'Auto se encargó de realizar ediciones hasta los años cuarenta cambiando de nombre varias veces: “Course des Débrouillards” o “Championat des Débrouillards”. Por el camino, entregó diplomas de Débrouillards –concepto proveniente del programa pedagógico de Pierre de Coubertin para combatir el declive de la población francesa y utilizar el deporte como regenerador: forjar elites viriles, competitivas, virtuosas y morales— (Clastres, 2005). En La Rochelle, «La course des Trois Sports» organizada por la Union Sportive Rochelaise presentaba un formato diferente, empezando por unos 100 metros de natación, luego 10 km

de ciclismo y, para finalizar, una carrera pedestre de 1.000 metros (L'Écho Rochelais, 1934, p. 3) asemejándose al orden en que se desarrolla la prueba actualmente.

Tras estos primeros vestigios del triatlón en Francia, un suceso determinante, fue la realización del que se dice “el primer triatlón” en la bahía Mission; evento organizado por Jack Johnstone y Don Shanahan el 25 de septiembre de 1974 en San Diego, California. Allí participaron 46 atletas, entre ellos el comandante de la Marina estadounidense John Collins junto a su esposa Judy. La distancia de los recorridos fueron 5,3 millas (8,5 km) de carrera, 5 millas (8 km) de ciclismo y 600 yardas (0,5 km) de natación. Esta primera carrera se inspiró en una de las courses de “Les trois sports” realizada en París en 1920.

Posterior a este evento, en 1977 en medio de un debate entre un grupo de personas asistentes a la ceremonia de premios del Oahu Perimeter Relay, se discutía sobre quienes podían destacarse como los mejores atletas de la isla entre corredores y nadadores; en ese momento, intervino John Collins mencionando que se adaptarían mejor los ciclistas. Es así que, para demostrar lo discutido, se realizó hasta el 18 de febrero de 1978 la primera prueba con unas distancias de gran magnitud en donde se verían involucrados estas tres disciplinas (natación, ciclismo, carrera). Esta prueba en la isla de Hawái contó con 15 atletas quienes debían correr de manera continua el Waikiki Roughwater Swim de una distancia de 3.862 m (2,4 millas), la Around Oahu Bike Race de 180 km (115 millas,) y el maratón de Honolulu de 42,195 km (26,219 millas). Naciendo así, el primer *Ironman (El Hombre de Hierro)*, llamado así por otorgar dicho nombre al vencedor de la prueba.

En el verano de 1988, se dan las primeras conversaciones para incluir el triatlón en el Programa de los Juegos Olímpicos; suceso acontecido en Estocolmo, a cargo del entonces presidente del Comité Olímpico Internacional Juan Antonio Samaranch, estableciéndose la primera hoja de ruta para brindar el reconocimiento olímpico al triatlón gracias a la creación del Comité de trabajo del Triatlón, secretariado por Sture Johansson y presidido por Les

McDonald, quien, un año después, 1 de enero de 1989, se convirtiera en el primer presidente de la ITU (Unión Internacional de Triatlón).

Aquel invierno de 1989, supondría la fundación de la ITU en un primer congreso desarrollado en Avignon, Francia; conformado por 30 Federaciones Nacionales y donde se establecieron los primeros parámetros como la distancia olímpica, para la realización del Primer Campeonato Mundial.

En agosto de ese mismo año, se organiza el Primer Campeonato Mundial, con la modalidad de distancia Olímpica (1,5 km de nado, 40 km de recorrido en bicicleta y, por último, 10 km de carrera a pie). En esta competición participaron 800 triatletas en representación de 40 países.

Ya en 1991, se compite la serie de la Copa del Mundo y para el año 2000, el Triatlón debuta en los Juegos Olímpicos de Sídney, dando como primeros ganadores de la medalla de oro, a Brigitte McMahon y Simon Whitfield. Para noviembre de 2008, Marisol Casado toma la presidencia de la Unión Internacional de Triatlón y, en 2009, se da la serie de Campeonatos Mundiales de Triatlón ITU Dextro Energy; llegando a albergar ocho carreras en ocho países diferentes.

Contextualizando la historia de este deporte en Colombia, según la página oficial de la Liga de Triatlón de Bogotá, las pruebas de triatlón iniciaron en el año 1986 al igual que en otras ciudades del país, ya que existían clubes como: Orión, Tiburones y Guifoma. En 1996, se incluyó el triatlón como disciplina en los juegos nacionales versión XV de Santander, donde Bogotá logró una buena actuación al lograr sendas medallas de oro en los equipos femenino y masculino. Pero, no sería solo proeza de una vez, ya que en los juegos nacionales posteriores versión XVI Tumaco, versión XVII San Andrés islas, versión XVIII Bogotá, y versión XIX Cauca, Bogotá lograría colgarse al menos una presea dorada en cada uno de

estos, siendo así la liga más dominante de esa época a nivel nacional, por este motivo en 2009 y 2010 recibió el reconocimiento a mejor liga del país.

Discusión Epistémica

El Triatlón ha venido configurando una discusión que ha pasado desapercibida desde sus inicios. Esta refiere a la disyuntiva, generada en la conceptualización y el cómo se entrena y prepara un triatleta. Dicha incógnita, se refiere a las acepciones que se le dan al definirlo y sus múltiples formas de entrenarlo; ya sea como una sola disciplina deportiva, o la suma y/o combinación de tres disciplinas deportivas.

Para esclarecer este problema epistémico, es necesario conceptualizar las diferentes posturas y miradas en torno a esta discusión, además de revisar en la praxis, a nivel internacional, nacional y local (Bogotá), si se entrena de manera concatenada las tres modalidades (como un solo deporte) o de forma aislada cada una, lo que en su defecto cuestiona: ¿se entrena cómo se compite?

Para Ascher (2000) “El triatlón es la suma de tres deportes de resistencia. Por algo nos estamos refiriendo al triatlón cuando hablamos de la ultra distancia, de los reyes del deporte de resistencia” (p.18).

Dolan, Houston, Martin (2011) añaden, que el triatlón es un evento deportivo competitivo que combina natación, ciclismo y carrera. Sus formatos varían, resultando en distancias diferentes, que configuran modalidades propias de este deporte (p. 1019-1028). Diferenciándose, el triatlón de otros eventos deportivos, por su mayor volumen de entrenamiento, cada disciplina requiere entrenarse extensamente por separado, ocasionando un aumento del estrés físico, psicológico y social (Strock, Cottrell, Lohman, 2006, p. 553–564). Alimentando más esta visión, Cejuela et al. (2007) aseguran que el triatlón es un deporte individual, combinado y de resistencia que consta de tres partes: natación, ciclismo y carrera a pie. Ya en la competición se divide en tres segmentos; un primer segmento de

natación, un segundo de ciclismo, y un segmento final de carrera a pie. Las acciones que se ejecutan son movimientos cíclicos durante los tres segmentos, excepto en las transiciones que son acciones predeterminadas de precisión (colocarse las zapatillas, dorsal, gafas...) a velocidades medio altas, se producen cambios de ritmo en los momentos decisivos de la prueba (Ehrler, 1998, p.5). Por lo tanto, son segmentos que de por sí, producen una carga o desgaste interno del atleta (Cejuela, citado en Cejuela et al., 2007). Lo anterior, solo deja al descubierto, que ni siquiera las transiciones hacen parte del entramado del deporte para estos autores.

En contraposición a esta visión, aparece, desde el área de las ciencias de la salud, una definición disonante del triatlón, definida por Guggisberg (2022) como un deporte continuo de natación, ciclismo y carrera, que así mismo requiere de grandes volúmenes de entrenamiento. Como lo afirma Fernández (2017) El triatlón es algo más que la suma de tres deportes por el hecho de realizarse concatenadamente, considerándolo como un deporte único, y no la sumatoria de tres disciplinas; además de mencionar la importancia de las transiciones ¡Siendo éstas, una característica única del triatlón!, que le brinda un estatuto distinto, en el cual se desarrolla este deporte multidisciplinar (p. 12).

Cada transición en el Triatlón, (según Sleivert y cols., 1996; Hue y cols., 1998, citados en Cejuela, 2007) ha sido cuantificada en menos de 8 segundos en triatletas de élite (nacional e internacional) para cada una, considerando como transición únicamente las acciones a realizar en el box [Para la T1: despojarse del traje de neopreno, soltar gorro y gafas, ponerse el casco y pasar a la bicicleta. Para la T2: dejar la bicicleta, quitarse el casco y ponerse las zapatillas de correr] (p. 5).

Estableciendo dichas transiciones, como una necesidad por armonizar coordinaciones inter e intramusculares, necesarias para el desarrollo de esta práctica deportiva junto a la realización de los distintos patrones de movimiento, en los medios que demanda este deporte:

como el nado en aguas abiertas, el recorrido en bicicleta con y sin drafting, y la carrera pedestre.

Se concluye, que el triatlón es un deporte multicinestésico, en tanto que abarca tres estructuras de movimiento diferentes (Germán Aranda, 2024) que en su génesis era la sumatoria de tres disciplinas deportivas aisladas — natación, ciclismo y carrera pedestre— pero que ahora, hacen parte del entramado de un único deporte, con especificidades propias y divergentes al compararlas con el deporte del cual nacieron. A su vez, consta de dos transiciones, propiciando una comprensión y conceptualización de este deporte un tanto más complejo de lo que parece a simple vista.

Distancias del Triatlón

Dentro de este deporte existe una variedad de modalidades que se clasifican por las distancias que otorga a cada prueba. Donde, cada triatleta tiene la posibilidad de especializarse ya sea en una distancia larga como es el *ultraman* o *ironman* o, por el contrario, en distancias que son significativamente más reducidas. A continuación, se reflejarán las principales de este deporte con sus características.

Distancia *Olímpica* o distancia estándar: se compone de 1.5 kilómetros de nado, 40 kilómetros de recorrido en bicicleta y finaliza con 10 kilómetros de carrera pedestre.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, existen distancias más extensas y por lo tanto de larga duración como es el caso del famoso *Ironman*. Prueba con distancias de: 3.8 kilómetros de nado, 180 kilómetros de recorrido en bicicleta y culmina con la carrera pedestre de 42.2 kilómetros. Sin embargo, la prueba más extensa a la cual se tienen que enfrentar los triatletas es la modalidad de *Ultraman*, esta complicada prueba es tan extensa que se tiene que desarrollar en tres días, dicha prueba consta de 10 kilómetros de nado, 145 kilómetros de recorrido en bicicleta terminando el primer día, y continuando al siguiente día con un recorrido restante de 276 kilómetros, para después al tercer día correr 84,4 kilómetros.

Existen, a su vez, la distancia *Sprint* (750 metros de nado, 20 kilómetros de recorrido en bicicleta y 5 kilómetros de carrera pedestre) y *Supersprint* (250-500 metros de nado en aguas abiertas, 6,5-13 kilómetros de recorrido en bicicleta y 1,7 y 3,5 kilómetros de carrera a pie), las cuales, surgieron de la distancia olímpica, y configuran las dos distancias más cortas en longitud del triatlón.

Las distancias cambian dependiendo la modalidad en la que se compite, generando variaciones tanto en su forma de entrenar como en las necesidades fisiológicas del triatleta. Como sugieren Millet et. al (2014), las demandas fisiológicas en el triatlón son determinadas por la modalidad (larga distancia o distancias olímpicas), debido a las diferencias en la intensidad y la distancia. Ahora bien, hablando de las distancias de sprint (0,75 km, 20 km, 5 km) y supersprint (0,25 km, 6,5-13 km, 1,7- 3,5 km) que son distancias más cortas, con intensidades mayores y tiempos menores, Cejuela et. al (2007) dice que los factores determinantes del rendimiento en esta modalidad son: mayor potencia y capacidad aeróbica láctica (determinante en los momentos decisivos de la prueba), economía de carrera (donde la frecuencia y longitud de zancada óptima es determinante para el resultado final), y finalmente, poseer y desarrollar un elevado $Vo_{2Máx}$.

Categorías (Sub-23)

Según el escalafón de la Federación Colombiana de Triatlón 2023, se clasifica en una rama femenina (F) y masculina (M). Luego, en las categorías menores y juveniles se diferencian los escalafonados en grupo A o grupo B. Las siguientes categorías, se establecen por intervalos de cuatro años entre los atletas.

Tabla 1

Categorías del triatlón federado en Colombia

Rama femenina	Rama masculina
Menores A	Menores A
Menores B	Menores B

Juveniles A	Juveniles A
Juveniles B	Juveniles B
20-24	20-24
25-29	25-29
30-34	30-34
35-39	35-39
40-44	40-44
45-49	45-49
50-54	50-54
55-59	55-59
60-64	60-64
	65-69

Nota. Adaptado de Escalafón Categorías 2023, por Federación Colombiana de Triatlón, 2023

([Escalafón Categorías 2023 – Federación Colombiana de Triatlón \(fedecoltri.com\)](https://fedecoltri.com)) De dominio público.

Con los dos apartados anteriormente definidos; este proyecto se enmarcará en la intervención con los grupos etarios (Juvenil A y 20-24) de las distancias sprint y supersprint de la Liga de Triatlón de Bogotá, ya que como se ha explicado, estas distancias tienen una preponderancia fisiológica a la potencia, tanto anaeróbica como aeróbica, siendo así una oportunidad conveniente para caracterizarlos junto a su perfil antropométrico.

¿Qué Significa Realizar un Triatlón?

El triatlón, se puede afirmar que es un deporte de resistencia, donde predomina el estímulo sobre el umbral aeróbico o VT1. Hay que recalcar la preponderancia de una u otra vía para la obtención de energía, el tipo de fibras predominantes y los limitantes fisiológicos que puede tener un triatleta para cada distancia. Se determina que el principal éxito en el triatlón es sostener un elevado gasto energético durante periodos largos de tiempo; el entrenamiento, induce adaptaciones fisiológicas a nivel metabólico para que los sistemas del atleta puedan soportar estos estímulos.

Un estudio realizado por Millet et al., (2003) señala, como los atletas británicos de élite en las distancias de larga y corta distancia de triatlón, no tuvieron diferencias en las

características fisiológicas máximas o submáximas (es decir, máximo consumo de oxígeno, economía o umbrales) medidas en ciclismo y carrera, a excepción de la velocidad de nado, que fue más rápida en los triatletas de corta distancia.

O'Toole y Douglas (1995) agregan que, “Las consideraciones fisiológicas para el entrenamiento del triatlón son similares a aquellos atletas con gran rendimiento en deportes individuales de resistencia” (p. 252). Además, señalan que los triatletas tienen niveles medios de Vo₂max, relativamente altos comparados con atletas de deportes individuales de resistencia, debido a que es importante mantener la generación de energía a niveles extremadamente altos por tiempos muy prolongados.

Ahora bien, estos datos traducidos a la prueba de los relevos mixtos celebrado en los JJOO de Tokio 2021, con una distancia casi supersprint (300 m nado, 6,8 km de recorrido en bicicleta y 2km de carrera), donde cada atleta completaba dicha distancia y daba paso a su compañero, con un total de tres relevos y cuatro participantes por nación. Dejan tiempos de 1h 23min del mejor equipo (Reino Unido) y 1h 28min del peor registro (México). Lo que permite saber que el promedio de ejecución de la prueba por atleta fue alrededor de 20 a 22 minutos; traducido a la respuesta fisiológica deja como resultado, una transición del VT1 (Ventilatory Treshold 1) al VT2 (Ventilatory Treshold 2) durante la mayor parte de esta. Establece por demás, la transición del metabolismo aeróbico (fosforilación oxidativa) al metabolismo anaeróbico (glucólisis anaerobia). Los valores de lactato en sangre pasan de 2mmol/l a 4mmol/l, además del paso de fibras tipo IIa a tipo IIb, y una percepción del esfuerzo con valores de 12 a 13 en la escala de Borg, hasta llegar de 15 a 16. (Apta Vital Sport, s.f.)

Entrenamiento del Triatlón

Los deportes de resistencia siempre han sido objeto de estudio de fisiólogos, biomecánicos, médicos y todos los encargados de las ciencias aplicadas al deporte; por su

gran entramado de tópicos para tener en cuenta y la complejidad de su estudio, el entrenador dirige todos los estímulos en el entrenamiento y toma la información necesaria de cada uno, en mejora de su plan. Varios autores hablan de los tipos de cargas que aquejan a los deportistas en un triatlón, aspectos relevantes para planificar y periodizar el entrenamiento de manera efectiva.

Para Cejuela, et al. (2007) los triatletas durante la competencia sufren una carga interna, que la distribuye en: frecuencia cardiaca, concentraciones de ácido láctico, consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico. La frecuencia cardiaca (FC) sigue un comportamiento ascendente progresivo con algunas consideraciones durante la disputa de un triatlón sprint; el desnivel positivo, y la activación o implicación de la masa muscular son aspectos para tener en cuenta en cuanto al gasto cardíaco. En la estructura del movimiento del nado, como lo menciona Millet y cols., (citados en Cejuela et al, 2007), por su posición horizontal, nulo desnivel y poca activación muscular (respecto a las otras dos fases de carrera) tiene menor gasto cardíaco. Ehrler, (1998) dice que la acción de montar en bicicleta, por tener mayor activación de grupos musculares (todo el tren inferior) tiene un incremento en el gasto cardíaco bastante importante, y por último el segmento final (carrera pedestre) por la implicación de casi todos los grupos musculares del cuerpo es donde se ve reflejado el mayor valor de FC.

Planificación y Periodización del Entrenamiento en el Triatlón. La planificación de este deporte es una de las tareas más complejas que existe para cualquier entrenador; para ello, con el fin de brindar información relevante en este campo, a continuación, se encontrarán algunos modelos que sugiere la literatura como parámetros o estructuras a seguir o tomar como punto de partida.

Modelos de Planificación. Para Fernández (2017) existen tres modelos de planificación o “sistemas de entrenamiento” Estos irán dependiendo del objetivo, el nivel y el

tiempo en el que se deba realizar la preparación, estos sistemas de entrenamiento son: el *aleatorio*, el *combinado* y la *periodización*.

El *entrenamiento aleatorio* se podría definir como el más básico de todos, lo suelen emplear deportistas que no tienen un plan, un objetivo o una meta clara, los cuales su único fin es el recreativo.

Por otro lado, El *entrenamiento combinado* representa una mejora en cuanto a la planificación y la variedad del entrenamiento, pero suele hacerse pensando que la condición física debe progresar de forma lineal y, en consecuencia, se va endureciendo cada vez más el entrenamiento, lo que fácilmente conduce al aburrimiento y al sobreentrenamiento. (Fernández 2017, p. 414).

Por último, los soviéticos en 1940 descubrieron un sistema o modelo de entrenamiento, éste fue mejorado por los alemanes y gracias a Tudor Bompa en su libro *Teoría y metodología del entrenamiento* se potenció de tal manera, que es uno de los modelos más utilizados en los deportes de resistencia. Según Fernández (2017); Aldas y Gutiérrez (2015), la *periodización* se divide en tres periodos en el año, su distribución va a variar dependiendo del objetivo y el nivel del deportista progresando de lo general a lo específico, esta progresión se planifica mediante los fundamentos teóricos y metodológicos de la *periodización* enunciados por Matveev (1983) y que se conocen como *macrociclos*, *mesociclos* y *microciclos* adicionalmente, el número de competencias son las que permitirán el ritmo y estructuración de la *periodización*, de manera que se estructura el *macrociclo* y a su vez los *períodos*, *etapas*, *mesociclos* y *microciclos*, respectivamente (Aldas & Gutiérrez, 2015).

En el modelo, se hace un aumento progresivo de las cargas, que exige un aumento adecuado y secuencial de la carga y el trabajo en los periodos que integran el *macrociclo*, para seguir provocando nuevos logros y adaptaciones en el organismo, permitiendo variar el

logro y el incremento de intensidad, volumen o densidad (Vargas, 2007, p.178 citado en Aldas & Gutiérrez, 2015, p. 1).

Ya que los triatletas de élite de corta y larga distancia tienden a entrenar alrededor de 30 horas por semana, los programas de entrenamiento también podrían ser similares para ambas distancias.

Siguiendo el planteamiento anterior, donde a pesar de la distancia se podría entrenar de forma similar; O'Toole y Douglas (1995) dicen que el nivel de entrenamiento y las capacidades fisiológicas en el triatlón, pueden tener un mayor énfasis en cuanto a volumen e intensidad en el recorrido en bicicleta y la carrera, pero verse reducidas en la acción de nadar, para augurar el éxito del triatleta de larga distancia; lo cual, también podría ser aplicable en la modalidad de corta distancia.

Laursen, (2010) y Seiler (2010) recomiendan una distribución del entrenamiento de 80:20 porcentaje de entrenamiento completado por debajo y por encima del umbral ventilatorio 1 (VT1) respectivamente, y los volúmenes de los programas de entrenamiento semanales para triatletas de larga distancia principiantes de 12-14 h, bien entrenados de 10-11 h y élite <9,5 h que se preparan para un Ironman.

Haciendo una revisión en la literatura se pueden encontrar autores que si consideran necesario articular en sus entrenamientos las tres disciplinas; tal como lo establece Fernández (2017) donde el entrenamiento debe preparar en todos los sentidos al atleta; aplicando una metodología específica situado a 8 y 4 semanas antes de la prueba para la distancia Ironman; donde se realizan tres entrenamientos, es decir, uno por cada modalidad con un descanso de 90 minutos entre cada uno, simulando las condiciones de competición (ritmo, velocidad, intensidad, características de los tres segmentos, equipamiento, entre otros); de esta manera, para la acción de nadar se utiliza un volumen de 60-75 minutos, para el recorrido en bicicleta 5 horas y para la carrera 2 horas (p. 465).

Dichas metodologías adquirieron el nombre de "sesiones ladrillo" o en inglés "brick workouts" debido a la necesidad de los atletas de practicar las transiciones rápidas y suaves entre las distancias del triatlón. En una competición de triatlón, los atletas deben cambiar rápidamente de una estructura de movimiento a otra en las transiciones (de nadar a andar en bicicleta, y de andar en bicicleta a correr), y pueden afectar mucho el rendimiento del atleta. Las sesiones ladrillo se utilizan como una estrategia de entrenamiento para mejorar la habilidad de los atletas para realizar estas transiciones eficientemente y adaptarse a las demandas físicas y mentales de cambiar de una modalidad a otra en una competición.

La intensidad del entrenamiento es un factor determinante en el control de la carga del ejercicio, ya que permite controlar la potencia y la especificidad del estímulo sobre el organismo. Asimismo, la intensidad se puede medir de diversas maneras, como la frecuencia cardíaca, la velocidad de ejecución, el porcentaje de repetición máxima, entre otros (Bompa y Haff, 2009).

Según Friel (2018), en "The Triathlete's Training Bible", aplica la periodización en el entrenamiento de triatlón al dividir el año en tres fases principales: preparatoria, específica y competitiva. Cada fase tiene un enfoque diferente en términos de entrenamiento y objetivos, lo que permite al triatleta progresar gradualmente y mejorar su rendimiento a lo largo del tiempo. La fase preparatoria se enfoca en desarrollar la fuerza base y la resistencia, la fase específica se centra en la mejora de la habilidad técnica y la capacidad de rendimiento, y la fase competitiva se centra en la optimización del rendimiento para las carreras específicas.

La intensidad de entrenamiento debe ser ajustada para cada triatleta individualmente, y se basa en la frecuencia cardíaca, la potencia, la velocidad y otros factores de rendimiento. En cuanto a los valores específicos de volumen, estos varían según el nivel de habilidad del triatleta, sus objetivos y la fase de entrenamiento en la que se encuentre. El objetivo es aumentar la capacidad aeróbica y muscular del triatleta para poder competir eficazmente en

cada modalidad del triatlón. Se sugiere que los atletas principiantes comiencen con alrededor de 5-8 horas de entrenamiento por semana y aumenten gradualmente hasta 12-18 horas a medida que progresan. Los atletas más avanzados pueden entrenar hasta 20 horas o más por semana durante la fase competitiva. En general, el volumen de entrenamiento se incrementa gradualmente y se equilibra con la intensidad y el estímulo de entrenamiento (agentes estresantes) para evitar lesiones y sobreentrenamiento.

Al realizar planes de entrenamiento que incluyen una combinación de entrenamiento de alta intensidad y de baja intensidad, así como entrenamiento de resistencia y fuerza, la carga de entrenamiento debe aumentar progresivamente durante la fase preparatoria, específica y competitiva, a medida que el cuerpo se adapta y se fortalece (Friel, 2018).

El objetivo de la carga de entrenamiento es encontrar el equilibrio adecuado entre el estímulo y la recuperación para que el cuerpo pueda adaptarse y mejorar sin sufrir lesiones o sobreentrenamiento. Friel (2018) sugiere que los triatletas monitoreen su carga de entrenamiento semanalmente y ajusten su plan de entrenamiento según sea necesario para mantener el equilibrio adecuado.

Es importante destacar que estas proporciones son solo recomendaciones generales y deben ajustarse a las necesidades y objetivos individuales de cada triatleta, además, la periodización del entrenamiento no es una ciencia exacta y que los planes de entrenamiento deben ajustarse, según sea necesario, a medida que se avanza a través de cada fase de la periodización y considerando el principio básico del entrenamiento de la individualidad (Friel, 2018).

Entrenamiento de la Resistencia Para el Triatlón. Los métodos utilizados para el entrenamiento de resistencia pueden ser *continuados* y *fraccionados*. Ehrler (1998, p. 39) menciona en primera medida los métodos continuados, de los cuales subyacen tres métodos; *método continuado*, el cual se caracteriza por mantener una velocidad de ejecución

inalterable y que no supere la media hora de realización, teniendo en cuenta dicho valor para la carrera. Por otro lado, el *método fraccionado*, donde si varía la velocidad de ejecución; y, por último, el *método fartlek*, que el autor lo considera un “juego con la velocidad” ya que se pueden utilizar variaciones de terreno y de velocidades de ejecución.

Para el ciclismo y la carrera en el entrenamiento de la resistencia, aproximadamente un 80% utilizan métodos continuados. No obstante, para la natación los métodos a utilizar son otros, como lo son los métodos interválicos, los cuales, a diferencia de los mencionados anteriormente, alternan las fases de esfuerzo y recuperación, el autor sugiere que el esfuerzo vuelva a retomar cuando la frecuencia cardíaca ha alcanzado unos valores de 120 a 130 pulsaciones por minuto (Ehrlert, 1998).

Consumo Máximo de Oxígeno. Para todo proceso de entrenamiento se deben considerar muchos factores, como el conocimiento de ciertas capacidades, su funcionamiento y su respectiva evaluación, por lo que el consumo máximo de oxígeno es uno de esos parámetros indispensables a definir y a tener presente (más aún si hablamos de deportes de resistencia). Según Thoden S. (1995, citado en Farinola, 2009) el consumo máximo de oxígeno es la máxima cantidad de oxígeno que un organismo estimulado puede extraer de la atmósfera y transportar hasta el tejido para allí utilizarlo, esto va en concordancia a lo que estipula Warren, (2003), quien define el consumo máximo de oxígeno como el límite máximo de la habilidad de una persona para generar energía a través de las vías oxidativas; según él, el VO₂ máx. mide cuán apto se encuentra un sistema cardiovascular. Entre tanto se encuentran otras definiciones que, a pesar de sonar diferentes, tienen extrema similitud sobre lo que quieren explicar con la definición de Vo₂ máx., ejemplificando esto, Farinola (2009) indica que el Vo₂ máx., señala la capacidad de una persona para sintetizar ATP de forma aeróbica, explican también que el ejercicio por encima de este condicionante sólo puede tener lugar gracias a la transferencia energética de tipo anaeróbico con formación de lactato, lo que

ocasiona un deterioro rápido del rendimiento y llevaría a la imposibilidad de la persona de continuar con esa intensidad de ejercicio.

Ya que el oxígeno se utiliza como “combustible” en todas las reacciones químicas que suceden en la célula las cuales permiten la transformación de la energía química procedente principalmente de los carbohidratos, lípidos y proteínas, se hace necesario explicar su proceso y los factores determinantes del mismo. Para López Chicharro, (2010), el oxígeno que consume un sujeto en situación fisiológica de reposo se conoce o se denomina como “consumo basal” y su cálculo corresponde al MET, es un indicador metabólico que expresa el gasto energético mínimo que necesita un ser vivo para mantener sus constantes vitales. Un MET equivale aproximadamente, y por convención, a un consumo de oxígeno de 3,5 ml/kg/min, así pues, se podría ejemplificar que una intensidad de ejercicio de 3 METs equivale al ritmo metabólico del triple del de reposo (más o menos 9,5 ml/kg/min).

Existen muchos factores determinantes para explicar el proceso por el cual el oxígeno pasa del medio ambiente al torrente sanguíneo, luego a las células, a las mitocondrias, para finalmente (mediante múltiples y complejas reacciones químicas), transformar el ATP en energía química propiamente dicha y esta a su vez en energía mecánica. Fick mediante sus estudios encontró que el oxígeno consumido por los tejidos periféricos debe ser igual al producto del flujo sanguíneo (gasto cardíaco) y el cambio de concentración de oxígeno entre el sistema arterial y venoso, lo que es igual a la relación entre consumo y distribución de ese oxígeno, la ecuación de Fick indica que: $V_{O_2} = Q \times D(a-v) O_2$, donde Q es el gasto cardíaco y D (a-v) O₂ la diferencia arteriovenosa de oxígeno, es decir, la diferencia existente entre el contenido arterial y el contenido venoso de oxígeno.

Según López Chicharro (2010) el gasto cardíaco indica fundamentalmente la función cardíaca del individuo, mientras que el segundo factor tiene en cuenta múltiples funciones fisiológicas, el contenido arterial de oxígeno depende principalmente de la disposición

atmosférica de oxígeno (o lo que es igual) a la predisposición ambiental en la que el ser vivo se encuentre al momento de consumir dicho oxígeno, otras variables de las que depende el contenido arterial es la saturación de oxígeno en la membrana alveolocapilar que permite su paso al flujo sanguíneo, esto lo expresa Chicharro como (factores ambientales y pulmonares), además de esto también se tiene en cuenta la concentración de hemoglobina en sangre (para el transporte de ese oxígeno). Por otro lado, el contenido de oxígeno en sangre venosa es la relación de los parámetros en función de transporte, redistribución, vascularización tisular y función mitocondrial.

Siguiendo las ideas anteriores se puede especificar que tanto el gasto cardíaco, como el contenido arterial y venoso, su eficiencia y su aumento, dependerán de la capacidad y la entrenabilidad a la que el ser vivo (en este caso una persona) es capaz de poseer, ya sea por cuestiones genéticas o inclusive atmosféricas como bien se explicó más arriba. El gasto cardíaco tiene unos valores en reposo de unos cinco litros por minuto aproximadamente y esto según López Chicharro (2010) puede multiplicarse desde tres hasta seis veces durante un ejercicio máximo (dependiendo nuevamente del grado de entrenamiento de la persona), es importante destacar que el entrenamiento continuo puede beneficiar en el aumento de esta capacidad de gasto cardíaco, ya que uno de los factores que se tienen en cuenta es la masa o la capacidad del ventrículo izquierdo, ya que tiene una correlación sumamente elevada con el consumo máximo de oxígeno, a esto se le conoce como ley Frank-Starling, que expresa la estrecha relación positiva entre la precarga y el llenado sistólico, de tal modo que, cuanto más sea la precarga ventricular o lo que es igual al grado de estiramiento de las fibras miocárdicas, mayor será el volumen de expulsión sistólica. Dicha capacidad de llenado ventricular tendrá aportes significantes en cuanto a la frecuencia cardíaca en reposo, el gasto cardíaco, la reserva cardíaca y por su puesto en el aumento de la capacidad de consumo

máximo de oxígeno, y tiene una gran capacidad para ser entrenado y mejorado mediante métodos y procesos específicos para tal fin.

Luego del gasto cardíaco se debe tener en cuenta las variables que influyen o condicionan el transporte de la sangre a través de las arterias antes de llegar a su destino final (la mitocondria), la sangre arterial para López Chicharro (2010) influye la presión parcial de O₂ que está en relación con la altitud y su transporte se verá limitado por la concentración de hemoglobina en sangre, la presencia de carboxihemoglobina y la volemia, por otro lado en la sangre venosa el factor determinante para López Chicharro (2010) es la extracción de oxígeno por los tejidos, la calidad de la hemoglobina, el pH y la temperatura. Esto condicionará la curva de disociación de la hemoglobina, lo que permitirá la pérdida de afinidad de esta por el oxígeno para favorecer la difusión al tejido: conforme la persona siga un régimen de entrenamiento específico para aumentar esta capacidad se verán adaptaciones no sólo de tipo biofísico y químico, sino también de tipo estructural (hablando ya del tejido muscular y las adaptaciones que este tiene al ejercicio de resistencia).

Aunado a todo lo anterior y habiendo especificado ya cómo es la vía de utilización del oxígeno, es importante aclarar el comportamiento del Vo₂ máx., respecto al ejercicio y el entrenamiento, es importante mencionar que todo tipo de función del cuerpo humano requiere de energía, por lo tanto, requiere oxígeno, desde la propia acción de respirar o de la digestión (necesitando la contracción de los músculos torácicos, abdominales, pulmonares, etc.), hasta acciones más complejas como correr o montar en bicicleta (siendo estos los que mayor trabajo muscular van a necesitar y por ende los que mayor demanda de oxígeno van a generar. Tal como indica el señor López Chicharro (2010) según se va aumentando la intensidad y la duración del ejercicio, mayor será el aumento del Vo₂, esto indica una relación lineal con la propia intensidad, esta relación mantiene su linealidad durante los ejercicios de tipo submáximos, pero se pierde si la persona supera el límite de su propio

consumo de oxígeno o su Vo_2 máx., cuando esto ocurre se producirá una “meseta” (si se está expresando gráficamente), donde el Vo_2 no va a aumentar más a pesar de que la intensidad si lo siga haciendo. En cuanto a esto López Chicharro (2010) explica que el Vo_2 depende de muchos factores como lo son, la obesidad, patología o condiciones atmosféricas y de presión hipobárica, pero que se puede adjudicar a cada intensidad un trabajo determinado Vo_2 .

Teniendo esto como referencia es importante aclarar que este Vo_2 máx., se expresa en una respectiva unidad de medida la cual va a explicar cuanta cantidad de oxígeno es capaz de consumir una persona por unidad de tiempo en una actividad con aumento de intensidad progresiva, siendo esto realizado con un grupo o unos grupos musculares importantes y hasta el agotamiento, (a esto también se le conoce como Potencia Aeróbica Máxima (Farinola, 2009). Esa unidad de medida será en litros de oxígeno por minuto o mililitros de oxígeno por kg de peso corporal por minuto (ml/kg/min), siendo esta una de las más utilizadas.

Para la evaluación de este consumo de oxígeno se puede utilizar varios programas y testeos específicos, pero se debe tener en cuenta que según (MacFougall y Wenger 1995, citados en Farinola 2009), deben cumplir con ciertos requisitos, entre ellos:

- Las variables evaluadas son importantes en ese deporte o disciplina
- Las pruebas seleccionadas son válidas y fiables
- Los protocolos de las pruebas son específicos al deporte
- La prueba debe ser administrada con absoluta rigidez

Siguiendo esta idea para medir el Vo_2 máx. es importante saber que existen métodos directos en laboratorio y métodos indirectos de campo. En los métodos de forma directa en el laboratorio encontraremos la prueba de esfuerzo incremental, la cual como su nombre lo dice, involucra el aumento progresivo de la intensidad del ejercicio hasta llegar al agotamiento máximo, este tipo de pruebas se suelen realizar en banda (corriendo) o sobre un cicloergómetro y tiene una eficacia y confiabilidad realmente grande, ya que ofrece no sólo

valores de consumo máximo de oxígeno (Vo_2 máx.), sino también información específica acerca del metabolismo de carbohidratos, metabolismo lípidos, zonas de frecuencia cardíaca, coeficientes respiratorios y su correlación, zonas de umbrales de lactato y (en algunos casos), zonas de umbrales de potencia o economía de carrera.

Debido a la dificultad que presenta la realización de este tipo de tests, entrenadores y preparadores utilizan tests de campo predictivos de Vo_2 máx., gracias a su fácil aplicación y bajo costo, además de que se puede medir muchos deportistas al mismo tiempo, el pionero en esto según García, et al. (2013), fue Balke en 1954, quien en la década del 50 y 60, realizó ensayos en la cinta de correr, esto con tiempos de 1.5, 12, 20 y 30 minutos, a raíz de estos ensayos desarrolló el test de 15 minutos, este se caracteriza por ser un test continuo y máximo hasta la fatiga. Posterior a su publicación, muchos tests fueron desarrollados. Entre ellos el test de la milla, el test de los doce minutos, test de los 100 metros, entre otros. Leger y Bouchard en 1980 fueron los primeros en desarrollar un test audible, con etapas y siendo de tipo incremental, este test se denominó “Universite Montreal Track Test” y es considerado como uno de los mejores tests predictivos del Vo_2 , debido a su bajo error estándar de estimación y su alta correlación con el Vo_2 máx.; luego de esto, en 1982 Leger y Lambert (pensando en un test de tipo audible que fuera utilizado en espacios reducidos) crearon el “Test Course Navette” este mismo fue el primer test en ser aplicable a niños desde los ocho años de edad, siendo por lo tanto, un método perfecto para realizar estudios de tipo longitudinal.

Tal como se logró evidenciar, hay una gran variedad de tests con características y finalidades similares. En el estudio realizado por García, et al., (2013) se evidencia que no existen diferencias significativas entre algunos tipos de tests de campo como el test de Course Navette y el VAM-EVAL, las diferencias radicaban en tiempos, velocidades y distancias, pero según ellos, fueron realmente muy mínimas. Por consiguiente a esto, es importante destacar que el valor absoluto que degrada de un test de campo de tipo indirecto puede ser muy

acercado al real en cuanto a Vo_2 máx., pero que este tipo de pruebas no ofrece más valores descriptivos de tipo fisiológico como sí lo puede dar un test de tipo directo con ergoespirometría, por ende se expresa la motivación a la utilización de este segundo tipo de tests para la evaluación y creación de una caracterización fisiológica de todo tipo de índole, esto dará resultados más exactos y fehacientes.

Ergoespirometría. La prueba de consumo máximo de oxígeno, prueba incremental o ergoespirometría, es una prueba no invasiva y de evaluación cardiopulmonar; la cual, mediante una máscara acoplada a nariz y boca, analiza todo el aire consumido por el deportista o paciente, de manera que con la utilización de un analizador de gases se pueda hallar una estrecha relación del O_2 consumido y el Co_2 expulsado. Según Berenguel (2021), en la ergoespirometría se miden parámetros que pueden ser monitoreados en tiempo real, lo que permite llevar un seguimiento instantáneo del sistema cardiovascular y respiratorio, del metabolismo energético, entre otros.

Tal como explica Berenguel (2021), la ergoespirometría al medir el intercambio gaseoso, necesita asegurar ciertas condiciones del espacio en el que se realizará, condiciones como: temperatura, humedad, presión barométrica y por supuesto la altitud. La prueba en mayor medida se suele realizar en un cicloergómetro o en una banda para correr, de este modo los protocolos irán variando en dependencia de ciertos factores, como la edad, la experiencia y el nivel del deportista o paciente a evaluar; sin embargo, habitualmente se utiliza los protocolos incrementales en rampa, con etapas de aumento del esfuerzo las cuales estarán divididas en segundos, hasta minutos (esto dependerá de la persona a evaluar). Es necesario establecer la prueba para un total de 8-12 minutos, esto garantizará (según Berenguel 2021), que los procesos metabólicos y energéticos se vayan produciendo en una correcta transición de las zonas (desde la aeróbica, hasta la anaeróbica), esto garantizará una

curvatura morfológica idónea para que el proceso de análisis e interpretación de los datos se realicen de manera más eficaz.

Una de las variables más importantes que vamos a encontrar en la ergoespirometría son las de los famosos umbrales ventilatorios, que también pueden ser llamados: zonas energéticas. Estos umbrales serán representados mediante ciertas gráficas, las cuales darán explicación de qué vía energética tiene más preponderancia en cada etapa de la prueba de esfuerzo. Berenguel (2021) explica que durante el ejercicio todas las vías energéticas están presentes, sin embargo, según la intensidad y la duración del mismo, se hallará en preponderancia una u otra, estas vías energéticas o umbrales respiratorios se verán divididos en umbral aeróbico, umbral anaeróbico y zona mixta o de transición.

En la primera fase de la ergoespirometría (por su naturaleza) suele ser netamente aeróbica, donde va a predominar el consumo u oxidación de ácidos grasos (oxFAT), la máxima capacidad de oxFAT tiene su cúspide en el momento antes de entrar a la fase o zona mixta, donde la energía necesaria para mantener el esfuerzo no sólo es proporcionada por los ácidos grasos, sino también se obtiene una ayuda de parte de la glucosa o glucógeno almacenado en músculos e hígado (Berenguel, 2021). Posterior a esto y debido a el constante aumento de la intensidad (ya se mide en vatios o en velocidad) el cuerpo empieza a utilizar en preponderancia la glucosa en sangre, tanto de manera aeróbica como anaeróbica (siendo en mayor medida anaeróbica), esto ocasiona que se empiece a crear una sustancia llamada ácido láctico, esta sustancia empezará a acidificar el medio y por lo tanto a saturar de sobremedida las mitocondrias, lo que ocasionará el mecanismo de compensación respiratoria de la acidosis mediante una hiperventilación; el resultado de esto será:

1. Hiperventilación
2. EPOC
3. Hipoxia

En este punto el sujeto se encontrará en pleno en el segundo umbral intentando (entre otras palabras) mantener la intensidad utilizando la regulación del intercambio de gases, momento conocido como punto de compensación respiratoria.

Para que una prueba de esfuerzo o ergoespirometría sea válida y se pueda hacer una correcta interpretación de los datos, se debe tener en cuenta ciertos factores importantes. Farinola (2009) y Berenguel (2021) exponen en sus artículos que para que se logre declarar que el VO₂ máx., se ha alcanzado, se debe observar una meseta, es el punto en el que a pesar del aumento de la intensidad y el tiempo, este factor de consumo de oxígeno se detiene y continúa con el mismo valor, hacen énfasis en que es un punto complicado de alcanzar, generalmente sólo alcanzado por deportistas, explican que si no se llega a este punto de meseta de Vo₂máx, se debe considerar el VO₂ pico, (el Vo₂ iba en ascenso cuando la prueba fue detenida), así pues ellos nos dan la definición de que VO₂ pico es la máxima cantidad de oxígeno extraído de una prueba determinada, mientras que el VO₂ máx., es la máxima cantidad de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo. Así mismo Berenguel (2021) expresa que la clave o meta en la prueba es siempre llegar a meseta y menciona que el hecho de no llegar a ella expresaría el nivel de entrenabilidad del sujeto evaluado, probablemente alguna patología y por supuesto, la dependencia de un componente genético que ayude a la imposibilidad de alcanzar dicha meseta.

Para finalizar Farinola (2009), expone otros factores para tener en cuenta para que la ergoespirometría sea aceptada, se propone que la prueba debe cumplir con al menos tres de los siguientes criterios (Pérez Ruiz, M. 2006, citado en Marin, 2009):

- Aumento de VO₂ entre una fase y la otra menor a 150 ml*min
- Los niveles de Lactato en sangre deben estar asociados a un estado de esfuerzo aeróbico submáximo o máximo (superior a 8mmol/L)

- El coeficiente respiratorio VO₂ y CO₂ debe ser mayor a 1,15
- El sujeto debe alcanzar la frecuencia cardíaca máxima teórica (calculada comúnmente con la fórmula 220 - edad o usando la formula Tanaka 208-(0.7*edad))

Aunado a lo anterior es importante mencionar los procesos que se deben llevar a cabo para la correcta interpretación de los valores arrojados luego de una prueba de esfuerzo.

Debido a la cantidad de datos numéricos que expresan los umbrales aeróbico y anaeróbico, frecuencias cardíacas, oxidación de ácidos grasos, frecuencia cardíaca, pulso de oxígeno, entre otros arrojados tras la prueba; es crucial la expresión de estos mediante ciertas gráficas, si no, la interpretación sería muy lenta y engorrosa. Berenguel (2021) explica el método universalmente extendido, denominado “Las nueve gráficas de Wasserman”, este método expresa los datos de manera sencilla y de fácil lectura, que al igual que un electrocardiograma, una persona que esté estudiada para hacer el análisis, en cuestión de segundos lo tendrá listo.

Berenguel (2021) enseña que las gráficas se enumeran tanto vertical como horizontalmente, están divididas en eje X y eje Y, donde el eje X (usualmente) es el indicativo de la carga y el tiempo que fue impuesta (expresada en vatios, en velocidad y demás), y el eje Y que expresa la gráfica de uno o más factores en la misma gráfica, estas pueden estar divididas entre gráficas del sistema cardiovascular, capacidad funcional, intercambio gaseoso, umbrales ventilatorios, metabolismos energéticos, etc. De la misma manera en la que se debe prestar atención en la curva cinética de ascenso del Vo₂, también es de importancia fijarse en la cinética de recuperación, en la que (según la teoría) debe retornar rápidamente a valores basales, si se llega a producir un retraso o demora en la recuperación, se podría indicar que el sujeto se encuentra en una deuda de oxígeno muy grande, esto significaría que el sistema tiene una muy baja condición física, umbrales aeróbicos extremadamente bajos o por otro lado ser la significancia de alguna patología.

Berenguel destaca que antes de cada prueba se debe calcular el valor de VO₂ máx., previsto para cada persona, en función al deporte practicado, en su mayoría las fórmulas predichas están calculadas sobre el cicloergómetro, destaca que para una prueba sobre banda se debe calcular sobre el 10% de incremento, para garantizar el resultado concreto ya que se necesita de mayor utilización de grupos musculares, por ende, mayor consumo de oxígeno.

Como se pudo observar, la ergoespirometría es una prueba de cálculo directa la cual mide multitud de factores y variables importantes para la caracterización y evaluación de un determinado deportista o paciente, esto brindará importantes herramientas y puntos de partida para procesos de entrenamiento o procesos de recuperación cardiovascular. Esta prueba es la predilecta a la hora de diseñar, planificar y darle seguimiento a un proceso de entrenamiento, gracias a que posibilita tener el cálculo preciso en umbrales ventilatorios, un profesional del deporte puede realizar el cálculo de zonas de entrenamiento, lo que aunado a la precisión del método, propenderá a que el proceso de entrenamiento sea más eficaz e inclusive pueda reducir riesgos de lesiones o patologías inducidas por el entrenamiento de algunas disciplinas en específico.

Entrenamiento de la Fuerza Para el Triatlón. En vista de los condicionantes del rendimiento mencionados, se hace una revisión bibliográfica donde se encuentran posturas en las que diferentes autores analizan la introducción del entrenamiento de fuerza en deportistas cuya predominancia de su deporte es la resistencia. Iniciando con Tanaka, Costill, Thomas, Fink, y Widrick, (1993) quienes, mencionan que el entrenamiento con sobrecarga reduce la densidad mitocondrial, afectando marginalmente a la densidad capilar, y las reservas de sustratos intramusculares; por lo anterior, dichos autores no encontraron una correlación viable de la efectividad del entrenamiento de fuerza para la mejora del rendimiento en deportes de resistencia. Esto “indicaría” que el entrenamiento de fuerza y el de resistencia tienen propósitos diferentes.

Por otra parte, revisando la literatura se puede apreciar que a pesar de que el triatlón es un deporte en el que predomina la resistencia, no es un factor para excluir el componente de la fuerza en la preparación de los deportistas; es así que González Badillo y Serna (2002), Aagaard y Andersen (2010); Chicharro (2010); entre otros autores, han enfatizado que todas las especialidades deportivas reflejan manifestaciones de fuerza y resistencia que interactúan constantemente, por lo tanto, es necesario de un desarrollo base de la fuerza para alcanzar buenos niveles de rendimiento, por esto, es poco probable que se produzcan efectos negativos de interferencia si la manera de entrenarla es adecuada y por el contrario, puede existir una contribución significativa al incluirla en el entrenamiento.

La fuerza-resistencia se define como la capacidad de un organismo para aguantar (por periodos prolongados) la fatiga, y continuar realizando un nivel de fuerza constante durante este tiempo. Sí se toma desde este punto, la fuerza-resistencia lleva una connotación sumamente especial para los deportes de resistencia (en este caso el triatlón) tal como lo afirma Torres (2000) “(...) esta importancia incrementa en el caso del triatlón, donde la existencia de tres disciplinas que se suceden a través de trepidantes transiciones realza su valor” (p. 141).

Aunado a esto, se aclara que la fuerza-resistencia requiere variables importantes como la difusión, el intercambio y la evacuación de sustratos, como oxígeno y residuos del proceso metabólico, lo que hace reflexionar sobre la metodología específica a realizar para entrenar esa capacidad. En cuanto a esto, Weineck (2019) dice que “los correlatos orgánicos que sirven de base a la fuerza y la resistencia no se pueden desarrollar de forma máxima y simultánea. La expresión coloquial “no puede correr de pura fuerza” indica que el objetivo de alcanzar un alto grado de las capacidades físicas sólo se puede lograr de una manera. Por lo tanto, la fuerza-resistencia es importante en la preparación de deportistas en este caso triatletas, y su entrenamiento dará cabida a mejoras metabólicas y contráctiles.

Algunos estudios respaldan la implementación del entrenamiento de fuerza en deportes de resistencia. Cragnulini (2015) menciona al Dr. Robert Hickson como uno de los primeros interesados en estudiar el uso del entrenamiento de la fuerza junto con el de resistencia. Es por ello que Hickson en 1990 desarrolló en 9 sujetos desentrenados el entrenamiento de sobrecarga (5 días/semana, durante 10 semanas realizando 5 series de 5 repeticiones máximas en sentadillas, prensa de piernas y elevaciones de talones) después de las 10 semanas evidenció la mejora significativa del rendimiento en resistencia durante el ejercicio en ciclismo (47%) como en cinta ergométrica (12%) sin observar cambios en el VO₂max, los autores sugirieron que las mejoras en el rendimiento estuvieron relacionadas al incremento en los niveles de fuerza y potencia muscular.

Por otro lado, Aagaard y col. (2010) llevaron a cabo un estudio con ciclistas juveniles (19 años) de la selección danesa. Siete de ellos entrenaron solo en la bicicleta, y otros siete sumaron dos/tres sesiones de entrenamiento de la fuerza. Después de 4 sesiones de adaptación, durante las siguientes 14 semanas se realizaron por cada ejercicio de 3-5 series de entre 5-6 repeticiones estableciendo una evaluación previa al inicio del protocolo y otra posterior a este. Por su parte Rønnestad y col. (2010) llegaron a la conclusión de que incorporar entrenamientos con sobrecarga al entrenamiento de la resistencia dos veces por semana aumentó el área de sección transversal del muslo y la fuerza de piernas en ciclistas altamente entrenados sin comprometer el desarrollo de VO₂max. Específicamente se encontraron mejoras en el test de Wingate y en los valores de producción de potencia máxima, mientras que en el grupo que solo realizó sesiones de ciclismo el único aumento aparente se encontró sobre el VO₂max.

Las revisiones de los estudios anteriores resaltan que el entrenamiento de fuerza en deportes de resistencia no interferirá en las adaptaciones a nivel cardiopulmonar, esto contribuirá a mejorar la economía de carrera, la capacidad aeróbica y anaeróbica. Siendo, una

característica fundamental del deporte, la relación fuerza-velocidad, para mantener altos niveles de producción de fuerza, a velocidades muy altas, mantenidos en el tiempo. Sobre todo, resulta crucial este factor de rendimiento en las distancias sprint y supersprint.

Fuerza-Velocidad (Potencia). Para Bompa (2004) la potencia ocurre cuando en una contracción estiramiento-acortamiento el músculo extensor presenta mayor rigidez y amplía la tensión en el tendón, esto ocasionaría una fase excéntrica con mayor economía y eficacia. A su vez, durante el estiramiento de un músculo, las actividades reflejas y el flujo neural genera una mejor activación durante la fase contráctil, esto aumenta la tensión en el tendón lo cual genera un potente impulso.

El sistema neuromuscular juega un papel importante en el desarrollo de la potencia, debido a su adaptabilidad de los determinados estímulos en el entrenamiento, con base en lo anterior, Bompa (2004) dice que la adaptación del sistema nervioso al estímulo es un hecho científico olvidado por gran parte de los programas de entrenamiento, pero que, de igual forma, este sistema es sensible y reacciona a la adaptación de un estímulo contráctil de tipo lento o rápido. El entrenamiento de alta intensidad, de manera similar como lo hace el entrenamiento de fuerza, deriva la movilización rápida de actividades inervadoras más importantes, esto con el fin de realizar el mayor acopio de la mayoría de las unidades motoras a sus correspondientes fibras musculares Bompa (2004).

Siguiendo con esta idea, en el deporte de alto rendimiento, la potencia genera un punto de quiebre entre ganar y perder, los gestos deportivos, en su gran mayoría, se ven mediados por un buen desarrollo de la potencia muscular. El conocimiento de esta capacidad es cuanto menos, un factor importante a tener en cuenta, más aún en un deporte como el triatlón, donde la potencia se ve referenciada en casi todas sus estructuras de movimiento (sea de la categoría que sea), complementando esto, Friel (2018) afirma que la potencia se muestra como un sistema multifacético de fuerza, desplazamiento, velocidad y trabajo.

Para hablar de una buena planificación o un buen desarrollo de la fuerza y la potencia, hay que mencionar la importancia de la fuerza rápida como complemento de la potencia. Saber el principio básico de esta, es entender cómo se da la contracción y saber qué tipo de estímulo necesita la célula para manifestar ciertas adaptaciones. Según Weineck (2019) “la fuerza rápida tiene que ver con la capacidad del sistema neuromuscular para mover el cuerpo, partes del cuerpo (p. Ej., brazos, piernas) u objetos (p. Ej., balones, pesos, jabalinas, discos, etc.) con velocidad máxima” (p. 217).

Así mismo Weineck (2019), Bompa (2004) mencionan que los movimientos de fuerza rápida son regulados mediante el sistema nervioso central, los deportistas entrenados presentan un programa motor o temporal llamado “corto”, y los no tan entrenados “largo”, sin embargo, hace énfasis en que el entrenamiento puede mejorar estos programas temporales dentro de ciertos límites.

Weineck (2019) explica que “Los programas temporales cortos se caracterizan por un impulso directo y rápido sobre los músculos principales, El modelo de inervación se caracteriza por fases de preinervación marcadas, ascenso pronunciado de la actividad principal, concentración de la actividad en la primera mitad de la fase de trabajo y buena “coactivación” (colaboración) entre los músculos principales” (p.217). Teniendo en cuenta lo anterior, cabe recalcar la importancia del tipo de fibras musculares con las que el individuo esté predispuesto genéticamente, ya que esto marcará una clara diferencia en cuanto al desarrollo de una capacidad como la fuerza rápida y la propia potencia, siguiendo esta idea, Weineck (2019) explica que múltiples estudios bioquímicos estipulan que las fibras de tipo IIb presentan el tiempo de contracción más rápido de las fibras musculares de contracción rápida, recalca que éstas están compuestas por las fibras de tipo II, subdivididas en (fibras IIc, IIa y IIb); y se pueden entrenar, en este caso las fibras IIb, de manera específica mediante un programa de entrenamiento selectivo para dicho propósito.

En cuanto a esto, se puede llegar a la conclusión de que la fuerza rápida y la potencia están relacionadas tanto desde el componente del sistema neuromotor como desde las propias fibras encargadas de la contracción, sin embargo, es importante aclarar que la fuerza rápida y la fuerza potencia no son lo mismo, Weineck (2019) aclara que esta fuerza rápida depende de una fuerza inicial y una fuerza explosiva, pero se habla de periodos extremadamente cortos y veloces de contracción muscular (por ejemplo un puño en boxeo o movimientos específicos como en el esgrima), el aumento de la velocidad y el tiempo de contracción se ven mediados por el proceso de contracción, los elementos contráctiles y por supuesto al proceso de contracción muscular; la sincronía de los puentes cruzados, y el aumento de la sección transversa del musculo producida por el entrenamiento (debido a la acumulación de proteínas contráctiles, sobre todo el proceso se refiere a las fibras de tipo IIb).

De este modo Friel (2018), Tortora y Derrickson (2012), Bompa (2004) y Chicharro (2010) están de acuerdo en que la contracción muscular se da por una combinación de reacciones químicas, en especial gracias a la hidrólisis, que es la rotura de enlaces, en este caso del adenosín trifosfato (ATP); esto desglosa, gracias a la glucolisis anaeróbica (piruvato), beta-oxidación de ácidos grasos (tejido adiposo o lípidos), o también a través de la respiración anaeróbica (ciclo de Krebs y cadena transportadora de electrones). Debido a que la potencia es trabajo por unidad de tiempo, los movimientos o actividades que tienen como componente primordial esta, suelen ser relativamente cortos (no superando los 9 seg) por lo tanto, la fuente primaria de energía para ellas suele ser las que están almacenadas dentro del músculo (glucógeno y grupos fosfatos). Por tanto, se sugiere utilizar el término “entrenar a la célula” para que esta mediante sus adaptaciones se vuelva más efectiva al momento de utilizar estas fuentes energéticas y por ende mejorar en el desarrollo de la fuerza que por consiguiente tendrá como desarrollo la potencia (si se entrena de manera específica). “Los procesos de generación de potencia externa parecen comenzar con la fuerza y la contracción

muscular, este acortamiento muscular puede dar como resultado un movimiento de nuestros miembros, el que se denomina trabajo interno y este, en relación con el tiempo, forma la llamada potencia interna.

En el sistema interno del músculo donde se dan las reacciones químicas antes mencionadas, se da el desplazamiento del mismo, Tortora y Derrickson (2012), Chicharro (2010) y Weineck (2019) explican que las traslaciones de los puentes de unión entre actina y miosina, los sarcómeros, las fibras musculares y finalmente el músculo en su totalidad, son las causantes del movimiento externo de una extremidad o un cuerpo en sí; de esta manera, y con todo lo anteriormente expuesto se puede afirmar que para conseguir la potencia se necesita de dos factores: fuerza y velocidad, basándonos en que la fuerza es producida por la contracción muscular y esta a su vez por su capacidad y composición estructural, se llega a la conclusión que entrenar las células musculares (fibras musculares) de una manera específica (teniendo en cuenta el ciclo estiramiento acortamiento) las hará más eficientes.

Para efectos de este estudio, se evaluará la potencia de los triatletas bogotanos de alto rendimiento sub-23 mediante la batería de Bosco-Vittori; esto, por limitaciones de la investigación. Sin embargo, se pretende hacer énfasis en el conocimiento, evaluación y entrenamiento de la fuerza rápida como elemento complementario de la potencia y un factor determinante del rendimiento en el triatlón.

Antropometría

El termino Antropometría tiene sus raíces en el griego anthropos (hombre) y metrikos (medida); es la disciplina científica encargada del estudio cuantitativo de las dimensiones humanas a partir de la toma de una serie de medidas que según Arellano (2009) están determinadas por la longitud de los huesos, músculos y de la forma de las articulaciones. La presencia en mayor o menor proporción de los componentes corporales del cuerpo humano está íntimamente relacionada con la capacidad de realizar alguna actividad física (Geraldo et.

al, 2018). En otras palabras, existe una relación directa entre las proporciones del cuerpo humano como la cantidad de musculo o de grasa, con el rendimiento. Por tanto, el deportista debe cumplir con una serie de características especiales según el deporte que practica. Existen diferentes métodos para realizar la antropometría. Unos son directos y son en cadáveres. Otros indirectos, que hacen uso de la técnica directa con determinaciones indirectas. Y doblemente indirectos donde se hacen ecuaciones a partir de datos tomados de forma sencilla y que su fiabilidad es alta.

Cineantropometría

Los inicios de la cineantropometría se remontan al Congreso Científico Olímpico celebrado en Quebec (Canadá) 1976 motivo de los Juegos Olímpicos de Montreal y denominado International Congress of Physical Activity Sciences. Aunque los primeros interesados en las medidas humanas se remontan a edades antiguas como los antiguos egipcios, griegos, hindúes y romanos. Desde entonces se fueron sucediendo científicos y métodos, hasta llegar a la actualidad con muchos profesionales dedicados al tema y con una cantidad de instrumentos y ecuaciones para estimar los componentes del cuerpo humano.

El término cineantropometría fue diseñado por Hill Ross en 1972, se compone por tres palabras: cine = kinein = movimiento antantropo = anthropos = ser humano y metria = metrein = medición.

Entre los métodos antropométricos existentes, el grupo de investigación se decantó por la cineantropometría para estimar la composición corporal y somatotipo de los triatletas por su fiabilidad y fácil acceso. Este es un método doblemente indirecto y está regido por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK).

Como dice la ISAK, la cineantropometría es un área científica encargada de medir la composición del cuerpo humano; lo que es conveniente cuando se habla de deportistas de alto rendimiento, ya que la recolección de datos influye directamente en la caracterización de perfiles de rendimiento según el deporte.

- Fórmula para masa muscular (Lee et. al, 2000)

Varones

$$7 \text{ MM (Masa Muscular)} = (T/100) ((0.00744(Pb-\pi(y/10)))^2 + (0.00088(Pm-\pi(M/10))^2 + 0.00447(Pp-\pi*(p/10))^2 + 2.4 - (0.048 * E) + 7.8$$

Mujeres

$$\text{MM} = (T/100) ((0.00744(Pb-\pi(y/10)))^2 + (0.00088(Pm-\pi(M/10))^2 + 0.00441(Pp-\pi*(p/10))^2 + 0.048 - (0.048 * E) + 7.8$$

Donde:

MM: Masa muscular según Lee.

T: Talla en cm.

Pb: Perímetro de brazo contraído.

Pt: Pliegue tricipital.

Pm: Perímetro del muslo.

M: Pliegue del muslo.

Pp: Perímetro de la pierna.

Pp: Pliegue de la pierna.

E: Edad.

- Fórmula para porcentaje graso (Faulkner, 1968).

$$\% \text{graso} = 4 \text{plg} (t \text{ se si } a) \times 0.153 + 5.783$$

Donde:

% Graso: % graso según la fórmula de Yuhasz modificada por Faulkner

4 plg: Sumatorio de 4 pliegues cutáneos (t: tríceps, se: subescapular si: suprailíaco a: abdominal)

- Método para determinar somatotipo (Carter y Heath, 1990, citados en Alarcón et al., 2012).

Ecuaciones empleadas para la obtención del somatotipo.

- Endomorfismo: $-0.7182 + 0.1451 \times \Sigma PC - 0.00068 \times \Sigma PC^2 + 0.0000014 \times \Sigma PC^3$ donde, $\Sigma PC =$ (suma de pliegues tricípital, subescapular, y supraespinal) multiplicada por $(170.18/\text{altura, en cm})$.
- Mesomorfismo: $[0.858 \times \text{diámetro húmero} + 0.601 \times \text{diámetro fémur} + 0.188 \times \text{perímetro de brazo corregido} + 0.161 \times \text{perímetro de pantorrilla corregido}] - [\text{altura} \times 0.131] + 4.5$
- Ectomorfismo: se tiene en cuenta al cociente altura- peso (CAP) que es igual a la Altura/peso al cubo, teniendo eso claro, se utilizan tres ecuaciones.

Si el CAP es mayor que, o igual a, 40.75, entonces

- Ectomorfismo = $0.732 \times CAP - 28.58$

Si el CAP es menor que 40.75 y mayor a 38.25, entonces

- Ectomorfismo = $0.463 \times CAP - 17.639$

Si el CAP es igual, o menor que, 38.25, entonces

- Ectomorfismo = 0.1

Antropometría en el Triatlón

El triatleta debe cumplir con una serie de características que vayan en concordancia con su rendimiento y éxito en competencia. Como lo afirma Guillén, (2015) “El triatleta se define como un deportista alto, de peso bajo y unas extremidades superiores largas”. La composición corporal y la distribución de sus porcentajes

también es un factor crucial en el rendimiento y es cuando Landers, (2011) en su estudio, donde relacionó las características antropométricas con factores de rendimiento, determina que los triatletas con menores niveles de grasa corporal “tienden a tener un mejor rendimiento”. Así como Cejuela, (2007) en un artículo de revisión, destaca como parámetros antropométricos de alto valor en el triatlón de distancia sprint, una talla elevada de envergadura, gran tamaño de pies y manos, y reafirma la importancia de un porcentaje de grasa bajo.

Somatotipo. Según Carter y Heath en 1990 citado en Alarcón et, al (2012) “el somatotipo corresponde a la determinación de la forma corpórea y su composición, expresada en tres números que determinan las características morfológicas de cada sujeto como un todo”; en otras palabras, es un concepto que agrupa a los seres humanos según su forma, a partir de sus características morfológicas. Hay tres tipos de los cuales se pueden desprender combinaciones según rangos:

- Ectomorfo: Delgado con poca grasa y poco musculo.
- Mesomorfo: Poca grasa mucho musculo.
- Endomorfo: Mucha grasa y musculo.

Así como se ha mencionado, el triatleta debe reunir ciertas características físicas especiales y necesarias para un mejor performance, una de estas es su forma o apariencia. Como lo llama Norton y Olds, en su libro Antropométrica, publicado en el año 1995, donde aborda la importancia de una serie de atributos morfológicos que posee todo atleta según el deporte que practica.

Allí, dice que un triatleta “tiene formas y tamaños diferentes relacionados con los otros eventos individuales de elite; el triatleta es magro, así como un ciclista de alto rendimiento y un nadador de media distancia, pero no como un corredor de fondo (10k)” y menciona que varios estudios han concluido refiriendo que el somatotipo de

un triatleta es como el de un nadador, más que como el de un corredor. (p. 197). Lo que brinda un atisbo de la forma en la que un triatleta tendrá más posibilidad de éxito, siendo este en su generalidad, magro, con porcentaje de grasa bajo, piernas y brazos largos con un somatotipo meso-ectomorfo.

Composición Corporal. La masa del cuerpo humano tiene variedad de componentes. Desde el nivel atómico (oxígeno, carbono, hidrógeno), el nivel molecular (agua, lípidos, proteínas), celular (líquidos celulares, extracelulares y grasa) y el tisular (músculo esquelético y no esquelético, tejidos blandos, adiposo y hueso) (González, 2012). Ahora bien, Matiegka, quien fue considerado el padre de la composición corporal; crea un modelo de fraccionamiento, llamado modelo tetracompartimental y divide la masa corporal en 4 componentes: Masa grasa, Masa muscular, Masa ósea, Masa residual.

Masa Grasa. La masa grasa en nuestro cuerpo representa la cantidad de reservas que poseemos, dando así aporte a la actividad metabólica de nuestra masa magra (Piñeda et al., 2016). Un triatleta, como hemos visto, debe poseer un porcentaje de grasa bajo. Esto, varios estudios como los hechos por Cejuela et al. (2007), Landers (2011), Ferriz et al. (2020) lo corrobora. Y a pesar de que ellos mismos refuerzan las ventajas de tener un porcentaje de grasa más alto en la estructura de la natación, gracias a que brinda más flotabilidad, refuerzan lo importante de un porcentaje más bajo para el ciclismo, pero más aun, en la carrera final, donde mencionan, que es esta fase, donde un exceso de grasa puede actuar como un peso muerto.

Masa Muscular. Los músculos están diseñados de tal forma que pueden contraerse o acortarse, al hacerlo generan el movimiento. Al ser un tejido dinámico, nos proporciona estabilización postural, nos permite ampliar nuestras costillas y diafragma para captar el oxígeno y debido a su implicación directa en el movimiento, se considera como un factor

clave en el rendimiento del triatlón. Según Cejuela (2007) poseer un porcentaje de masa muscular adecuado que oscile entre los 40 – 50 % de la masa total, permite niveles superiores de fuerza, velocidad, potencia y a poseer mejores coordinaciones inter e intramusculares.

Marco Metodológico

Consideraciones Iniciales

El presente estudio se desarrolla bajo un enfoque de orden cuantitativo, esto gracias a que los resultados obtenidos en los test y la antropometría son de carácter numérico. El alcance del estudio es correlacional- descriptivo, donde se pretende analizar la relación entre el perfil antropométrico con las variables condicionales evaluadas y el diseño de la propuesta es transversal, puesto que la toma de datos es en un solo momento.

Tabla 2

Variables de investigación

<i>Variables Correlacionales</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Valor final</i>	<i>Instrumento</i>
Sexo	Autodeterminación	Masculino Femenino	
Edad	Fecha de nacimiento	Años	
Masa	Cantidad de gramos	Kg	Báscula
Talla	Cantidad de centímetros	cm	Tallímetro
IMC	Peso/Talla ²	Kg/m ²	Báscula
Composición corporal	Masa grasa	%	Caracterización antropométrica
	Masa muscular	%	
	Masa residual	%	
	Masa Ósea	%	
Somatotipo	Somatocarta		
Consumo máximo de oxígeno	Vo2 Máx.	ml/kg/min	Test de consumo
Potencia de salto	Cantidad de centímetros	cm	Batería Bosco-Vittori

Población y Muestra

Para llevar a cabo este proyecto de investigación, se ha seleccionado como población objetivo a deportistas de alto rendimiento en la disciplina de Triatlón en Bogotá. Con el fin de garantizar la representatividad y la viabilidad del estudio, se optó por un enfoque de muestreo no probabilístico, específicamente el método de conveniencia.

En este contexto, los participantes elegidos provienen de la Liga de Triatlón de Bogotá, específicamente de la categoría Sub23. La selección se realizó considerando cuidadosamente ciertos criterios de inclusión y exclusión, asegurando que los deportistas elegidos cumplan con los requisitos necesarios para formar parte de la intervención.

Esta estrategia de muestreo no solo facilita la identificación de sujetos relevantes para el estudio, sino que también permite una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto al centrarse en una población específica con características pertinentes para los objetivos de la investigación.

Criterios de Inclusión

- Triatletas bogotanos de alto rendimiento.
- ≥ 17 años ≤ 23 años.
- Haber firmado el consentimiento informado.
- Llevar un proceso de entrenamiento mayor a seis meses en triatlón.

Criterios de Exclusión

- Estar lesionado a fecha de la realización de los test.
- No asistir a alguno de los test y toma de datos.
- No completar alguno de los test planteados en el estudio.

Estrategias de Búsqueda: Antecedentes Más Importantes

DM	Título: Análisis de los factores de rendimiento en triatlón distancia sprint
-----------	---

A	Autor(es)/Año: Cejuela, R., Pérez Turpin, J. A., Villa Vicente, J. G., Cortell-Tormo, J. M., & Rodríguez Marroyo, J. A. / (2007).			
	Objetivo: Determinar los factores de rendimiento en el triatlón distancia sprint, con base en revisión de los datos aportados por la literatura científica.			
	Tipo: Artículo de revisión	Enfoque: NA	Diseño: Mixto	Método: Mixto
	Población: NA	Muestra: NA	Técnica: NA	Instrumentos: NA
	Resultados: NA			
<p>Conclusiones: Se señalan como principales factores de rendimiento:</p> <p>Conseguir elevar el Umbral Anaeróbico al máximo porcentaje posible respecto al VO₂máx, y ser capaz de permanecer en sus inmediaciones durante toda la prueba.</p> <p>Incrementar el MLS (máximo lactato sostenido) mediante el entrenamiento.</p> <p>Poseer y desarrollar un elevado VO₂máx.</p> <p>Desarrollar una alta velocidad del proceso de producción-eliminación de ácido láctico.</p> <p>La potencia y la capacidad anaeróbica láctica son determinantes en los momentos decisivos de la prueba.</p> <p>Incrementar los depósitos de glucógeno muscular y hepático.</p> <p>Desarrollar una buena técnica de estilo crol específica de aguas abiertas y adaptada a las circunstancias del medio.</p> <p>Velocidad y precisión en la ejecución de las transiciones.</p> <p>Alcanzar la longitud de zancada óptima en relación con la frecuencia de esta, en el menor tiempo posible, indica una mejor economía de carrera, resultando determinante para el resultado final de la prueba</p>				

DM	Título: Características antropométricas, dermatoglíficas y fisiológicas del atleta de triatlón.			
B	Autor(es)/Año: dos Anjos, M. A. B., Fernandes Filho, J., & da Silva Novaes, J. / (2003).			
	Objetivo: Identificar las características antropométricas, dermatoglíficas y fisiológicas del atleta de triatlón de alto rendimiento.			
	Tipo: NA	Enfoque: Cuantitativo	Diseño: Transversal	Método: Descriptivo
	Población: Triatletas de alto rendimiento residentes en el estado de Rio de Janeiro.	Muestra: 10 triatletas	Técnica: Esterilla ergométrica, antropometría, dermatoglifia de Cummins y Midlo	Instrumentos: Cinta métrica, plicómetro.
<p>Resultados:</p> <p>- las variables edad, estatura, peso, % GCP y % GCF presentaron distribuciones homogéneas (Tabla 1), El SOMATOTIPO (Tabla 2) presentó homogeneidad en los índices endomorfia de 1,55 +0,66, mesomorfia 4,22 ± 0,47, ectomorfia 3,00 ± 0,59. Ocho ítems homogéneos, de ocho ítems evaluados (8/8) 100%, presentando grado excelente de homogeneidad. Los triatletas se caracterizan somatotípicamente como meso-ectomórficos.</p>				

	<p>- consumo máximo de oxígeno fue de $69,9 \pm 5,09$ ml/kg/min. Los valores encontrados entre los atletas se presentaron homogéneos con una pequeña asimetría (-1, 11) y curva tendiendo a la izquierda (Tabla 3). Estos valores son similares a los datos presentados por Hue (2001), respectivamente $68,7 \pm 2,6$ml/kg/min, y están próximos de la variación presentada por Hue (2000).</p> <p>-Características dermatoglíficas: veinticuatro ítems homogéneos, de veinticinco ítems evaluados (24/25), presentando 96% de homogeneidad, grado excelente, donde sólo el dedo MET1 mostró heterogenia. Todos los triatletas evaluados presentaron lo mismo tipo de figura en el MDT5, con MDSQL5 medio de 12,20 líneas. La muestra investigada encontró los siguientes tipos de fórmulas digitales con su distribución en porcentaje: ALW = 10%, 10L = 20%, L> W = 40% Y W> L = 30%</p>
	<p>Conclusiones: La dermatoglifia está insertada en el contexto de la ergomotricidad, es decir, en el comportamiento motor, considerado como trabajo, observado y controlado, bajo el ángulo del rendimiento y de la eficiencia.</p> <p>La identificación de los perfiles antropométrico, dermatoglífico y fisiológico de los atletas de triatlón, de alto rendimiento, puede ser aplicadas, directamente, en la elaboración de programas de entrenamiento, de las diversas cualidades físicas envueltas en el deporte, auxiliando el entrenamiento físico, técnico y táctico.</p> <p>Se resalta que esta investigación también podría ser realizada en categorías diferentes del triatlón, lo que probablemente proporcionaría una visión más amplia del abarcamiento temporal de los fenómenos observados.</p>

DM	Título: Caracterización de la composición corporal, el perfil dermatoglífico, el consumo máximo de oxígeno (Vo2 máx) y la fuerza prensil en la selección Bogotá de triatlón.		
C	Autor(es)/Año: Restrepo Pardo, C. A., & Avella, R. E. / (2016).		
	Objetivo: Obtener un perfil de los componentes físicos y fisiológicos, que permita identificar como se encuentran los triatletas Bogotanos en relación con los mejores del mundo en este deporte.		
	Tipo: NA	Enfoque: Mixto	Diseño: Transversal
	Método: Cummins & Midlo		
	Población: Triatletas de la liga de triatlón de Bogotá.	Muestra: triatletas de la liga de triatlón de Bogotá.	Técnica: Bioimpedancia, Test del cicloergómetro Prueba de Astrand
	Instrumentos: Bascula de bioimpedancia, cinta métrica, ergo espirómetro, cicloergómetro, monitor cardiaco.		
	<p>Resultados: Bogotá en comparación a los mejores del mundo son:</p> <p>Tienen una talla 2.6 % menor.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un peso 3% menor. - Un porcentaje de grasa 2,7% mayor. - Un perfil dermatoglífico donde predominan los diseños tipo L en un 70%. - Un QTL 29,4% por debajo. - Un D10 33,4 % menor. - Un VO2 máx., entre 15,6% y 16% por debajo 		

	<p>Conclusiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El peso es un componente importante para todo atleta. Aunque el IMC de los triatletas evaluados se encuentra en un nivel normal, se encontró que, en relación con algunos de los mejores triatletas del mundo, algunos presentan un peso menor. • Es válido capacitarse y utilizar la dermatoglifia como un método viable e importante, para la selección de talentos en edades tempranas. • El VO2 es quizá el parámetro fisiológico más importante para todo deportista, pero, en deportes como el triatlón (de larga distancia y/o duración) es aún más importante. De esta manera y basados en que los triatletas evaluados presentaron valores menores a los registrados por algunos de los mejores del mundo. • Es importante mencionar que las valoraciones periódicas en campo y en laboratorio son de gran ayuda, porque permiten obtener información actualizada de cómo se encuentra el atleta y si el plan de entrenamiento que se está siguiendo genera mejoría.
--	--

DM	Título: Perfil Antropométrico Y Somatotipo De Los Deportistas De La Liga De Triatlón Del Quindío.		
D	Autor(es)/Año: Castillo Torres, M y Campo Claros, S. / (2019).		
	Objetivo: Determinar el perfil antropométrico y el somatotipo de los deportistas de la liga de triatlón del departamento del Quindío.		
	Tipo: NA	Enfoque: Cuantitativo	Diseño: No Experimental de corte transversal
	Población: Triatletas de la liga del Quindío.	Muestra: 13 triatletas.	Técnica: Antropometría
			Instrumentos: Plicómetro, adipómetro, cinta métrica, etc.
	Resultados: Se obtuvo que, el somatotipo predominante en el sexo masculino fue el meso-endomórfico con un porcentaje de 40% y en el sexo femenino fue el endomorfo-mesomórfico, con un porcentaje de 66,67%. En el promedio del porcentaje muscular fue de 47,48 %.		
	Conclusiones: Se concluyó que los deportistas se encuentran en promedio por debajo de lo normal con respecto a los deportistas de alto rendimiento internacional, no obstante, dentro de los índices normales a nivel nacional.		

DM	The Performance, Physiology and Morphology of Female and Male Olympic-Distance Triathletes
E	Autor(es)/Año: Puccinelli PJ, de Lira CAB, Vancini RL, Nikolaidis PT, Knechtle B, Rosemann T, Andrade MS./ 2022

Objetivo: Determinar las diferencias de sexo en el rendimiento del triatlón de distancia olímpica, así como en varias variables físicas y fisiológicas asociadas con dicho rendimiento.			
Tipo: NA	Enfoque: descriptivo comparativo	Diseño: Transversal	Método:
Población: Triatletas aficionados en distancia olímpica.	Muestra: Triatletas 39 masculino y 18 femenino.	Técnica:	Instrumentos:
Resultados: Las atletas presentaron mayor masa grasa ($p = 0,02$, $d = 0,84$, potencia = 0,78) y menor masa magra ($p < 0,01$, $d = 3,11$, potencia = 0,99). VO2 máx ($p < 0,01$, $d = 1,46$, potencia = 0,99), velocidad aeróbica máxima (MAV) ($p < 0,01$, $d = 2,05$, potencia = 0,99), velocidades en VT ($p < 0,01$, $d = 1,26$, potencia = 0,97) y RCP ($p < 0,01$, $d = 1,53$, potencia = 0,99) fueron significativamente peores en el grupo de mujeres. El VT (% VO2 máx) ($p = 0,012$, $d = 0,73$, potencia = 0,58) y el RCP (% VO2 máx) ($p = 0,005$, $d = 0,85$, potencia = 0,89) fueron mayores en el grupo femenino.			
Conclusiones: Se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres en varias de estas variables. Por ejemplo, las mujeres tenían una mayor masa grasa y una menor masa magra en comparación con los hombres. Además, su VO2 máximo, velocidad aeróbica máxima (MAV), velocidades en el VT y RCP fueron significativamente peores que en los hombres. A pesar de estas diferencias, las mujeres presentaron valores más altos de resistencia aeróbica en relación con su VO2 máximo, lo que sugiere que pueden atenuar las diferencias de sexo en el rendimiento en el triatlón			

Protocolo de Intervención

El protocolo de intervención para la recolección de los datos se divide en 3 sesiones, y las primeras dos para evaluar a todos los deportistas en un solo test por sesión y la tercera para la recolección de los datos antropométricos

Tabla 3

Sesiones por día

Sesión 1	Antropometría	Pliegues cutáneos, perímetros corporales, diámetros óseos
24 HORAS DESPUÉS		

Sesión 2	Ergoespirometría	Consumo máximo de oxígeno
72 HORAS DESPUÉS		
Sesión 3	Batería de Bosco-Vittori	Potencia de salto

Sesión 1. Antropometría

Las medidas antropométricas las dirigen dos colaboradores nivel 1 miembros de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry), para minimizar el margen de error que puede generar en las medidas en la población.

Según el protocolo ISAK nivel 1 la toma de los datos se realiza en el siguiente orden:

Masa corporal en kilogramos mediante una báscula digital. (Samsung, Xiaomi, etc.)

Talla, tanto de pie como sentado. (Tallímetro)

Envergadura. (Cinta métrica)

Pliegues (PL tríceps, PL subescapular, PL bíceps, PL cresta iliaca, PL supra espinal, PL abdominal, PL muslo, PL pierna). (Plicómetro)

Perímetros (PR brazo relajado, PR brazo flexionado y contraído, PR cintura, PR caderas, PR muslo medio, PR pierna). (Cinta métrica)

Diámetros. (muñeca, codo, rodilla)

La medición se realiza dos veces completas, esto para minimizar el margen de error; de tal forma que, si la comparación entre la primera y la segunda medida se pasa del margen de error establecido por categoría (pliegue, perímetro, diámetro), se procede a medir una tercera vez allí.

Los datos son apuntados en la Proforma de la ISAK, donde son calculados los datos como la composición corporal (masa muscular (kg), masa grasa (kg), masa ósea (kg), masa residual (kg) y Somatotipo (Heath-Carter).

Figura 1

Bascula Digital Omron HBF-514c Omron 150KG



FARMAclub+. (s.f.). [Bascula Digital Omron HBF-514c Omron 150KG]. Recuperado el 22 de marzo, 2024, de <https://farmaclub.com.co/producto/bascula-digital-omron-hbf-514c-omron-150kg/>

Figura 2

Cinta Métrica



SUMINISTROS MEDICOSA&G (s.f.). [Cintas Métricas BMI]. Recuperado el 22 de marzo, 2024, de <https://suministrosmedicos.co/producto/cinta-metrica-bmi/>

Figura 3

Adipómetro



SUMINISTROS MEDICOSA&G (s.f.). [Adipómetro Slim Guide]. Recuperado el 22 de marzo, 2024, de <https://suministrosmedicos.co/producto/adipometro-plicometro-slim-guide-variedad-de-colores/>

Figura 4

Calibrador Antropométrico



FISIOMED (s.f.). [CALIPER DE ROSS (HOLWAY) Altura de rodilla – INOXIDABLE 0-600mm]. Recuperado el 22 de marzo, 2024, de

<https://fisiomed.cl/shop/evaluacion/antropometria-isak/caliper-de-ross-holway-altura-de-rodilla-inoxidable-0-600mm/>

Sesión 2. Test de Consumo Máximo de Oxígeno

Determina el Vo_{2max} , los umbrales respiratorios, metabolismo de grasas, intercambio gaseoso (entre otros).

Se realizará en el laboratorio de fisiología de la unidad de ciencias aplicadas al deporte UCAD, el cual maneja una temperatura promedio entre 16-18° C y humedad relativa de 60-70%, Aguiar (2023). Los participantes harán una fase de familiarización con los equipos y procedimientos, incluyendo correr en una banda.

- Los participantes realizarán una prueba de carrera incremental en cinta motorizada (banda Quasar HP Cosmos).
- La prueba termina cuando el deportista decide no continuar más.
- El protocolo propuesto para evaluar el consumo máximo de oxígeno y umbrales respiratorios, según Aguiar (2023), se adaptará a los lineamientos de política pública en ciencias del deporte en medicina.
- La velocidad inicial de carrera se establecerá en 9km/h, con gradiente de 1% para simular la carrera en calle (1.10), seguido a esto se aumentará en 1km/h por cada minuto hasta el agotamiento.
- Los gases expirados y la frecuencia cardíaca (FC) se medirá constantemente utilizando el ergoespirómetro Metamax 3B (Cortex Metalyzer 3B, Leipzig, Alemania), calibrado antes de cada prueba según las instrucciones del fabricante.

- El VO₂ máx. se establecerá como el promedio de VO₂ más alto durante 30 segundos sin que este aumente a pesar del aumento en la carga de trabajo.
- El primer umbral ventilatorio VT1 se determinará con el primer incremento exponencial en la ventilación VE, primer aumento de la pendiente VE/ VO₂ sin incremento de la pendiente VE/ VCO₂.
- El segundo umbral ventilatorio se determinará con la segunda elevación de la pendiente de VE, aumento de la pendiente VE/VO₂ con incremento de la pendiente VE/VCO₂ y disminución de PET VCO₂ (Pico de CO₂ al final de la expiración) y la velocidad en el primer y segundo umbral VT1 y VT2 se definirán como la velocidad que se obtiene en el primer y segundo umbral ventilatorio. Aguiar (2023).

Figura 5

Banda Quasar HP Cosmos



TLM. (s.f.). [HP COSMOS QUASAR]. Recuperado el 20 de marzo, 2024, de

<https://www.tlmsbr.com.mx/product-page/hp-cosmos-quasar>

Figura 6

Ergoespirómetro Metamax 3B (Cortex Metalyzer 3B, Leipzig, Alemania)



DOCTOR´S CHOICE. (s.f.). [Ergoespirómetro estacionario METALYZER Cortex].

Recuperado el 20 de marzo, 2024, de <https://doctorchoice.cl/producto/ergoespirometro-estacionario-metalyzer-cor>

Sesión 3. Batería de Bosco-Vittori

Evalúa la potencia, la altura del salto, la mecánica muscular, el aprovechamiento de la energía elástica y del reflejo miotático. Esto, para planificar, periodizar, dosificar y adaptar el programa de entrenamiento.

A partir de la prueba de Bosco, se caracterizarán los valores de potencia de los atletas, por medio de las alturas obtenidas en el test. Con ello, se plantean los siguientes test que evaluarán los posibles efectos secundarios que sugiere la literatura en el desempeño de los triatletas.

1. Descripción

El test de saltos de Carmelo Bosco (1943-2003), fisiólogo deportivo italiano, fue desarrollado sobre la década de 1980 en la Universidad de Roma. Este consiste en una serie de saltos que sirve como herramienta para medir la potencia de las piernas y la capacidad de salto vertical en atletas.

Los saltos principales son seis:

- a) [SJ] Squat Jump: Salto de talón.
- b) [CMJ] Countermovement Jump: Salto con contramovimiento sin ayuda de los brazos.
- c) Squat Jump con carga.
- d) [ABK] Abalakov: Salto con contramovimiento ayudado de los brazos.
- e) [DJ] Drop Jump: Salto desde un nivel vertical.
- f) Saltos durante 15 segundos.

Aparte de estos tipos de salto, existen algunas variaciones como el Squat Jump adaptado al tren superior (SJB) y, el Countermovement Jump adaptado al tren superior (CMJB).

2. Materiales:

- Plataforma Axon Jump de 1 x 0.80 metros desplegada, y 0.80 x 0.33 metros plegada, bolso de transporte, cable RCA de 2.50 metros macho-macho y conector USB.
- Computador portátil con el software Axon Jump.
- Bandas elásticas.

3. Activación neuromuscular.

4. Aplicación de la prueba

Para la realización de nuestro test se evaluarán los saltos (SJ, CMJ, ABK y DJ) y para cada tipo de salto se realizarán un total de 3 intentos o ejecuciones. En el DJ, se realizarán 6 saltos, 2 desde cada altura (20 cm, 40 cm y 60 cm).

Aspectos para tener en cuenta durante la realización del test:

- El test lo ejecuta una persona cada 25 min.
- El evaluado se ubicará en el centro de la plataforma.

- Cada salto se realizará sin zapatos.
- Se ejecutará el salto a la señal del evaluador (sonido producido por dos tablones).
- La dosificación será la siguiente:

- 45 segundos de recuperación entre cada intento de salto. Este tiempo responde a una recuperación parcial de los sistemas de energía utilizados durante el esfuerzo, como el sistema de fosfágenos. Esto ayuda a mantener la calidad de los saltos y a prevenir la acumulación excesiva de fatiga muscular.

- 3 minutos de recuperación en la transición de un tipo de salto a otro. Por otro lado, este tiempo responde a una recuperación más completa de los sistemas de energía utilizados, así como una disminución significativa de la acumulación de ácido láctico en los músculos. Esto ayuda a restablecer los niveles de energía y a minimizar la fatiga muscular, lo que permite una ejecución más efectiva y precisa en el siguiente tipo de salto. Además, este período de recuperación más largo permite que el cuerpo se adapte metabólica y neuromuscularmente para el próximo esfuerzo, lo que contribuye a evaluar más precisamente el rendimiento en diferentes tipos de saltos.

Figura 7

Plataforma Axon Jump



AXON BIOINGENIERÍA DEPORTIVA. (s.f.). [PLATAFORMAS DE CONTACTO AXON JUMP]. Recuperado el 21 de marzo, 2024, de <https://www.axonjump.com.ar/plataformas>

Consideraciones Éticas

Esta investigación se adhiere al artículo 11 del título II de la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia. Según, la cual, este proyecto se determina como: “Investigación con riesgo mínimo”; esto, debido a que es un estudio prospectivo que emplea registro de datos en voluntarios sanos. También, se toma a consideración la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial – para las investigaciones médicas en seres humanos en su 64ª Asamblea General, realizada en Fortaleza, Brasil, en octubre de 2013. Esta Declaración de Helsinki, se adaptó teniendo en cuenta nuestro perfil como Pedagogos del deporte de la Universidad Pedagógica Nacional y, contemplando los derechos de los deportistas que participan en los test propuestos. Los apartados para tener en cuenta serán los siguientes:

7: La investigación en deportistas estará sujeta a normas éticas que sirven para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos y proteger su salud y sus derechos individuales.

8: El objetivo principal de la investigación es generar nuevos conocimientos, en ese orden, nunca debe tener primacía sobre los derechos y los intereses de los deportistas que participan en la investigación.

9: En la investigación con deportistas es deber del profesional proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad y la intimidad del deportista.

10: Los investigadores deben seguir los lineamientos, las normas y estándares éticos, legales y jurídicos de su propio país, al igual que la normatividad internacional vigente.

11: La investigación debe realizarse minimizando el impacto al medio ambiente.

12: La investigación debe ser desarrollada bajo la supervisión de profesionales en el tema a investigar y por personas científicamente calificadas.

17: Toda investigación debe implementar medidas para reducir al mínimo los riesgos. Estos serán monitoreados, evaluados y documentados continuamente por el investigador.

18: Los investigadores no se involucrarán en investigaciones con deportistas, a menos que, tengan certeza de que el panorama de riesgo ha sido adecuadamente evaluado y probado, para poder hacerle frente.

19: Todos los grupos y personas vulnerables deben recibir protección específica.

21: La investigación en deportistas debe seguir los principios científicos generalmente aceptados y apoyarse profundamente en la bibliografía científica, en otras fuentes de información y, en experimentos correctamente realizados.

24: Deben tomarse precauciones para resguardar la intimidad de quien participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal.

25: La participación de personas capaces de dar su consentimiento informado en la investigación debe ser voluntaria. Aunque puede ser apropiado consultar a familiares o líderes de la comunidad, ninguna persona capaz de dar su consentimiento informado debe ser incluida en un estudio, a menos que ella acepte libremente.

26: El participante potencial debe ser informado del derecho de participar o no en la investigación y de retirar su consentimiento en cualquier momento, sin exponerse a represalias.

Quienes participan en la investigación deben poder informarse sobre los resultados generales del estudio.

28: Un deportista considerado menor de edad por la ley de su país tiene la capacidad de decidir su asentimiento para participar o no de la investigación. Sin embargo, se debe obtener el consentimiento informado del representante legal.

29: El desacuerdo del participante potencial debe ser respetado.

31: El entrenador o profesional del deporte debe informar cabalmente al deportista los aspectos de la atención que tienen relación con la investigación. La negativa del deportista a participar en una investigación o su decisión de retirarse nunca debe afectar de manera adversa la relación entrenador-deportista

35: Todo estudio de investigación con deportistas debe ser inscrito en una base de datos disponible al público antes de aceptar a la primera persona.

36: Los entrenadores o profesionales del deporte, editores y tutores todos tienen la obligación ética con respecto a la publicación y difusión de los resultados de su investigación, aceptando las normas de entrega de información.

El apartado anterior establece las directrices legales, normativas y éticas para dar conformidad al desarrollo de esta investigación. Cualquier profesional que desee aplicar esta propuesta debe iniciar por aceptar todos los aspectos legales ya mencionados y los que se establezcan en su país.

Resultados

En este estudio participaron 7 triatletas de alto rendimiento, pertenecientes a la Liga de Bogotá de Triatlón. Todos los sujetos fueron notificados de los objetivos de este estudio y firmaron su respectivo consentimiento informado, siguiendo las consideraciones éticas anteriormente mencionadas; los menores de edad fueron autorizados por su representante legal.

A continuación, la tabla 4 muestra las características físicas de los deportistas investigados.

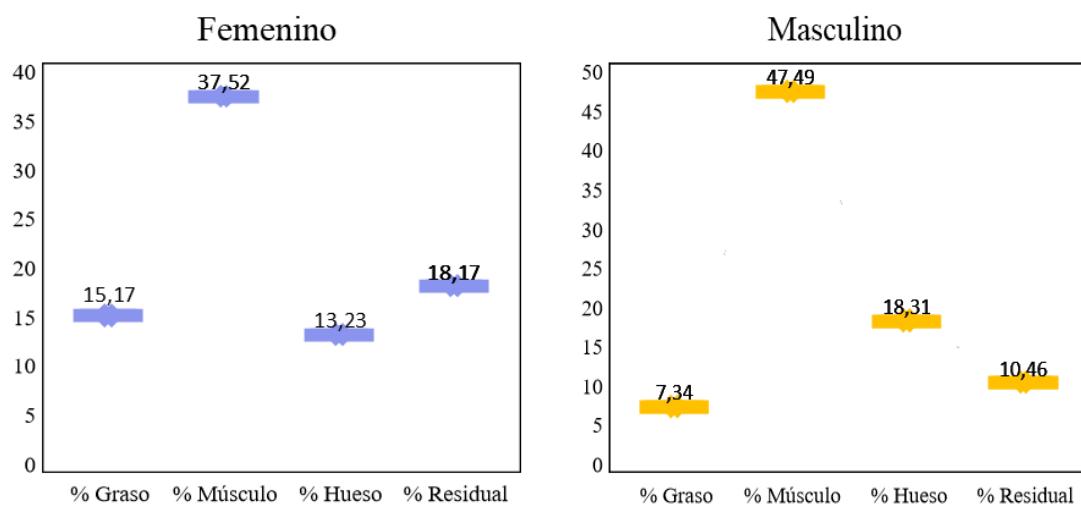
Tabla 4

Datos descriptivos de triatletas bogotanos

Variable	Mujeres (n = 4)		Hombres (n = 3)	
	Media	DS	Media	DS
Edad (años)	20,67	3,57	17,56	0,68
Peso (kg)	54,27	4,97	61,03	2,18
Talla (cm)	157,97	6,98	174,33	4,28
IMC (kg/m2)	21,90	3,46	20,06	0,32
Envergadura de Brazos (cm)	157,50	5,04	180,33	6,37

Figura 8

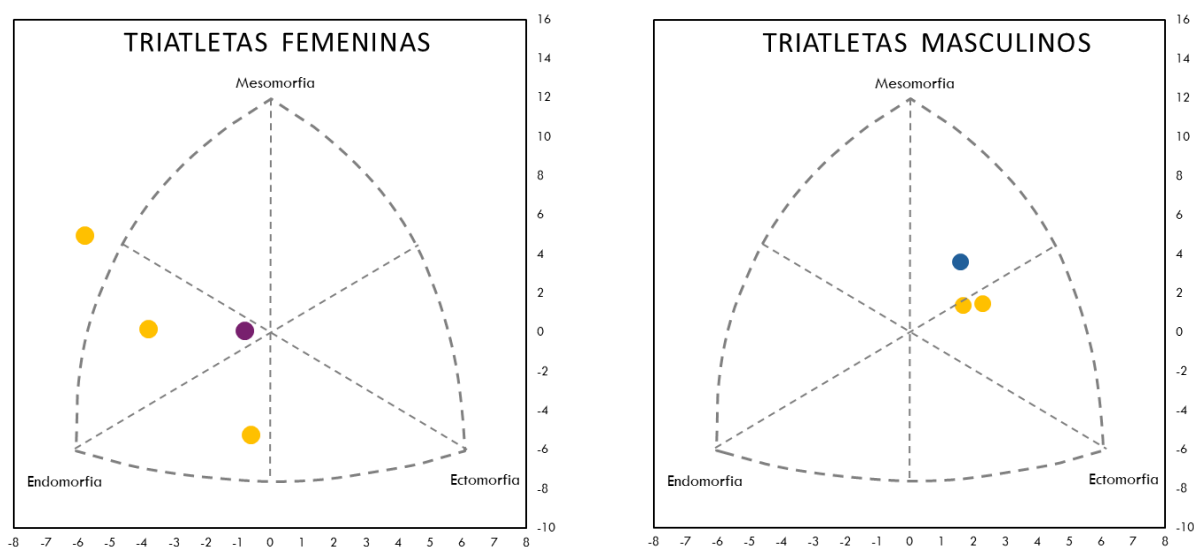
Composición corporal según el sexo.



La gráfica de cajas y bigotes muestra como las mujeres tienen un mayor porcentaje de grasa respecto a los hombres; mientras, estos tienen mayor porcentaje de músculo, de hueso, y menor porcentaje de masa residual.

Figura 9

Somatocarta triatletas femeninas y masculinos.



La figura 11, evidencia un somatotipo de las triatletas femeninas endo-mesomorfo, y por parte de los triatletas masculinos meso-ectomorfo. Los puntos de otro color responden al somatotipo de los triatletas con mejores marcas y resultados en competencia de la Liga de Bogotá.

Tabla 5

Resultados ergoespirometría (consumo máximo de oxígeno)

Datos	Femenino		Masculino	
	Media	DS	Media	DS
VT1 (ml/kg/min)	38,25	2,99	29,67	7,51
Fc VT1	145,5	15,72	126,33	22,05
RIR VT1	0,967	0,03	0,99	0,01
VT2 (ml/kg/min)	53,25	4,27	53,67	5,51
FC VT2	181,25	23,13	184,33	13,32
RIR VT2	1,155	0,10	1,12	0,05
V02 Máx. (ml/kg/min)	55,75	4,79	61,67	5,13
FC Máx. (LPM)	187,25	11,70	194,33	12,06
RIR	1,195	0,05	1,24	0,03
Vel. Máx. (km/h)	16,15	1,14	19,67	2,01
Pulso de oxígeno (VO2/HR)	18,45	5,11	19,67	1,53

En la tabla 5 se anexan los resultados que arrojó la prueba de ergoespirometría, se dividieron estos, entre hombres y mujeres y, se presentaron las medias y desviación estándar. Para esta prueba de consumo se encontró que en el VT1 las mujeres presentan un valor más alto de consumo por ml/kg/min, con respecto a los hombres, así mismo se puede analizar que el coeficiente respiratorio RIR fue en promedio mayor en las mujeres. En el VT2 por otro lado, se encontró que los valores de consumo de oxígeno en ml/kg/min entre mujeres y hombres fueron muy similares, hallando así una progresión significativa entre umbrales en el caso de los hombres, hasta el punto de igualar el consumo con el de las mujeres, en cuanto al coeficiente respiratorio se hayan muy similares, siendo mayor en el caso de las mujeres.

En cuanto a los resultados de VO2 máx., las mujeres presentaron dificultad para llegar a la meseta de Vo2 máx. (solamente una lo logró), sus resultados de consumo máximo pico por ml/kg/min, en promedio fue relativamente mejor al de los hombres, quienes lograron llegar en totalidad a meseta de VO2 máx. y resultar muy buenos valores de consumo máximo, el coeficiente respiratorio fue considerablemente más alto en los hombres igual que la velocidad máxima y el pulso de oxígeno.

Tabla 6

Resultados Bateria Bosco-Vittori

Datos	Mujeres (n = 4)		Hombres (n = 3)	
	MEDIA	DS	MEDIA	DS
SJ (cm)	28,73	5,28	35,40	6,30
Tv (ms)	468,00	47,33	533,33	44,06
Vel (m.s)	2,37	0,22	2,62	0,22
CMJ	29,93	3,98	38,33	7,74
Tv (ms)	484,00	32,98	557,33	56,19
Vel (m.s)	2,45	0,14	2,79	0,38
ABK	31,00	3,71	41,67	6,94
Tv (ms)	502,00	30,20	581,33	48,22
Vel (m.s)	2,46	0,15	2,85	0,24
DJ 20	24,35	5,23	29,87	7,93
Tv (ms)	444,00	45,96	477,33	44,06

Vel (m.s)	2,18	0,22	2,38	0,36
Tc (ms)	101,02	114,29	120,75	103,33
DJ 40	24,05	3,68	33,97	5,02
Tv (ms)	442,00	34,79	525,33	39,46
Vel (m.s)	2,17	0,17	2,58	0,20
Tc (ms)	164,66	110,04	134,13	115,20
DJ 60	24,08	3,93	33,87	0,58
Tv (ms)	442,00	36,59	525,33	4,62
Vel (m.s)	2,17	0,18	2,58	0,02
Tc (ms)	274,00	102,52	321,33	184,01

En la tabla 6 se muestran los datos estandarizados de la Batería de Bosco; en ella, se evidencia los resultados divididos entre hombres y mujeres. La media y la desviación estándar son las correspondientes a los hallazgos encontrados en cada tipo de salto. Se encontró que, en la altura, todos los saltos exceptuando el Drop Jump de 20 cm, hubo una diferencia mayor a 7 cm entre las mujeres y los hombres. Por otro lado, en cuanto al tiempo de vuelo y la velocidad de ejecución, se encontró que en todos los saltos los hombres tuvieron valores más altos. En cuanto al tiempo de contacto con el suelo en el Drop Jump, se encontró que, en las alturas de 20 y 40 cm, los hombres tienen mejor tiempo de contacto con el suelo, sin embargo, en la altura de 60 cm, las mujeres tuvieron un mejor tiempo de contacto.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de los datos fue utilizado el programa SPSS versión 26, se aplicó la prueba de normalidad Shapiro Wilk, arrojando que la información recopilada en la variable del Drop Jump 20 cm del grupo femenino no se comportaba normalmente, de igual manera, para el grupo masculino los datos no se comportaban de manera normal en las variables Ectomorfia y Drop Jump 60 cm. Por este motivo, para las variables con dicho comportamiento se decidió aplicar la prueba de Mann Whitney U al ser una alternativa no paramétrica a la prueba t de Student, que es sensible a las suposiciones de normalidad y homogeneidad de la varianza. Para las demás variables se aplicó una prueba t para muestras

independientes. La significancia estadística se estableció en $p < 0,05$. Para medir el tamaño del efecto se utilizó la siguiente escala: $<0,2$ Pequeño, $<0,5$ Medio y $>0,8$ Grande.

Tabla 7

Composición corporal, somatotipo, potencia y consumo máximo de oxígeno de triatletas bogotanos con respecto al sexo.

Composición corporal	Mujeres (n = 4)		Hombres (n = 3)		Tamaño del Efecto	
	Media±DS	IC (95%)	Media±DS	IC (95%)		
% Masa Muscular	37,52 ± 5,13	29,35 – 45,69	47,49 ± 2,19	42,04 – 52,93	1,99*	Grande
% Masa Grasa	15,17 ± 1,50	11,75 – 24,59	7,34 ± 0,42	6,29 – 8,39	5,53*	Grande
% Masa Ósea	13,23 ± 5,55	12,77 – 17,57	18,31 ± 1,29	15,09 – 21,53	0,9*	Grande
% Residual	18,17 ± 4,03	4,39 – 22,07	10,46 ± 3	3 – 17,92	1,77	Grande
Somatotipo						
Endomorfia	4,95 ± 1,08	3,22 – 6,67	2 ± 0,10	1,75 – 2,24	2,9**	Grande
Mesomorfia	3,55 ± 1,5	1,16 – 5,93	4,03 ± 0,55	2,66 – 5,40	0,3	Pequeño
Ectomorfia	2,20 ± 1,68	-0,47 – 4,87	3,83 ± 0,40	2,82 – 4,83	1,03	Grande
Consumo máximo O₂						
V _{O2} Máx (ml/min/kg)	55,75 ± 4,78	48,13 – 63,37	61,67 ± 5,13	48,92 – 74,41	1,01	Grande
FC Máx (lpm)	187,50 ± 11,81	168,69 – 206,31	194,33 ± 12,05	164,39 – 224,28	0,4	Pequeño
Vel. Máx (km/h)	16,15 ± 1,14	14,32 – 17,97	19,66 ± 2,01	14,66 – 24,66	1,9*	Grande
Potencia						
SJ (cm)	27,07 ± 5,44	18,41 – 35,73	35,4 ± 6,30	19,74 – 51,05	1,2	Grande
CMJ (cm)	28,82 ± 3,93	22,56 – 35,08	38,33 ± 7,74	19,10 – 57,56	1,3	Grande
ABK (cm)	31 ± 3,70	25,09 – 36,90	41,66 ± 6,94	24,42 – 58,90	1,7*	Grande
DJ 20cm	24,35 ± 5,22	16,03 – 32,67	29,86 ± 7,93	10,16 – 49,57	0,7	Medio
DJ 40cm	24,05 ± 3,67	18,20 – 29,89	33,96 ± 5,02	21,48 – 46,44	1,9*	Grande
DJ 60cm	24,07 ± 3,93	17,82 – 30,32	33,86 ± 0,57	32,43 – 35,30	2,6*	Grande

Nota. Los valores se muestran en Media y DS. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

La Tabla 7 evidencia las diferencias entre las variables evaluadas y la comparación entre sexos. Como grandes diferencias antropométricas destacan los porcentajes de grasa, masa muscular y masa ósea, así como las diferencias somatotípicas, notándose en las deportistas mujeres una tendencia Endo-Mesomorfa y en los hombres una Meso-Ectomórfica. En cuanto a los niveles de fuerza de piernas, se observaron diferencias significativas en la altura de los saltos Abalakov y en el DJ de 40 y 60 cm. En las variables fisiológicas, no

existen diferencias significativas en los valores del consumo máximo de oxígeno y la frecuencia cardiaca máxima. Finalmente, se hallaron diferencias significativas en la Velocidad Máxima alcanzada entre mujeres y hombres con un tamaño del efecto grande.

Tabla 8

Correlaciones entre las variables de potencia y consumo máximo de oxígeno con las variables antropométricas.

Variable	% Masa Grasa		% Masa Muscular		IMC	
	Spearman	Fuerza	Spearman	Fuerza	Spearman	Fuerza
SJ (cm)	-0,821*	Muy fuerte neg (-).	0,893**	Muy fuerte pos (+).	-0,321	Débil neg (-).
CMJ (cm)	-0,746	Muy fuerte neg (-).	0,873*	Muy fuerte pos (+).	-0,073	Muy débil neg (-).
ABK (cm)	-0,937**	Muy fuerte neg (-).	0,991**	Muy fuerte pos (+).	-0,234	Débil neg (-).
DJ20 (cm)	-0,855*	Muy fuerte neg (-).	0,782*	Muy fuerte pos (+).	-0,564	Moderado neg (-).
DJ40 (cm)	-0,964**	Muy fuerte neg (-).	0,893**	Muy fuerte pos (+).	-0,536	Moderado neg (-).
DJ60 (cm)	-0,991**	Muy fuerte neg (-).	0,955**	Muy fuerte pos (+).	-0,505	Moderado neg (-).
VO ₂ Máx	-0,714	Fuerte neg.	0,786**	Muy fuerte pos (+).	0,000	Muy débil
FC Máx	-0,214	Débil neg.	0,286	Débil	0,179	Muy débil
Vel Max	-0,901**	Fuerte neg.	0,847**	Muy fuerte pos (+).	-0,378	Débil neg (-).

La tabla 8 muestra la correlación entre las variables de potencia (saltos Batería Bosco-Vittori), y algunas variables de rendimiento del triatlón (consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardíaca máxima y velocidad máxima en la carrera), respecto al perfil antropométrico.

En cuanto a las variables de potencia de la batería de Bosco-Vittori el SJ, CMJ, ABK, DJ (20 cm), DJ (40 cm), DJ (60 cm), presentaron una fuerza de correlación muy fuerte negativa respecto a la masa grasa; es decir, poseer un porcentaje graso elevado disminuye la altura de los saltos, por lo menos, en los evaluados. Por el contrario, estos mismos saltos,

presentaron una correlación muy fuerte positiva respecto a la masa muscular; lo que significa, que poseer niveles altos de masa muscular, responde a una mayor altura de salto. Por último, la correlación con el índice de masa muscular fue débil negativa y muy débil negativa; esto, representa que un IMC elevado disminuye la altura de los saltos.

Por su parte, el consumo máximo de oxígeno respecto a la masa grasa, tuvo una correlación fuerte negativa, la cual, al poseer mayor porcentaje de grasa, disminuye el Vo2 Máx. La correlación con la masa muscular, fue muy fuerte positiva, lo que evidenció que poseer un porcentaje de masa muscular elevado representa mayores niveles de consumo máximo de oxígeno. Respecto a la correlación con el IMC, fue muy débil.

Discusión

Hallazgos

Los principales resultados de este estudio fueron: a) las mujeres tienen en promedio, la misma talla que envergadura, mientras los hombres, poseen mayor envergadura que talla; b) los hombres presentaron significativamente menor porcentaje de grasa y masa residual; c) los hombres presentaron significativamente mayor porcentaje de músculo y hueso; d) los hombres presentaron mayores niveles de potencia expresado en la altura de todos los saltos SJ, CMJ, ABK, DJ, con una diferencia promedio en la altura de 9,09 cm; e) las mujeres poseen un somatotipo endo-mesomorfo, mientras que los hombres un somatotipo meso-ectomorfo; f) las mujeres presentaron un mayor consumo de oxígeno en el primer umbral ventilatorio, además, de un mayor coeficiente respiratorio; g) tanto mujeres como hombres no tuvieron grandes diferencias de consumo máximo de oxígeno en el segundo umbral ventilatorio, y siguió predominando un mayor coeficiente respiratorio en las mujeres; h) se encontró que algunas mujeres no llegaron a la meseta de Vo2Máx en la ergoespirometría, por lo cual, se tomó el valor pico, que fue menor respecto a los hombres; i) los valores de frecuencia cardíaca máxima en la ergoespirometría no mostraron una diferencia significativa

entre ambos sexos; j) la velocidad máxima alcanzada en la ergoespirometría fue mayor en los hombres.

Interpretación de los Resultados

Destaca como un parámetro de alto valor en el triatlón de distancia sprint, tener una mayor envergadura que talla, junto a un porcentaje de grasa bajo (Cejuela, 2007); lo que permite una eficiencia al nadar, permitiendo un mayor alcance por brazada, mejora en la hidrodinámica y, en general, mayor equilibrio y estabilidad bajo el agua. También, poseer más porcentaje de masa muscular y hueso, permiten niveles superiores de fuerza, velocidad, potencia y protección contra lesiones, al poseer mejores procesos coordinativos inter e intramusculares, al igual que una densidad mineral ósea mayor; sin embargo, también es un condicionante bajo el agua, al generar más resistencia en este medio, sin mencionar, que el poseer más masa muscular y hueso demandan al cuerpo un requerimiento energético superior.

La potencia entendida como un movimiento único realizado para producir la máxima velocidad en un despegue, lanzamiento o impacto, de casi cualquier gesto deportivo (sprints, saltos, lanzamientos, cambios de dirección y golpes), resulta fundamental en la evaluación del rendimiento deportivo (Bompa, 2004). Recordando que los triatletas evaluados compiten en distancias cortas como sprint y supersprint, sus valores de potencia deben ser altos debido a las características de la competición. Encontrándose, que los triatletas bogotanos están en el rango establecido por la literatura científica en la altura de salto del Squat Jump (hombres: $35,40 \pm 6,30$), (mujeres: $28,73 \pm 5,28$); la cual, establece valores de SJ en hombres de 30-40 cm y 25-35 cm en mujeres (Bosco, Luhtanen y Komi, 1983).

En el CMJ los valores estándar son de 35-45 cm en hombres y 30-40 cm en mujeres (Bosco, Luhtanen y Komi, 1983), estableciendo que los hombres se encuentran cerca al límite superior recomendado ($38,33 \pm 7,74$) y las mujeres en el límite inferior ($29,93 \pm 3,98$).

En cuanto al ABK, la literatura sugiere valores de 40-50 cm en hombres, y 35-45 cm en mujeres (Markovic, Dizdar, Jukic y Cardinale, 2004); donde, las mujeres están por debajo de dicha referencia ($31,00 \pm 3,71$), mientras, los hombres están en el rango sugerido ($41,67 \pm 6,94$).

Por último, los valores de referencia promedio para el mejor intento (máxima altura alcanzada) de entre todas las alturas del DJ según Bobbert et al., (1986), en hombres es de 30-40 cm y 25-35 cm en mujeres. Hallando, que los hombres son mejores en el DJ de 40 cm con una altura de salto de 33,97 cm; por su lado, las mujeres tienen una altura de salto similar en las tres alturas, siendo de 24 cm, quedándose por fuera de esta referencia. A nivel latinoamericano, la evidencia que respecta a las alturas de estos saltos para triatletas de distancias cortas es poca, además, solo refleja los valores obtenidos por las muestras estudiadas, sin establecer un rango ideal en el cual deban encontrarse los deportistas.

En cuanto al consumo máximo de oxígeno, este, representa un indicador de la capacidad aeróbica de cualquier deportista siendo uno de los mejores predictores del rendimiento, debido, a que un valor elevado de Vo_2 máx., generalmente se correlaciona con un mayor rendimiento permitiendo al atleta sostener intensidades más altas durante su entrenamiento y actividad competitiva (Wilmore & Costill, 2005).

A nivel latinoamericano, Anjos et al. (2003) en su estudio con 10 atletas de triatlón del sexo masculino de alto rendimiento, del estado de Rio de Janeiro, con experiencia de 2 años en la distancia Olímpica, cuya mejor marca fue de: 2 horas y 12 minutos en el triatlón

olímpico (p.54). Describieron el perfil fisiológico (consumo máximo de oxígeno), obteniendo valores de $69,9 \pm 5,09$ ml.kg.min (Anjos et al., 2003, p. 56).

Con respecto a los valores esperados según la literatura internacional en triatletas mujeres de distancia sprint, oscila entre 55 a 70 ml/kg/min (Wilmore y Costil, 2005); estableciendo que las mujeres partícipes de esta investigación se encuentran en el límite inferior de este rango con un valor de 55,75 ml/kg/min. Mientras, los estándares para los hombres oscilan entre 65 y 80 ml/kg/min (Joyner y Coyle, 2008); observando, que los hombres también se encuentran por debajo del parámetro internacional con 61,67 ml/kg/min.

Olaya-Cuartero & Cejuela, (2021); Pérez & Álvarez, (2019) mencionan que los triatletas élites de distancia sprint pueden alcanzar velocidades máximas en la cinta de más de 18 km/h en mujeres, y 20 km/h en hombres, con un VO₂ máx., de 70 a 85 ml/kg/min en hombres y entre 60 y 75 ml/kg/min en mujeres. En este estudio, participaron 4 triatletas élite que, compitieron en el Campeonato Nacional de Triatlón de España; y poseían una edad de: 19-24 años (22.5 ± 1.9 años) y una altura de: 1.84 ± 0.41 m (media \pm SD). Al comparar estos valores de referencia, se encontró que, la velocidad máxima alcanzada por los deportistas evaluados en esta investigación está por debajo de estos rangos, con velocidades de $19,67 \pm 2,01$ km/h y $16,15 \pm 1,14$ en hombres y mujeres, respectivamente. A su vez, comparando el consumo máximo de oxígeno referenciado por estos autores, ambos grupos están por debajo del rango establecido.

Cabe aclarar, que la edad de los triatletas bogotanos evaluados está por debajo de los internacionales de referencia, con una edad promedio de 20,67 años en las mujeres y 17,56 en los hombres; estableciendo así, un amplio margen de mejora a nivel madurativo, fisiológico, psicológico, volitivo y técnico.

En cuanto a los valores del coeficiente respiratorio (Letnes et al., 2023, p. 724), encontraron valores de $1,11 \pm 0,04$ a $1,09 \pm 0,06$ en atletas aficionados y de alto rendimiento. Los triatletas bogotanos presentan valores de mujeres: $1,19 \pm 0,05$ y hombres: $1,24 \pm 0,03$; esto, refleja un alto nivel de esfuerzo anaeróbico, donde el cuerpo utiliza como fuente energética principalmente los carbohidratos, siendo sinónimo de una buena realización de la prueba. Sin embargo, valores ligeramente más altos, podrían propender a estados de acidemia metabólica, generalmente en atletas de rendimiento producida por la acidosis láctica del ejercicio físico demandante, representando esto un factor a considerar para no caer en el síndrome de sobreentrenamiento.

Por último, un dato no menor de la prueba de ergoespirometría, es el pulso de oxígeno. Esta medida, debe estar en promedio en valores de 15-25 ml/latido (Letnes et al., 2023, p. 724). En este caso, los sujetos presentaron resultados de $18,45 \pm 5,11$ y $19,67 \pm 1,53$ en las mujeres y hombres, respectivamente. Manifestando una buena capacidad de transporte y utilización del oxígeno, crucial para el metabolismo de la glucosa y la obtención de energía en pruebas tan demandantes como lo son las del triatlón, sobre todo en las distancias en que compiten.

En cuanto al somatotipo encontrado en los sujetos de este estudio, las mujeres se encuentran en el estándar nacional, con un somatotipo de endo-mesomorfia (Castillo y Torres, 2019); y los hombres se encuentran en el estándar internacional que establece un somatotipo meso-ectomórfico (Norton y Olds, 1995; Anjos et al., 2003; Cejuela, 2007).

Implicaciones de los Resultados en el Campo de Estudio

Los resultados de esta investigación proporcionan una comprensión detallada de las características físicas, fisiológicas y de rendimiento de los triatletas en Bogotá. Al comparar estos datos con los estándares internacionales, se puede evaluar el estado actual y el potencial

de mejora de estos atletas jóvenes. La información sobre envergadura, composición corporal, potencia y consumo de oxígeno es crucial para ajustar programas de entrenamiento específicos que optimicen el rendimiento en el triatlón.

Implicaciones Teóricas, Prácticas y Metodológicas

Teóricas. Los resultados amplían el conocimiento sobre las diferencias de género en el rendimiento y la fisiología del triatlón, destacando la importancia de factores como la envergadura y la composición corporal.

El estudio refuerza la teoría de que un mayor consumo de oxígeno y una alta potencia son indicadores clave de rendimiento en deportes de resistencia y alta intensidad como el triatlón.

Prácticas. Entrenadores y preparadores físicos pueden usar estos datos para diseñar programas de entrenamiento más específicos y efectivos, adaptados a las características físicas y fisiológicas de los triatletas.

La identificación de diferencias de género en la composición corporal y en el rendimiento de los saltos puede ayudar a personalizar los planes de entrenamiento y nutrición.

Metodológicas. La metodología utilizada para medir el consumo de oxígeno, la potencia de salto y la composición corporal proporciona un marco robusto para futuras investigaciones en el ámbito del triatlón. El estudio destaca la importancia de utilizar pruebas ergométricas y de composición corporal precisas y estandarizadas para obtener datos comparables y fiables.

Influencia en Futuras Investigaciones y Práctica Profesional

Los hallazgos pueden guiar futuras investigaciones para explorar intervenciones específicas que puedan mejorar el rendimiento de los triatletas jóvenes, especialmente en

áreas donde se ha identificado un margen de mejora, como el VO2 Máx., la velocidad máxima y la potencia muscular.

En la práctica profesional, los entrenadores pueden implementar estrategias basadas en los resultados para mejorar la eficiencia en la estructura de movimiento de nadar, reconociendo la importancia de la envergadura y reducir la masa grasa mientras se aumenta la masa muscular de manera equilibrada. También, se pueden plantear planes de entrenamiento que busquen la mejora de la potencia muscular, entre ellos, reconocemos el valor de métodos como la VMP (Velocidad Media Propulsiva) y el entrenamiento pliométrico; los cuales han demostrado en la literatura científica, la mejora de la potencia aeróbica, anaeróbica y fuerza rápida, además de su importancia en la prevención contra lesiones. La mejora de la potencia, por tanto, resulta clave para rendir mejor sobre la bicicleta y en la carrera pedestre, además de todos los beneficios que puede aportar en el entrenamiento.

Conclusiones

Las conclusiones de este estudio ofrecen una visión detallada sobre las características físicas y el rendimiento de los triatletas jóvenes en Bogotá, especialmente aquellos de la categoría sub-23 en las distancias sprint y supersprint. Aquí se destacan algunas observaciones clave:

Diferencias de género en características físicas: Se evidencia que las mujeres triatletas de Bogotá poseen una proporción equilibrada entre envergadura y talla, mientras que los hombres tienden a tener una envergadura mayor en comparación con su talla. Esta diferencia sugiere una ventaja para los hombres en la natación, mientras que las mujeres pueden tener ventajas en otras etapas del triatlón debido a su proporción equilibrada.

Composición corporal y rendimiento: Los hombres muestran un mayor porcentaje de masa muscular y ósea, junto con niveles más bajos de grasa, lo que se asocia comúnmente con un rendimiento superior en actividades como la natación, el ciclismo y la carrera. Aunque

estos aspectos no fueron evaluados directamente en este estudio, se sustentan en la literatura especializada revisada.

Consumo máximo de oxígeno y potencial de mejora: A pesar de que tanto hombres como mujeres presentan un consumo de oxígeno adecuado, los valores de VO₂ Máx., están por debajo de los estándares internacionales. Sin embargo, dada la edad de los participantes, se presume un margen de mejora considerable, lo que sugiere que el entrenamiento adecuado podría aumentar significativamente su rendimiento en este aspecto.

Somatotipo y adaptación del entrenamiento: Las diferencias en somatotipo entre los sexos indican la necesidad de adaptar los programas de entrenamiento para maximizar el potencial de cada género. Este hallazgo subraya la importancia de considerar las características físicas individuales al diseñar planes de entrenamiento específicos para cada triatleta.

En resumen, este estudio proporciona información valiosa sobre el perfil antropométrico, consumo máximo de oxígeno y potencia de los triatletas jóvenes en Bogotá, lo que sirve como una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo del triatlón, especialmente para la categoría sub-23 en las distancias sprint y supersprint.

Limitaciones del Estudio

Acceso a la Muestra

Tener la posibilidad de evaluar y estudiar triatletas, resulta demasiado complejo; toda vez, que sus continuas competiciones, viajes, entrenamientos intensos y ocupaciones individuales, representan un inconveniente que también merece ser estudiado.

Tamaño de la Muestra

La muestra fue relativamente pequeña y específica (triatletas jóvenes de Bogotá) lo que puede limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones de triatletas.

Diseño del Estudio

El estudio transversal limita la capacidad de observar cambios a lo largo del tiempo o la efectividad de intervenciones específicas.

Interpretación de Resultados

Las diferencias observadas en la composición corporal y el rendimiento podrían estar influenciadas por factores externos no controlados en el estudio, como la nutrición y los programas de entrenamiento individuales.

Fortalezas del Estudio

Mediciones precisas y estandarizadas. La utilización de pruebas ergométricas y de composición corporal validadas proporciona resultados fiables y comparables.

Comparación con Estándares Internacionales

Al situar los datos en el contexto de referencias internacionales, se ofrece una perspectiva clara del nivel de los triatletas bogotanos.

Enfoque en una Población Específica

El estudio aborda una laguna en la literatura existente al proporcionar datos específicos de composición corporal, somatotipo, consumo máximo de oxígeno y potencia en triatletas jóvenes de Bogotá, lo que puede ser útil para diseñar planes de entrenamiento y programas de desarrollo deportivo a nivel local.

Relevancia y Aplicabilidad

Los hallazgos son relevantes para entrenadores y atletas que buscan mejorar el rendimiento en el triatlón, proporcionando una base sólida para el diseño de programas de entrenamiento específicos.

Los resultados pueden influir en proponer planes de entrenamiento que potencien las características y el rendimiento global de los triatletas.

Al destacar áreas de mejora y establecer comparaciones con estándares internacionales, el estudio contribuye a elevar el nivel del triatlón en Bogotá y potencialmente en otras regiones similares.

Nuevos Estudios

Se recomienda para nuevos estudios relacionados a esta línea de investigación, incrementar el número de participantes para obtener resultados más representativos y estadísticamente significativos. Incluir triatletas de diferentes niveles de habilidad y edades para un análisis más completo. Realizar estudios a largo plazo para observar cambios en el rendimiento y la fisiología de los triatletas a lo largo del tiempo. Incluir triatletas de distintas regiones y contextos sociodemográficos para evaluar si existen diferencias significativas basadas en factores ambientales y culturales. Implementar y evaluar programas de entrenamiento y nutrición específicos para determinar su impacto en las variables de rendimiento clave, como el VO₂ Máx., la potencia de salto y la composición corporal. Incluir evaluaciones psicológicas para entender cómo la motivación, el estrés y la resiliencia mental afectan el rendimiento en el triatlón.

Referencias

- Aagaard, P., Andersen, J. L., Bennekou, M., Larsson, B., Olesen, J. L., Crameri, R., ... & Kjaer, M. (2011). Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(6). <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01283.x>
- Aguiar (2023). *El triatlón moderno / Entrevistada por David Téllez, Daniel Úsgame y Kevin Restrepo*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Alarcón, V. C., Salazar, C. M., Bustos, E. D., Mella, H. S., & Amaro, O. J. (2012). CARACTERIZACIÓN DEL SOMATOTIPO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. *Revista Ciencias de la Actividad Física*, (13), 45-50. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/5256/525657739007.pdf>
- Aldas, H., y Gutiérrez, H. (2015). La periodización del entrenamiento deportivo. Un modelo clásico en la formación deportiva. *Fundamentos teórico-metodológicos. Efdportes*. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/retrieve/417643c1-1e3d-4472-9708-4d6a2b8e9ad1/documento.pdf>
- Apta Vital Sport. (s.f.). Umbrales ventilatorios VT1 y VT2. Definición y aplicaciones. <https://co.aptavs.com/articulos/umbrales-ventilatorios>.
- Ascher, H. (2000). *Entrenamiento del Triatlón: de don nadie al hombre de hierro*. Barcelona: Paidotribo.
- Aranda (2024). Las manifestaciones del ser humano triatleta. *Abordaje para comprender el fenómeno del Triatlón*. Complejo acuático.
- Badillo, J. J. G., y Serna, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: INDE.

- Bonacci, J., Green, D., Saunders, P. U., Franettovich, M., Blanch, P., & Vicenzino, B. (2011). Plyometric training as an intervention to correct altered neuromotor control during running after cycling in triathletes: a preliminary randomised controlled trial. *Physical Therapy in Sport, 12*(1), 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2010.10.005>
- Berenguel, S. (2021). Ergoespirometría. *Rec. Cardioclinics*.
- Bobbert, M. F., Mackay, M., Schinkelshoek, D., Huijing, P. A., & van Ingen Schenau, G. J. (1986). Biomechanical analysis of drop and countermovement jumps. *European journal of applied physiology and occupational physiology, 54*(6), 566–573. <https://doi.org/10.1007/BF00943342>
- Bompa, T. O. (2004). *Entrenamiento de la potencia aplicado a los deportes: la pliometría para el desarrollo de la máxima potencia*. Barcelona: Inde.
- Bompa, T., Haff, G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Illinois: Human Kinetics.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology, 50*(2), 273–282. <https://doi.org/10.1007/BF00422166>
- Canda, A. S., Castiblanco, L. A., Toro, A. N., Amestoy, J. A., & Higuera, S. (2014). Características morfológicas del triatleta según sexo, categoría y nivel competitivo. *Apunts. Medicina de l'Esport, 49*(183), 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2013.12.004>
- Castillo, M. A., Campos, S., Correa, S., Díaz, S., & Cadena, A. (2018). Perfil antropométrico y somatotipo de los deportistas de la liga de triatlón del departamento del Quindío. *Iatreia, 31*(1-S). Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/330139>

- Castillo Torres, M. A., & Campo Claros, S. (2019). Perfil Antropométrico Y Somatotipo De Los Deportistas De La Liga De Triatlón Del Quindío. *Universidad del Quindío*. Disponible en: <https://bdigital.uniquindio.edu.co/handle/001/5206>
- Cejuela, R., Pérez Turpin, J. A., Villa Vicente, J. G., Cortell-Tormo, J. M., & Rodríguez Marroyo, J. A. (2007). Análisis de los factores de rendimiento en triatlón distancia sprint. *Journal of human sport and exercise*, 2(2). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/897>
- Clastres, P. (2005). Inventer une élite: Pierre de Coubertin et la «chevalerie sportive». *Revue française d'histoire des idées politiques*, 2, 51-71. <https://doi.org/10.3917/rfhip.022.0051>
- Cragulini, E. (2015). Revisión del efecto del entrenamiento de la fuerza sobre el rendimiento de la resistencia y variables asociadas en distintas disciplinas (ciclismo, pedestrismo, triatlón, etc.) [Tesis de especialización, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio UNLP. Disponible en: <https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.1203/te.1203.pdf>
- De la Asociación, D. D. H. (2017). Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, junio 1964 y enmendada por la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013. *Acceso*, 18(01).
- Dolan, S. H., Houston, M., & Martin, S. B. (2011). Survey results of the training, nutrition, and mental preparation of triathletes: practical implications of findings. *Journal of sports sciences*, 29(10), 1019–1028. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.574718>

- dos Anjos, M. A. B., Fernandes Filho, J., & da Silva Novaes, J. (2003). Características antropométricas, dermatoglíficas y fisiológica del atleta de triatlón. *Fitness & Performance Journal*, 2(1), 49-57.
- Ehrler, W. (1998). *TRIATLÓN: Técnica, táctica y entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Farinola, M. (2009). Pruebas de campo para la valoración del consumo máximo de oxígeno, la velocidad aeróbica máxima, y la resistencia intermitente. *Revista electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte*, 2(5), 1. Disponible en: <https://acortar.link/dwYCuT>
- Fernández, J. (2017). *Todo triatlón: De 0:00 a Finisher*. Barcelona: Paidotribo.
- Ferriz Valero, A., Martínez Sanz, J. M., Fernández-Sáez, J., Sellés, S., & Cejuela, R. (2020). Perfil antropométrico de jóvenes triatletas y su asociación con variables de rendimiento. <http://hdl.handle.net/10045/109438>
- Friel, J. (2018). *The Triathlete's Training Bible: The World's Most Comprehensive Training Guide*. New York: Simon and Schuster.
- García, G. C., Secchi, J. D., & Cappa, D. F. (2013). Comparación del consumo máximo de oxígeno predictivo utilizando diferentes test de campo incrementales: UMTT, VAM-EVAL y 20m-SRT. *Arch Med Deporte*, 155, 156-62. Disponible en: <https://acortar.link/CwzlxW>
- Geraldo, A. P., Monroy, I. A., Posada, C. R., Sandoval, Y. R., & Gutiérrez, L. S. (2018). Métodos y técnica antropométrica para el cálculo de la composición corporal. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 5(10), 61-70. <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2018.v5.n10.a49>
- González, M., Expósito, I., Sirvent, J. y García, M. (2012). Valores del Test de Bosco en Función del Deporte. PubliCE. Recuperado de: <https://g-se.com/valores-del-test-de-bosco-en-funcion-del-deporte-500-sa-T57cfb2715112d>

- Gonzalez-Parra, G., Mora, R., & Hoeger, B. (2013). *Maximal oxygen consumption in national elite triathletes that train in high altitude. Journal of Human Sport and Exercise*, 8(2), 342-349.
- Guggisberg, S. I. (2022). Avaliação funcional de triatletas de média e longa distância. [Tesis de grado, Universidad Federal de Santa Catarina] Repositorio institucional UFSC. Disponible en: <https://repositorio.ufsc.br/>
- Guillén Rivas, Laura, Mielgo-Ayuso, Juan, Norte-Navarro, Aurora, Cejuela, Roberto, Cabañas, María Dolores, & Martínez-Sanz, José Miguel. (2015). Composición corporal y somatotipo en triatletas universitarios. *Nutrición Hospitalaria*, 32(2), 799-807. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.2.9142>
- Izquierdo A., I., & Cremades Arroyos, D. *PREPARACIÓN GENERAL DEL TRIATLETA JOVEN A TRAVÉS DEL TRABAJO COMBINADO DE FUERZA Y RESISTENCIA* [Tesis de grado, Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/109203#>
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35-44. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834>
- Lahiri, S., Milledge, J. S., Chattopadhyay, H. P., Bhattacharyya, A. K., & Sinha, A. K. (1967). Respiration and heart rate of Sherpa highlanders during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 23(4), 545-554. <https://doi.org/10.1152/jappl.1967.23.4.545>
- Landers, G. J., Blanksby, B. A., & Ackland, T. R. (2011). The relationship between stride rates, lengths and body size and their affect on elite triathletes' running performance during competition. *International Journal of Exercise Science*, 4(4), 4. Disponible en: <https://digitalcommons.wku.edu/ijes/vol4/iss4/4/>

- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20, 1-10. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x>
- Lee, R. C., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., & Heymsfield, S. B. (2000). Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *The American journal of clinical nutrition*, 72(3), 796-803. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.796>
- Levine, B. D. (2008). :what do we know, and what do we still need to know?. *The Journal of physiology*, 586(1), 25-34. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.147629>
- Letnes, J. M., Nes, B. M., Langlo, K. A. R., Aksetøy, I. L. A., Lundgren, K. M., Skovereng, K., ... & Dalen, H. (2023). Indexing cardiac volumes for peak oxygen uptake to improve differentiation of physiological and pathological remodeling: from elite athletes to heart failure patients. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*, 24(6), 721-729. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jead034>
- L'Auto (1919, 4 de octubre). Aviron. *L'Auto*.
- L'Écho Rochelais (1934). Athlétisme. La Course de trois sports. *L'Écho Rochelais*.
- López Chicharro, J. (2010). *Fisiología del ejercicio*. Colombia: Médica Panamericana.
- Magel, J. R., & Faulkner, J. A. (1967). Maximum oxygen uptakes of college swimmers. *Journal of applied physiology*, 22(5), 929-933. <https://doi.org/10.1152/jappl.1967.22.5.929>
- Manaud, L. (1905b, 2 de junio). Les trois Sports. *L'Auto*.
- Mañozca (2022). Fundamentos biomecánicos del deporte. *Medir y comparar*. Universidad Pedagógica Nacional.

- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18*(3), 551-555. Disponible en: <https://acortar.link/FKdcuQ>
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports medicine 40*(10), 859–895. <https://doi.org/10.2165/11318370-0000000000-00000>
- Matvéev, L. P., & Cherniavski-Bogdan, E. (1983). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Moscu: Raduga.
- Millet, G. P., Dreano, P., & Bentley, D. J. (2003). Physiological characteristics of elite short- and long-distance triathletes. *European Journal of Applied Physiology, 88*(4), 427-430. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/10950503_Physiological_characteristics_of_elite_short-_and_long-distance_triathletes
- Millet, G. P., Vleck, V., & Bentley, D. J. (2014). Demandas Fisiológicas del Triatlón. *PubliCE Premium*. Disponible en: <https://g-se.com/demandas-fisiologicas-del-triatlon-1732-sa-a57cfb27244fe0>
- Norton, K., & Olds, T. (1995). *Antropometrica [Spanish version of Anthropometrica]*. Rosario: BYOSISTEM Servicio Educativo. Disponible en: <https://acortar.link/hS4cxS>
- Olaya-Cuartero, J., & Cejuela, R. (2021). Influence of biomechanical parameters on performance in elite triathletes along 29 weeks of training. *Applied Sciences, 11*(3), 1050. <https://doi.org/10.3390/app11031050>
- O'Toole, M. L., Douglas, P. S., & Hiller, W. D. (1989). Applied physiology of a triathlon. *Sports medicine, 8*(4), 201–225. <https://doi.org/10.2165/00007256-198908040-00002>

- Restrepo P., C., y Avella, R. (2016). Caracterización de la composición corporal, el perfil dermatoglífico, el consumo máximo de oxígeno (vo₂ máx.) y la fuerza prensil en la selección Bogotá de triatlón. *Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales*.
Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/view/325>
- Rønnestad, B. R., Hansen, E. A., & Raastad, T. (2010). Effect of heavy strength training on thigh muscle cross-sectional area, performance determinants, and performance in well-trained cyclists. *European journal of applied physiology*, 108, 965-975.
Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-009-1307-z>
- Seiler S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes?. *International journal of sports physiology and performance*, 5(3), 276–291. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.3.276>
- Strock, G. A., Cottrell, E. R., & Lohman, J. M. (2006). Triathlon. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 17(3), 553-564. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2006.05.010>
- Suriano, R., & Bishop, D. (2010). Physiological attributes of triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 340-347. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.03.008>
- Tanaka, H., Costill, D.L., Thomas, R., Fink, W.J., & Widrick, J.J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Med Sci Sports Exerc*, 25(8), 952-9. Disponible en: <https://paulogentil.com/pdf/Dry-land%20resistance%20training%20competitive%20swimming.pdf>
- Torrebadella Flix, X., & Arrechea Rivas, F. (2021). El 'triatlón' de Barcelona de 1914, primero de España. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 26(280), 2-22.
<https://doi.org/10.46642/efd.v26i280.2963>
- Torres, M. (2000). *Triatlón deporte para todos*. Barcelona: Paidotribo.

Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2012). *Principles of Anatomy and Physiology*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Warren, J. E. (2003). Consumo Máximo de Oxígeno:¿ Qué es?¿ Cómo se desarrolla?. *PubliCE Standard. Nov; Pid: 212*.

Weineck, J. (2019). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo.

Wilkins, E. & Bell, T. (2021). *Cycling Physiology & Training Science*. United Kingdom: Highnorth.

Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). *Physiology of Sport and Exercise*. Illinois: Human Kinetics.

Zhunio-Carchipulla, P. R., & Moscoso-García, R. F. (2021). Somatotipo y Composición Corporal de Triatletas Élite y Proyección de la Provincia del Azuay. *EPISTEME KOINONIA*, 4(1), 342–360. <https://doi.org/10.35381/e.k.v4i1.1582>