



**Características fisiológicas de las ciclistas femeninas profesionales del departamento de
Antioquia**

Santiago Cano Giraldo

Trabajo de grado presentado para optar al título de Profesional en Entrenamiento Deportivo

Asesor

Andrés Rojas Jaramillo, Magíster (MSc) en Fisiología del ejercicio

Universidad de Antioquia

Instituto Universitario de Educación Física y Deporte

Entrenamiento Deportivo

Medellín, Antioquia, Colombia

2023

Cita	(Cano Giraldo, 2018)
Referencia	Cano Giraldo, S. (2023). <i>Características fisiológicas de las ciclistas femeninas profesionales del departamento de Antioquia</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Grupo de Investigación Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte (GRICAFDE).

Centro de Investigaciones en Ciencias del Deporte (CICIDEP).

Asesor: Andrés Rojas Jaramillo

Colaboradores: Juan Fernando Morales Caballero, Mateo Rodas Betancur, Marco Andrey Moreno Monsalve y Laura Vergara García.



Biblioteca Ciudadela Robledo

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este proyecto va dedicado a mi familia, compañeros, profesores y mi novia, he llegado hasta este momento por la ayuda de estas personas y a ellos debo todos mis logros, ellos saben todas las dificultades que he pasado en este proceso y siempre me han apoyado, por eso les dedico este proyecto de investigación.

Agradecimientos

Estimados amigos, quiero agradecer a todas las personas que han hecho posible este proyecto de investigación.

Quisiera agradecer a mi asesor Andrés Rojas Jaramillo, quien desde el primer momento se ha convertido en mi mejor maestro, ha hecho las más grandes contribuciones en mi crecimiento profesional y a él debo gran parte de lo que he logrado.

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a mis compañeros, ellos han contribuido todo el tiempo en este proyecto con su disposición para colaborar y su constante retroalimentación.

Deseo agradecer a Gustavo León Sánchez, encargado del laboratorio de fisiología de Indeportes Antioquia, quien hizo posible hacer las mediciones necesarias para este proyecto investigativo.

Quisiera destacar y dar mi más sincero agradecimiento a todos integrantes del Equipo Orgullo Paisa, su constante disposición hizo posible contar con las mejores deportistas del departamento para la presente investigación.

Agradezco a todos los involucrados que no pude mencionar, sin la cooperación de muchas personas nada de esto sería posible.

Con gratitud, Santiago Cano Giraldo.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1. Planteamiento del problema	12
2. Justificación.....	14
3. Objetivos	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
4. Hipótesis.....	16
4.1 Hipótesis nula	16
4.2 Hipótesis alterna	16
5. Marco teórico	18
5.1 Umbral Ventilatorio 1	18
5.2 Umbral Ventilatorio 2	18
5.3 Consumo Máximo de Oxígeno	18
5.4 Salto con Contramovimiento.....	18
5.5 Potencia	18
5.6 Consumo energético en reposo	19
6. Metodología	20
6.1 Diseño del estudio	20
6.2 Configuración.....	20
6.3 Participantes	20
6.4 Criterios de inclusión	20

6.5 Criterios de exclusión.....	21
6.7 Variables.....	21
7. Resultados	23
8. Discusión.....	25
9. Conclusiones	27
10. Recomendaciones.....	28
Referencias	29

Lista de tablas

Tabla 1. Estadística descriptiva de la talla y peso	23
Tabla 2. Descriptivos de las pruebas de rendimiento	23
Tabla 3. Correlación de variables	24

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CHOS	Carbohidratos
CMJ	Salto con contramovimiento
FAT	Grasas
FT:CT	Flight time / Contraction time
Kg	Kilogramo
min	Minuto
ml	Mililitros
O₂	Oxígeno
RSI	Índice de Fuerza Reactiva
VO_{2max}	Consumo Máximo de Oxígeno.
VT₁	Umbral Ventilatorio 1
VT₂	Umbral Ventilatorio 2.
W	Vatios

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo realizar una caracterización fisiológica de las ciclistas femeninas profesionales del departamento de Antioquia, es un estudio de tipo cuantitativo con alcance descriptivo, el corte fue transversal debido a que se toman los datos en un solo momento, la muestra estuvo conformada por 13 ciclistas femeninas del Equipo de Mujeres Antioquia Orgullo Paisa, se evaluó el consumo metabólico en reposo, salto con contramovimiento (CMJ) y se realiza una cicloergoespiometría, hallando un consumo en reposo de carbohidratos de 49,1(39,6)% y un 50,9(39,6)% de consumo de grasas, por otro lado, el CMJ tuvo una altura de 25,9(3,87)cm y un RSI de 0,510(0,0936), por último, en la cicloergoespiometría se halló un consumo de oxígeno en el VT₁ de 36,1(4,39)ml*Kg*min, una potencia de 144(30,9)W en dicho umbral y un porcentaje de aprovechamiento de 68,7(5,01)%, en esa misma línea el consumo en el VT₂ fue de 47,6(6,33) ml*Kg*min, una potencia de 215(26,5)W en este umbral y un porcentaje de aprovechamiento de 90,4(4,83)%, del mismo modo, el VO_{2max} fue de 52,6(4,9) ml*Kg*min y una potencia generada de 287(22,8)W. Se llegó a la conclusión de que las ciclistas profesionales del departamento de Antioquia se encuentran atrasadas en nivel respecto al nivel internacional.

Palabras clave: descriptivo, caracterización, VO_{2max}, fisiología.

Abstract

The aim of this study was to perform a physiological characterization of professional female cyclists from the department of Antioquia. It is a quantitative study with a descriptive scope, and it had a cross-sectional design as data was collected at a single moment. The sample consisted of 13 female cyclists from the Antioquia Orgullo Paisa Women's Team. Metabolic consumption at rest, countermovement jump (CMJ), and cycle ergospirometry were evaluated. The findings revealed a carbohydrate consumption at rest of 49.1(39.6)% and a fat consumption of 50.9(39.6)%. Regarding the CMJ, the height achieved was 25.9(3.87)cm with a Reactive Strength Index (RSI) of 0.510(0.0936). Lastly, during the cycle ergospirometry, an oxygen consumption at VT1 of 36.1(4.39)mlKgmin, a power output of 144(30.9)W at this threshold, and an efficiency percentage of 68.7(5.01)% were found. Similarly, the consumption at VT2 was 47.6(6.33)mlKgmin, with a power output of 215(26.5)W at this threshold and an efficiency percentage of 90.4(4.83)%. Furthermore, the VO₂max was measured at 52.6(4.9)mlKgmin, with a generated power of 287(22.8)W. It was concluded that professional cyclists from the department of Antioquia lag behind the international level.

Keywords: descriptive, characterization, VO₂max, physiology.

Introducción

El ciclismo es un deporte que se puede clasificar como sociomotriz, teniendo en cuenta los aspectos expuestos por Parlebas, P. (1988), quien incluyó en esta categoría a los deportes que presentan interacción con el medio físico en el que se desarrollan, cooperación con compañeros e incluso interacción con rivales, sin embargo, en este deporte no se presenta una oposición directa, encontrando así determinantes las capacidades físicas que podrían ser el principal medio para marcar diferencias con los rivales.

En esa misma línea, entre las características principales del ciclismo de ruta se pueden encontrar la larga duración de las competencias, tanto en tiempo como en distancia recorrida. Adicionalmente, los deportistas realizan una gran cantidad de sprints de diferente duración en las competencias. En el alto nivel competitivo de la rama masculina, como se menciona en Sander, D., & van Erp, T. (2020), se puede resaltar que un ciclista suele recorrer entre 150 y 220 kilómetros por etapa en las Grandes Vueltas, con una duración entre 4 y 6 horas, y trazados entre 150 y 250 kilómetros en las demás competencias como las clásicas o critériums, teniendo una duración entre 4 y 6 horas, e incluso duración hasta 7,5 horas en ocasiones, perfilando este como un deporte de alta exigencia tanto en el componente físico como en el volitivo-agonístico. Ahora bien, estos esfuerzos prolongados incluyen también momentos de altísima intensidad, como se expone en el estudio de Ebeert, et al (2006), en el cual se analizó durante 6 años diversas competencias de ciclismo, encontrando que en las etapas planas se realizan más de 20 sprints por etapa, en las etapas de montaña se realizan más de 40 sprints y en los critériums se realizan más de 60 acciones de sprint. Estas características del deporte hacen que el control del entrenamiento deba contemplar criterios de medición objetivos, con el fin de individualizar las necesidades específicas de cada deportista, teniendo en cuenta los parámetros maximales y submaximales.

Cabe destacar que los ciclistas profesionales no encuentran diferencias significativas en todos los parámetros maximales de rendimiento respecto a los ciclistas élite, las diferencias significativas se suelen encontrar en los parámetros submaximales. Lo anterior se referencia en estudios como el realizado por Lucia, A. et al (1998), en dicho estudio estimaron los umbrales aeróbico (VT_1), anaeróbico (VT_2) y el VO_{2max} , pudieron determinar que no se encuentran diferencias significativas en el VO_{2max} relativo y absoluto, al contrario, en la potencia absoluta y relativa

generadas en el VO_{2max} , si se encuentran diferencias significativas entre los ciclistas profesionales y élite, siendo superiores los ciclistas profesionales.

Por otro lado, en el VT_1 no se encuentran diferencias significativas en el VO_2 relativo al que alcanzan dicho umbral, sin embargo, las diferencias significativas se encuentran en los parámetros de $\% VO_{2max}$, potencia absoluta y potencia relativa, de esta manera se detecta que en umbrales submaximales como el VT_1 se encuentran mayores diferencias entre los ciclistas élite y profesionales. De igual manera, en el VT_2 , los valores de VO_2 obtenidos no presentan diferencias significativas, no obstante, en los demás indicadores como el de $\%VO_{2max}$, potencia absoluta y potencia relativa residen las diferencias entre estos grupos (íbid).

Es importante resaltar que, durante la competencia los umbrales submaximales son de gran relevancia, esto se refleja en el estudio de Sanders, D., & Heijboer, M. (2019), en el cual hicieron una recopilación de los datos de todas las etapas de 7 miembros de un equipo World Tour durante el Giro de Italia masculino, y tomando en cuenta los perfiles de potencia evaluados previamente, establecieron el tiempo que los ciclistas pasaban en la etapa en cada umbral, encontrando que tanto en las etapas planas, de media montaña y de alta montaña los deportistas permanecían más del 65% del tiempo total de la etapa sin superar el VT_1 , por el contrario, los deportistas no pasaban más del 20% del tiempo por encima del VT_2 .

Los parámetros fisiológicos tanto maximales como submaximales son importantes en el ciclismo, conocer sus valores puede establecer un punto de referencia importante, tanto para compararse con otros ciclistas, como para evaluar los resultados del proceso de entrenamiento.

1. Planteamiento del problema

El ciclismo de ruta femenino en Colombia aún se encuentra en proceso de profesionalización, muestra de esto es que la Vuelta a Colombia femenina se ha realizado únicamente 7 veces, desde el año de su inauguración en el 2016, sin embargo, su primera edición se realizó como competencia aficionada; posteriormente, desde el año 2017 hace parte del calendario UCI. Por otro lado, muchos de los equipos se encuentran aún en proceso de formación, por lo que no pueden participar en muchas de las competencias a nivel nacional, haciendo que en estas se halle un bajo nivel competitivo.

En el contexto internacional se han investigado algunas de las variables de rendimiento, esto se muestra en estudios como el de van Erp, T., & Lamberts, R. P. (2022), en este se evaluó el perfil de potencia de 14 ciclistas profesionales femeninas integrantes de uno de los mejores d1o equipos del mundo, en dicha investigación, recopilaron los datos de potencia absoluta y relativa en pruebas desde los 6 segundos hasta 1 hora.

En esa misma línea, Menaspà, P., et al (2017), presentaron evidencia sobre el perfil de potencia de las ciclistas femeninas durante la Copa Mundo, teniendo en cuenta variables de potencia desde los 5 segundos hasta 1 hora, adicionalmente, ofrecen una comparativa entre las ciclistas top 10 y no top 10.

Por otro lado, en el estudio de Martin, D. et al (2001), en el cual se tomaron en cuenta parámetros fisiológicos medidos a través de cicloergoespirometría, se puede destacar que en el ciclismo femenino se encuentran cifras de VO_{2max} relativo de 63,8 (4,2) ml*Kg*min, un VO_{2max} absoluto de $3,85 \pm 0,30$ L*min, la potencia absoluta generada en el VO_{2max} fue de 333 (21)W, una potencia relativa en el VO_{2max} de 5,4 (0,4) W*Kg, lo anterior se determinó en pruebas realizadas al Equipo Nacional de Estados Unidos, ahora bien, en los indicadores submaximales se encuentra en el VT_2 un porcentaje de aprovechamiento del 83,6 (2,7) % respecto al VO_{2max} , una potencia absoluta de 224 (8) W y una potencia relativa de 3,7 (0,3) W*Kg.

Ahora bien, se encuentran también precedentes en los que se asocian indicadores de rendimiento neuromuscular como el Salto con Contramovimiento (CMJ) y el rendimiento en el test anaeróbico de Wingate, esta información ha sido compartida en el estudio de Otegui, X. et al (2012), en el cuál encontraron una relación significatva entre las variables de tiempo de vuelo

(CMJ) con la eficiencia mecánica, potencia media ($r: 0,61$ $p<0,05$) y potencia máxima producidas en el test anaeróbico de Wingate.

La evidencia disponible sobre estos factores de rendimiento en el ciclismo de ruta femenino en Colombia es escasa, por lo tanto, se hace indispensable establecer valores de referencia en la población colombiana.

2. Justificación

Las variables fisiológicas se han perfilado como un indicador importante del nivel de las ciclistas profesionales femeninas, encontrando datos de múltiples ciclistas del contexto internacional. Esto permite tener datos de las necesidades de las ciclistas durante la competencia, tomando en cuenta la duración de los esfuerzos en las diferentes zonas de intensidad, las variables maximales como el Consumo Máximo de Oxígeno (VO_{2max}), la potencia generada en dicho umbral, el consumo de oxígeno en el umbral ventilatorio 2 (VT_2), potencia generada en el VT_2 y el número de sprints en las diferentes competencias, así como la duración de dichos sprints

El ciclismo de ruta femenino en Colombia se encuentra en proceso de crecimiento, esto se ha traducido en la formación de nuevos equipos y se han exportado ciclistas al contexto internacional, se plantea así la necesidad de hacer evaluación de los indicadores de rendimiento fisiológicos y neuromusculares como un ítem importante para el desarrollo de esta modalidad en Colombia, ofreciendo datos que se puedan comparar con deportistas internacionales y conocer el nivel actual de las ciclistas profesionales femeninas en Colombia.

El presente estudio aporta una perspectiva más amplia sobre las características y necesidades de esta disciplina en crecimiento en Colombia, se propone entonces realizar una valoración de la capacidad neuromuscular y metabólica, tomando en cuenta indicadores en reposo, submaximales y maximales, en pocas palabras, desde el conocimiento científico este estudio permitirá detectar posibles fortalezas y debilidades de las ciclistas profesionales colombianas, así como, aportar criterios de medición que permitan hacer adecuados procesos de detección y selección de talentos con miras al alto nivel competitivo.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar las características neuromusculares y fisiológicas maximales, submaximales y en reposo de las ciclistas profesionales femeninas del departamento de Antioquia.

3.2 Objetivos específicos

Establecer la relación entre las características neuromusculares y fisiológicas maximales, submaximales y en reposo de las ciclistas profesionales femeninas del departamento de Antioquia.

4. Hipótesis

4.1 Hipótesis nula

Ho: Las características neuromusculares y fisiológicas maximales, submaximales y en reposo no tienen una relación estadísticamente significativa.

4.2 Hipótesis alterna

Ha: Las características neuromusculares y fisiológicas maximales, submaximales y en reposo tienen una relación estadísticamente significativa.

4.3 Variables

VO₂max: También llamado consumo máximo de oxígeno hace referencia a la “cantidad máxima de O₂ que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo” Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2013).

Potencia en el VO₂max: Es la potencia que el deportista genera en el pedaleo al alcanzar el VO₂max.

VT₂: Hace referencia al consumo de oxígeno generado en el umbral anaeróbico. Este se determina por un aumento de el Cociente respiratorio denotando un aumento de glucólisis anaeróbica en el proceso de obtención de energía. (Ibid).

Porcentaje de aprovechamiento en el VT₂: Hace referencia a la proporción que representa el umbral anaeróbico respecto al consumo máximo de oxígeno.

Potencia en el VT₂: Es la potencia que las ciclistas generan en el pedaleo al alcanzar el umbral anaeróbico.

VT₁: Hace referencia al consumo en el umbral aeróbico.

Porcentaje de aprovechamiento en el VT₁: Hace referencia a la proporción que representa el umbral aeróbico respecto al consumo máximo de oxígeno.

Potencia en el VT1: Es la potencia que las ciclistas generan en el pedaleo al alcanzar el umbral aeróbico.

Altura del CMJ: Altura que se genera en un gesto en el cual los sujetos en un movimiento de triple extensión en miembros inferiores se desplazan en un vector vertical a la máxima intensidad despegándose del suelo.

FT: CT: Flight time / contraction time. Es el resultado de la división del tiempo de vuelo entre el tiempo de contracción.

Peso: Corresponde a la masa de las deportistas con la vestimenta de competencia y sin calzado.

Talla: Para esta variable se toma la medida de las deportistas en posición erguida y de pie.

Edad: Hace referencia a la edad cronológica de las deportistas.

5. Marco teórico

5.1 Umbral Ventilatorio 1

El umbral ventilatorio 1 (VT₁), o también llamado Umbral Aeróbico, como se menciona en Chicharro, J. L. (2013), hace referencia al momento en el que el metabolismo donde se pierde el predominio del consumo de grasas como fuente energética y el uso de fibras tipo I, empezando así el reclutamiento de fibras tipo II y se hace presente una mayor presencia del metabolismo anaeróbico progresivamente, para poder soportar la creciente intensidad del ejercicio, situándose así en un estado mixto aeróbico-anaeróbico.

5.2 Umbral Ventilatorio 2

El umbral ventilatorio 2 (VT₂), también denominado umbral anaeróbico o máximo estado estable del lactato, referenciado en Chicharro, J. L. (2013), se caracteriza por necesidades mayores de tensión muscular, reclutando fibras tipo IIx y una dependencia mayoritaria del metabolismo glucolítico anaeróbico, aumentando la concentración del lactato intramuscular y descensos del pH.

5.3 Consumo Máximo de Oxígeno

Se define Consumo Máximo de Oxígeno (VO_{2max}), a la “cantidad máxima de O₂ que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo” Chicharro, J. L. (2013).

5.4 Salto con Contramovimiento

Es un movimiento de triple extensión de miembros inferiores que tiene como objetivo alcanzar la mayor altura posible, y como se menciona en Reyes, P (2011), funciona como una herramienta para medir la RFD, la capacidad de reclutamiento de unidades motoras, así como un indicador de la fuerza muscular y la potencia.

5.5 Potencia

Cómo se menciona en González, J. & Gorostiaga (1995), la potencia es el producto de la fuerza por la velocidad en cada instante del movimiento. En esa misma línea, en el ciclismo esta variable se utiliza para el control de la intensidad, utilizando un instrumento para la medición de la potencia del pedaleo, a este dispositivo se le llama potenciómetros, tal como se enseña en Allen, H., & Coggan, A. (2014), el potenciómetro permite conocer un registro de la potencia generada segundo a segundo, permitiendo llevar un registro completo de todo el esfuerzo realizado.

5.6 Consumo energético en reposo

En este estudio se mide el consumo metabólico en reposo, este se obtiene por medio de una ergoespirometría, de esta manera se determina el Cociente Respiratorio, como se menciona en Guillamón, A. R. (2015), este hace referencia la relación entre el O₂ consumido y el CO₂ eliminado, conocer esta relación permite establecer si se predomina el metabolismo de las grasas o los carbohidratos.

6. Metodología

6.1 Diseño del estudio

El presente estudio, por la manipulación de las variables es un estudio cuantitativo, por el grado de manipulación de las variables y los objetivos del estudio es descriptivo; por el enfoque del análisis de los datos la investigación es en parte inferencial, por las variables independientes establecidas. Por último, la investigación es de corte transversal, ya que se analizan los datos en un solo momento.

6.2 Configuración

Se convoca a las integrantes del Equipo de Mujeres Antioquia Orgullo Paisa que deseen participar en el estudio. Se citan el día 15 de Agosto de 2022 a las 6:00 am, en el Laboratorio de Fisiología de Indeportes Antioquia en Medellín, Antioquia. Al llegar, las participantes reciben orientaciones sobre la intervención que se realizará, posteriormente firman el consentimiento informado, el asentimiento y se inicia el proceso de evaluación: Esta valoración incluía una prueba de metabolismo basal y posteriormente una prueba incremental maximal en simulador de ciclismo, en estas pruebas se realiza un protocolo respiración a respiración con un dispositivo metabólico COSMED, a las personas que estaban interesadas en participar en el estudio se les especificó que debían llegar en un estado de ayuno de mínimo 12 horas. Estos resultados fueron recopilados en una tabla de Microsoft Excel 2021, para analizar posteriormente en los Jamovi, Software R e IBM SPSS.

6.3 Participantes

Se emplea un muestreo no probabilístico, la muestra fue elegida a conveniencia del investigador por disponibilidad de los sujetos. El estudio se realizó con 13 participantes mujeres, ciclistas de ruta de alto nivel pertenecientes al Equipo de Mujeres Antioquia Orgullo Paisa, con edades entre los 14 y 23 años.

6.4 Criterios de inclusión

- Pertenecer al Equipo de Mujeres Antioquia Orgullo Paisa.
- Firma del consentimiento informado
- Firma del asentimiento
- No contar con alguna limitación de salud que impida la práctica deportiva.

- Edades entre 14 y 23 años.

6.5 Criterios de exclusión

- Pertenecer al Equipo de Mujeres Antioquia Orgullo Paisa.
- Firma del consentimiento informado
- Firma del asentimiento
- No contar con alguna limitación de salud que impida la práctica deportiva.
- Edades entre 14 y 23 años.

6.7 Variables

VO₂max: También llamado consumo máximo de oxígeno hace referencia a la “cantidad máxima de O₂ que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo” Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2013).

Potencia en el VO₂max: Es la potencia que el deportista genera en el pedaleo al alcanzar el VO₂max.

VT₂: Hace referencia al consumo de oxígeno generado en el umbral anaeróbico. Este se determina por un aumento de el Cociente respiratorio denotando un aumento de glucólisis anaeróbica en el proceso de obtención de energía. (Ibid).

Porcentaje de aprovechamiento en el VT₂: Hace referencia a la proporción que representa el umbral anaeróbico respecto al consumo máximo de oxígeno.

Potencia en el VT₂: Es la potencia que las ciclistas generan en el pedaleo al alcanzar el umbral anaeróbico.

VT₁: Hace referencia al consumo en el umbral aeróbico.

Porcentaje de aprovechamiento en el VT₁: Hace referencia a la proporción que representa el umbral aeróbico respecto al consumo máximo de oxígeno.

Potencia en el VT₁: Es la potencia que las ciclistas generan en el pedaleo al alcanzar el umbral aeróbico.

Altura del CMJ: Altura que se genera en un gesto en el cual los sujetos en un movimiento de triple extensión en miembros inferiores se desplazan en un vector vertical a la máxima intensidad despegándose del suelo.

FT: CT: Flight time / contraction time. Es el resultado de la división del tiempo de vuelo entre el tiempo de contracción.

Peso: Corresponde a la masa de las deportistas con la vestimenta de competencia y sin calzado.

Talla: Para esta variable se toma la medida de las deportistas en posición erguida y de pie.

Edad: Hace referencia a la edad cronológica de las deportistas.

6.8 Fuentes de datos / Medición.

VO₂max, VT₂, Porcentaje de aprovechamiento VT₂, VT₁, Porcentaje de aprovechamiento VT₁: Estos parámetros son determinados por medio del dispositivo metabólico COSMED K5, determinando el VO₂/VCO₂ en cada respiración.

Potencia en el VO₂max, Potencia en el VT₂, Potencia en el VT₁: La potencia generada en el pedaleo es determinada en el cicloergómetro Cyclus 2.

Altura del CMJ: La prueba del CMJ es realizada en la plataforma de contacto Vald ForceDecks Dual Force Plate System, esta variable es medida después de un calentamiento previo que incluía 5 minutos en bicicleta estática a baja intensidad, luego las ciclistas realizaban 10 sentadillas profundas y luego de una pausa realizaban 5 CMJ, una vez finalizado este calentamiento se mide el CMJ en la plataforma.

Peso: La masa de las participantes es medida por medio de una báscula sport fitness, esta es determinada en estado de ayuno.

Talla: La altura es determinada utilizando un tallímetro, esta se mide antes de realizar las pruebas de esfuerzo físico.

Edad: Se determina la fecha de nacimiento de las ciclistas teniendo en cuenta los documentos de identificación.

6.9 Análisis estadístico.

Se analizó la distribución de datos a través del estadístico Shapiro Wilk, se determinó que había una distribución normal por lo tanto se utilizaron medias y desviación estándar para el análisis univariado.

Para el análisis bivariado se utilizó la r de Pearson con intervalos de confianza del 95% y la significancia se estableció en un $p < 0,05$.

7. Resultados

Tabla 1. Estadística descriptiva de la talla y peso

	Talla	Peso
N	13	13
Media	162	55.9
Desviación estándar	5.31	4.65

La talla tuvo una media de 162 centímetros con una desviación estándar de 5,31 centímetros y, por otro lado, el peso tuvo una media de 55,9 kilogramos y una desviación estándar de 4,65 kilogramos

Tabla 2. Descriptivos de las pruebas de rendimiento

CHOS Reposo	FAT Reposo	Consumo VT1 (ml/Kg/min)	Potencia VT1(w)	Porcentaje de aprovechamiento	Consumo VT2 (ml/kg/min)
49,1(39,6) [22,5-75,7]	50,9(39,6) [24,3-77,5]	36,1(4,39) [33,5-38,8]	144(30,9) [126-163]	68,7(5,01) [65,7-71,8]	47,6(6,33) [43,8-51,5]
Potencia VT2(w)	Porcentaje de aprovechamiento (2)	VO2 Max (ml/kg/min)	Potencia VO2 Max(w)	Altura CMJ	RSI Modificado
215(26,5) [199-231]	90,4(4,83) [87,4-93,3]	52,6(4,9) [49,6-55,5]	287(22,8) [274-301]	25,9(3,87) [23,6-28,3]	0,510(0,0936) [0,453-0,567]

Entre los valores de rendimiento maximales determinados en el protocolo incremental de Conconi se puede destacar un VO_{2max} de 52,6 (4,9) ml*Kg*min, y una producción de potencia en el VO_{2max} de 287 (22,8) W.

Por otro lado, el porcentaje de aprovechamiento del VT_2 hallado fue de un 90,4 (4,83) % y una potencia absoluta generada en este umbral de 215 (26,5) W. En esa misma línea, el porcentaje de aprovechamiento del VT_1 tuvo un valor medio de 68,7 (5,01) % y una producción de potencia de 144 (30,9) W.

Tabla 3. Correlación de variables

		Potencia VO2 Max(w)	Potencia VT1(w)	Potencia VT2(w)	Altura CMJ	RSI Modificado
Potencia VO2 Max(w)	R de Pearson	—				
	IC 95% Superior	—				
	IC 95% Inferior	—				
Potencia VT1(w)	R de Pearson	0.499	—			
	IC 95% Superior	0.824	—			
	IC 95% Inferior	-0.072	—			
Potencia VT2(w)	R de Pearson	0.498	0.061	—		
	IC 95% Superior	0.823	0.592	—		
	IC 95% Inferior	-0.074	-0.507	—		
Altura CMJ	R de Pearson	-0.151	-0.414	0.474	—	
	IC 95% Superior	0.436	0.177	0.813	—	
	IC 95% Inferior	-0.648	-0.788	-0.104	—	
RSI Modificado	R de Pearson	-0.164	-0.250	0.030	0.615	—
	IC 95% Superior	0.425	0.349	0.572	0.871	—
	IC 95% Inferior	-0.656	-0.704	-0.530	0.096	—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

La potencia en el VO_{2max} tuvo una correlación moderada con la potencia en el VT_1 , del mismo modo, la potencia en el VO_{2max} tuvo una correlación moderada con la potencia en el VT_2 , por otro lado, la potencia en el VO_{2max} tuvo una correlación negativa débil con la altura del CMJ y el RSI modificado, ninguna de las anteriores correlaciones fue significativa.

Por otro lado, la potencia en el VT_1 tiene una correlación nula con la potencia en el VT_2 , no obstante, tuvo una correlación negativa moderada con la altura del CMJ y una correlación negativa débil con el RSI modificado, destacando que ninguna de estas correlaciones fue significativa.

Por otra parte, la variable potencia en el VT_2 tuvo una correlación moderada con la altura del CMJ, sin embargo, la correlación que mostró con el RSI modificado fue nula, encontrando que ninguna de estas relaciones fue significativa.

Agregando a lo anterior, la altura del CMJ tiene una correlación fuerte con el RSI modificado, sin embargo, esta relación no fue significativa.

8. Discusión

En el presente estudio se encontró que las variables tienen un comportamiento mayoritariamente inclinado a tener correlaciones débiles o moderadas, sin embargo, es importante resaltar que ninguna de estas correlaciones ha sido significativa.

El estudio permitió establecer un perfil de rendimiento que puede favorecer en futuros procesos de detección de talentos para el ciclismo de ruta femeninos, estableciendo un punto de referencia con el cuál contrastar futuras pruebas de rendimiento.

Entre los valores encontrados podemos encontrar un VO_{2max} de 52,6 (4,9) $ml \cdot Kg \cdot min$, y una producción de potencia en el VO_{2max} de 287 (22,8) W, este valor lo podemos contrastar con lo encontrado por Martin, D. T. et al (2001), quienes aportan datos de VO_{2max} de 63,8 (4,2) $ml \cdot Kg \cdot min$ en ciclistas del Equipo Nacional de Estados Unidos, 64,2 (4,0) $ml \cdot Kg \cdot min$ en participantes del Idaho Tour y 57,4 (6,6) $ml \cdot Kg \cdot min$ en ciclistas del Equipo Nacional de Estados Unidos, se nota así que el Consumo Máximo de Oxígeno de las ciclistas profesionales de Antioquia tienden a tener valores inferiores en este parámetro de rendimiento.

En esa misma línea, la potencia en el VO_{2max} que se registra en el actual estudio es de 287 (22,8) W, datos que se evidencian inferiores comparados con los 331 (21) W registrados por el Equipo Nacional de Estados Unidos, de esta manera se hace claro que en los indicadores maximales las ciclistas profesionales del departamento de Antioquia aún tienen una distancia notable respecto al nivel que se puede encontrar en el contexto internacional.

Ahora bien, cuando tomamos en cuenta un índice submaximal como el porcentaje de aprovechamiento en el VT2, el cual tuvo valores de 90,4 (4,83) % podemos notar que se muestra superior frente al 83,6 (2,7) %, da a entender que las ciclistas profesionales del departamento de Antioquia pueden tener una notable optimización del Umbral Ventilatorio 2, no obstante, cuando hacemos la comparativa partiendo desde la potencia generada en este umbral que fue de 215 (26,5) W, y teniendo en cuenta la registrada por el Equipo Nacional de Estados Unidos podemos sugerir que la distancia en este aspecto ha sido menos notable comparado con los indicadores maximales.

Se hace indispensable la medición de los valores de rendimiento submaximales, teniendo en cuenta las características de duración de las etapas en el ciclismo, lo que conlleva a que por tiempos muy prolongados se realicen esfuerzos que no llegan al máximo, como se afirma en el

estudio de Sanders, D., & Heijboer, M. (2019), en este se evidencia que los deportistas se pasan más del 65% de las etapas sin superar el VT1 y menos del 20% por encima del VT2.

Este estudio tuvo limitaciones en el tamaño de la muestra, esto debido a que el alto nivel competitivo implica por sí mismo una población muy exclusiva, adicionalmente, la evidencia disponible sobre las características fisiológicas de las mujeres es escasa, por lo que no es posible tener valores de referencia para todos los parámetros.

Este estudio pretende marcar un precedente y una referencia para futuras investigaciones, aportando gran cantidad de datos que puedan servir para ampliar el conocimiento desde el punto de vista científico, los datos otorgados pueden ser el punto de partida para futuras investigaciones, teniendo en cuenta que es escasa la evidencia que caracterice a las ciclistas profesionales colombianas.

El ciclismo femenino es un deporte en proceso de profesionalización en Colombia, el presente estudio puede marcar un pilar fundamental para el desarrollo del ciclismo femenino en Colombia, aportando conocimiento desde el punto de vista científico, estableciendo valores de referencia adecuados para esta población, permitiendo así un crecimiento con un norte claro, con objetivos realistas que permitan solucionar las falencias encontradas y aprovechar las fortalezas de las ciclistas colombianas.

9. Conclusiones

En el presente estudio no se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre las variables evaluadas.

Comparando los datos con la información hallada en las ciclistas del contexto internacional, las ciclistas profesionales del departamento de Antioquia se encuentran aún muy lejos del nivel necesario para estar en las competencias más importantes a nivel mundial.

Este estudio logra establecer un punto de referencia sobre el nivel actual del ciclismo femenino en Colombia, esto permitirá plantear futuras investigaciones en las que se pueda analizar los avances logrados.

10. Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda tener en cuenta a más equipos profesionales de ciclismo femeninos, así como realizar mediciones en ciclistas femeninas que aún no se encuentren en el profesionalismo, y de esta manera entender las diferencias entre estas poblaciones.

Contrastar los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio con test de campo permitiría tener una visión más amplia sobre las fortalezas y necesidades de las ciclistas profesionales femeninas en Colombia.

Referencias

- Parlebas, P. (1988). Elementos de sociología del deporte. Universidad Internacional Deportiva.
- van Erp, T., & Lamberts, R. P. (2022). Performance characteristics of top5 versus not-top5 races in female professional cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Menaspà, P., Sias, M., Bates, G., & La Torre, A. (2017). Demands of world cup competitions in elite women's road cycling. *International journal of sports physiology and performance*.
- Chicharro, J. L. (2013). Fisiología del entrenamiento aeróbico: una visión integrada.
- Reyes, P. J., & Badillo, J. J. G. (2011). Control de la carga de entrenamiento a través del CMJ en pruebas de velocidad y saltos para optimizar el rendimiento deportivo en atletismo. *Cultura, Ciencia y Deporte*.
- González Badillo, J. J., & Gorostiaga, E. (1995). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Inde. Barcelona.
- Allen, H., & Coggan, A. (2014). Entrenar y correr con potenciómetro. Editorial Paidotribo México.
- Lucia, A., Pardo, J., Durantez, A., Hoyos, J., & Chicharro, J. L. (1998). Physiological differences between professional and elite road cyclists. *International journal of sports medicine*.
- Martin, D. T., McLean, B., Trewin, C., Lee, H., Victor, J., & Hahn, A. G. (2001). Physiological characteristics of nationally competitive female road cyclists and demands of competition. *Sports Medicine*.
- Sanders, D., & Heijboer, M. (2019). Physical demands and power profile of different stage types within a cycling grand tour. *European journal of sport science*.
- Otegui, X. M., Tobalina, J. C., López, J. R. F., & Pallarés, J. G. (2012). Validez del test de salto para la valoración del rendimiento anaeróbico y la asimetría en el ciclismo de

alto nivel. SPORT TK-Revista EuroAmericana De Ciencias Del Deporte, 1(1), 39-45.

Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2013). Fisiología del ejercicio. Ed. Médica Panamericana.