

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y CALIDAD DE VIDA**

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS
ANTROPOMÉTRICAS Y CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO DEL
CICLISTA PROFESIONAL COSTARRICENSE SEGÚN
ESPECIALIDAD Y TIPO DE PRUEBA**

**Artículo científico sometido a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de
Graduación para optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en
Rendimiento Deportivo**

**María Alejandra Murillo Murillo
Harold Ramos Méndez**

**Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica
2016**

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS Y CONSUMO
MÁXIMO DE OXIGENO DEL CICLISTA PROFESIONAL COSTARRICENSE SEGÚN
ESPECIALIDAD Y TIPO DE PRUEBA**

**MARÍA ALEJANDRA MURILLO MURILLO
HAROLD RAMOS MÉNDEZ**

**Artículo científico sometido a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de
Graduación, para optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en
Rendimiento Deportivo. Cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de
Costa Rica. Heredia, Costa Rica.**

Miembros del Tribunal Examinador



Dr. Rafael Vindas Bolaños

**Decano de la Facultad de Ciencias de
la Salud**



Dra. María Morera Castro

**Subdirectora de la Escuela de Ciencias del
Movimiento Humano y Calidad de Vida**

M.Sc. Braulio Sánchez Ureña

Tutor



Ph.D. Felipe Araya Ramírez

Lector



M.Sc. Elizabeth Carpio Rivera

Lectora



María Alejandra Murillo Murillo

Sustentante



Harold Ramos Méndez

Sustentante

**Artículo científico sometido a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de
Graduación, para optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en
Rendimiento Deportivo. Cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de
Costa Rica. Heredia, Costa Rica.**

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS Y CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO DEL CICLISTA PROFESIONAL COSTARRICENSE SEGÚN ESPECIALIDAD Y TIPO DE PRUEBA

María Alejandra Murillo Murillo, Bach.¹ Harold Ramos Méndez, Bach.¹

Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida

Universidad Nacional, Costa Rica

Resumen

Propósito: determinar las características antropométricas y el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) de ciclistas profesionales costarricenses y comparar estos parámetros según el tipo de prueba o la especialidad que practican los ciclistas. **Metodología:** participaron un total de 22 ciclistas categoría élite, con un promedio de edad de 24.7 ± 3.7 años, peso corporal de 64.5 ± 2.7 kg, estatura de 1.73 ± 0.02 m y una experiencia en competencias de 10 ± 2.3 años. Del total de la muestra, según el tipo de prueba se hicieron dos grupos, el primero de ($n=13$) sujetos compiten en ciclismo de montaña (MTB por sus siglas en inglés) y ciclismo de ruta de manera conjunta y el segundo grupo de ($n=9$) de ellos solamente en ciclismo de ruta (CR). Además según la especialidad se hizo tres grupos, ($n=12$) ciclistas se especializan en cualquier tipo de topografía (todo terreno), ($n=6$) en competencias de contrarreloj y ($n=4$) se especializan como escaladores de montaña. A todos los ciclistas se les realizaron las siguientes mediciones antropométricas: peso, estatura y porcentaje de grasa corporal. Además, se midió el $VO_{2\text{máx}}$ de forma directa. Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva (promedios y desviaciones estándar), t student para grupos independientes y ANOVA de una vía para grupos independientes y cuando fue necesario se utilizó el análisis post hoc de Tukey. **Resultados:** en general, los ciclistas tenían un peso de 64.5 ± 2.8 kilogramos, una estatura de 1.73 ± 0.02 metros y presentaron un porcentaje de grasa corporal promedio de $9.6 \pm 1.8\%$ y un $VO_{2\text{máx}}$ de 65.4 ± 1.3 ml/kg/min. Según el tipo de prueba, no se registraron diferencias estadísticamente significativas en las variables peso, estatura, porcentaje de grasa corporal y $VO_{2\text{máx}}$ entre los ciclistas que practican solamente ruta y aquellos que practican ruta y MTB de manera conjunta. Según su especialidad se detectó diferencias significativas ($F_{(2)}=4.95$; $p=.02$) en la variable peso corporal, mostrando que los contrarrelojistas son significativamente más pesados que los escaladores. Sin embargo, no se encontró diferencias entre el peso de contrarrelojistas y los todo terreno, tampoco entre el peso de los todo terreno con respecto a los escaladores. Con relación a las variables (estatura, porcentaje de grasa corporal y $VO_{2\text{máx}}$) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas según la especialidad de los ciclistas ($p>.05$). **Conclusión:** las características antropométricas según el tipo de prueba de los ciclistas costarricenses, que practican ciclismo de montaña y ciclismo de ruta de manera conjunta o que solamente practican ciclismo de ruta son similares. Asimismo, según la especialidad las características antropométricas entre escaladores, contrarrelojistas y todo terreno también son similares con excepción del peso corporal, ya que es significativamente mayor en los contrarrelojistas que los escaladores. Finalmente, el $VO_{2\text{máx}}$ del ciclista profesional costarricense es menor a lo reportado en la literatura en ciclistas de la elite mundial, independientemente del tipo de prueba o la especialidad de competición que practiquen.

Palabras clave: composición corporal, consumo máximo de oxígeno, ciclista de montaña, ciclista de ruta.

Introducción

La estructura de las carreras de ciclismo pueden variar entre eventos de un único día y eventos por etapas, en el que se incluyen diferentes tipos de pruebas como lo son contrarreloj, etapas con rutas predominantemente llanas y etapas con rutas donde predomina la montaña (Lee, Martin, Anson, Grundy y Hahn, 2002). El rendimiento deportivo de los ciclistas en estos eventos puede ser influenciado por características fisiológicas como el consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{máx}$) y el umbral anaeróbico (Menaspà, Abbiss y Martin, 2013) y también por aspectos antropométricos como la composición corporal (Coutinho, Trigueiro, da Silva, dos Santos y Soares, 2011; Padilla, Mujika, Cuesta y Goiriena, 1999; Peinado, Benito, Díaz, González, Zapico, Álvarez, Maffulli y Calderón, 2011).

De manera tal, que la medición de las características antropométricas y el $VO_2\text{máx}$ son importantes para el buen desempeño del ciclista elite, tanto en las diferentes etapas del entrenamiento, como para determinar su máximo potencial antes de una competencia, de manera que con los datos suministrados se puedan conocer los aspectos a mejorar y planificar mejor la temporada, buscando elevar el nivel del ciclista en las competiciones (Jeukendrup, Craig y Hawley, 2000; Padilla et al., 1999; Peinado et al., 2011).

Algunas mediciones antropométricas específicas, como talla, composición corporal y estructura del cuerpo han sido utilizadas como un índice relacionado con el rendimiento deportivo de los ciclistas (Coutinho et al., 2011; Padilla et al., 1999; Peinado et al., 2011). Por tal razón, en estudios previos se han evaluado las características físicas de ciclistas (Coutinho et al., 2011; Peinado et al., 2011; Martínez, Fideu y Ferrer, 1993; Tuche, Fazolo, Assis, Dantas y Fernandes, 2005), ya que se reconoce la necesidad de realizar estas mediciones, para que de esta manera se puedan identificar las particularidades que permitan determinar la especialidad en la que estos atletas puedan tener un desempeño más eficiente (Peinado et al., 2011).

Al respecto Peinado et al. (2011) realizaron un análisis multivariado discriminante y lograron demostrar que al incluir en el análisis el peso corporal, la altura de los sujetos y el porcentaje de grasa obtenido mediante 6 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, abdominal, suprailíaco, muslo y pantorrilla), 3 diámetros (bicondíleo de fémur, bicondíleo de húmero y biestiloideo de muñeca) y 3 circunferencias (brazo contraído, muslo y pantorrilla), así como el $VO_2\text{máx}$ e IMC de los ciclistas, se

logra discriminar en un 100% la especialidad que debe desempeñar el deportista, de manera que se logra establecer el programa de entrenamiento que según su especialidad, mejore al máximo su rendimiento deportivo.

Además, la evaluación de la antropometría de los ciclistas también es importante, ya que el rendimiento de estos atletas está determinado en gran parte por otras características morfológicas como el peso, el área de superficie frontal (Lucía, Hoyos y Chicharro, 2001; Padilla et al., 1999) y el índice de masa corporal (IMC) (Lucía et al., 2001).

Respecto al VO_2 máx, este no debe ser descartado como una cualidad importante para el rendimiento en el ciclismo (Faria, Parker y Faria, 2005; Impellizzeri y Marcora, 2007; Schmitz, Van Breda y Kuipers, 2007), principalmente si se toma en cuenta que existe una asociación entre el nivel competitivo y valores de VO_2 máx por encima de los 70 ml/kg/min como requisito previo para competir en un alto nivel mundial, inclusive se ha indicado que poseer valores de VO_2 máx de/o superiores a 70 ml/kg/min es lo que contribuye con la capacidad del ciclista para mantener altas cargas de trabajo (por encima de 90% del VO_2 máx) por períodos prolongados de tiempo (60 minutos o más) (Faria et al., 2005; Lucía, Hoyos y Chicharro, 2000; Lucía et al., 2001), por lo que se recomienda el análisis de esta variable fisiológica como pauta para lograr un rendimiento óptimo (Faria et al., 2005).

En Costa Rica se carece de investigaciones científicas respecto a la composición corporal y capacidad cardiorespiratoria de ciclistas profesionales, siendo necesario realizar estudios con los que se desarrolle esta área de investigación. De esta manera, el propósito de este estudio fue determinar las características antropométricas y el VO_2 máx del ciclista profesional costarricense y comparar estos parámetros según el tipo de prueba que practican los ciclistas con mayor frecuencia o según la especialidad, para tomar como referencia estos datos y de esta manera clasificar y predecir la especialidad a la que los ciclistas emergentes podrían ser los más adecuados.

Metodología

Participantes

Los sujetos del estudio fueron 22 ciclistas varones profesionales con edad promedio de 24.7 ± 3.7 años, peso corporal de 64.5 ± 2.75 kg, estatura de 1.73 ± 0.02 m y una experiencia en competencias de 10 ± 2.3 años, integrantes de diferentes equipos de ciclismo categoría élite de Costa Rica, según la Federación Costarricense de Ciclismo (FECOCI). Del total de la muestra, según el tipo de prueba, se

clasificaron en dos grupos de ciclistas, los que practican ciclismo de ruta y ciclismo de montaña de manera conjunta ($n=13$) y los sujetos que practican únicamente ciclismo de ruta ($n=9$). Así mismo, con respecto a la especialidad se hicieron tres grupos, ($n=4$) ciclistas escaladores, ($n=6$) ciclistas contrarrelojistas, y ($n=12$) sujetos con especialidad en todo terreno.

Instrumentos de medición

Para la medición de los datos antropométricos se utilizaron los siguientes instrumentos y en el orden correspondiente: el peso fue medido mediante una báscula marca Tanita® modelo BF-683W, la cual tiene una precisión de ± 0.1 kg. La estatura se midió utilizando un estadiómetro marca “Tanita®” y la medición de la talla se realizó respetando el plano Frankfort siguiendo el protocolo descrito previamente por el ACSM, 2009. El porcentaje de grasa fue obtenido por el método de pliegues cutáneos utilizando el protocolo de 7 pliegues (pectoral, axilar, tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal y muslo) siguiendo el protocolo descrito por el ACSM, 2014 y se determinó mediante la utilización de un plicómetro marca “Lange Skinfold Caliper®”, con una precisión de 0.2 mm y una sensibilidad de 1 mm. Se realizaron tres mediciones por cada pliegue utilizándose el promedio de las tres medidas en el lado derecho del cuerpo de los sujetos. Con estos datos se calculó la densidad corporal y se determinó el porcentaje de grasa mediante la fórmula de Jackson y Pollock, (1978), mencionado por (Lopategui, 2008).

Para la medición del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) se realizó de manera directa mediante un analizador de gases marca “Medgraphics®” modelo VO2000, el cual tiene una validez de 0.98 y una confiabilidad de 95%. El VO_2 máx se evaluó bajo un protocolo modificado de Bruce (1973), de resistencia escalonada similar en intensidad y a intervalos constantes de tiempo, tomando como referencia el estudio de Lopategui, (2012). El mismo se llevó a cabo con la bicicleta de cada uno de los ciclistas, montada sobre un rodillo marca “Tacx CycleForce i-Magic®” y se utilizó el software específico de este rodillo para controlar la carga (Watts) y las revoluciones por minuto (RPM). Cada ciclista tuvo un tiempo de calentamiento de 3 minutos con una carga de 50 Watts, posteriormente se inicia la prueba aumentando la potencia en 50 Watts por cada etapa, con una duración de 3 minutos cada una, si el sujeto llega al límite de watts del instrumento evaluador se incrementan las revoluciones por minuto (5 por cada etapa). Durante cada etapa, el ciclista debía mantener una cadencia (frecuencia de pedaleo) entre 80 y 85 revoluciones por minuto, en todo momento el sujeto debe permanecer sentado sobre el sillín de la bicicleta (no podía pararse sobre los pedales). La prueba terminó en el momento en que el ciclista indicó que no podía continuar o cuando el ciclista no logró mantener las

revoluciones mencionadas anteriormente, la frecuencia cardiaca (FC) fue medida con un monitor cardiaco marca “Polar®” modelo FT1 con una precisión de medición de la FC de ± 1 ppm.

Procedimiento

Se contactó a los funcionarios de la Federación Costarricense de Ciclismo (FECOCI) quienes facilitaron el acercamiento con los entrenadores de los diferentes equipos. Posteriormente, vía telefónica se les explicó a los entrenadores y a los ciclistas el objetivo del estudio para luego solicitar su participación voluntaria en el mismo. A los ciclistas que accedieron a participar se les solicitó que se presentaran en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio del Programa de Ciencias del Ejercicio y la Salud (PROCESA) de la Universidad Nacional, lugar donde se realizaron las mediciones antropométricas y fisiológicas.

Al llegar al Laboratorio de PROCESA a cada ciclista se le tomaron los datos descriptivos (nombre del equipo, nombre del ciclista, edad, experiencia competitiva en años, tipo de prueba y especialidad que desempeña), y luego de forma individual se hicieron las mediciones de las variables dependientes en el siguiente orden respectivo: los datos Antropométricos (peso, talla y pliegues cutáneos) y al final la prueba del VO₂máx.

Análisis Estadístico

El análisis de la estadística descriptiva se realizó mediante promedios y desviaciones estándar. Referente al análisis de la estadística inferencial, en el caso de la evaluación para el análisis según el tipo de prueba que practicaban los ciclistas con mayor frecuencia (solamente ruta o ruta en conjunto con MTB), se realizó, para cada variable medida (peso, talla, porcentaje de grasa corporal y VO₂máx), una *t* student para muestras independientes. Para el análisis según la especialidad de cada deportista (todo terreno, contrarrelojistas y escaladores), en primera instancia se evaluó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianza, normalidad e independencia de residuos. Dado que los supuestos se cumplieron se procedió a evaluar si existía diferencia significativa en cada una de las variables dependientes medidas (peso, talla, porcentaje de grasa corporal y VO₂máx) aplicando para cada una de ellas un ANOVA de una vía para grupos independientes. Así mismo, cuando fue necesario se aplicó el análisis post hoc de “Tukey”. Los datos se analizaron con el programa estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) versión 15.0, aceptando significancia estadística con $p < 0.05$.

Resultados

En la Tabla 1 se muestra la estadística descriptiva de los datos obtenidos a partir de las mediciones antropométricas (porcentaje de grasa corporal, peso, talla) y de la medición del VO₂máx de los ciclistas según el tipo de prueba que practican con mayor frecuencia y según su especialidad.

Tabla 1.

Estadística descriptiva (promedio ± DS) para las variables dependientes según el tipo de prueba y la especialidad de los ciclistas

		<i>n</i>	Porcentaje de grasa (%)	Peso (kg)	Talla (m)	VO ₂ máx (ml/kg/min)
Tipo de prueba	MTB-Ruta	13	9.45 ± 2.59	65.1 ± 3.4	1.75 ± 0.04	65.36 ± 6.76
	Ruta	9	10.27 ± 3.3	64.5 ± 7.92	1.72 ± 0.05	65.45 ± 4.60
Especialidad del ciclista	Todo Terreno	12	9.25 ± 2.59	63.94 ± 3.65 ^a	1.74 ± 0.06	65.9 ± 5.41
	Contrarrelojistas	6	11.29 ± 3.35	69.60 ± 5.85 ^{a,b}	1.75 ± 0.04	63.53 ± 7.01
	Escaladores	4	9.15 ± 2.73	60.52 ± 5.90 ^{a,c}	1.71 ± 0.05	66.69 ± 6.31

Nota: las abreviaciones significan: *n*= número de sujetos, MTB= mountain bike, VO₂máx= consumo máximo de oxígeno. Letras distintas representan diferencias significativas entre especialidad.

La estadística inferencial mostró, que no existe diferencia significativa en las variables peso ($t_{(20)}=0.24$; $p=.82$), estatura ($t_{(20)}=1.37$; $p=.19$), porcentaje de grasa corporal ($t_{(20)}=0.90$; $p=.38$) y VO₂máx ($t_{(20)}=0.03$; $p=.98$) según el tipo de prueba, entre ciclistas que practican solamente ruta y aquellos que practican ruta y MTB de manera conjunta. Además, según la especialidad del ciclista, se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa ($F_{(2)}= 4.95$; $p=.02$) en la variable peso. De forma específica y después de aplicar el análisis post hoc de Tukey se obtuvo que los contrarrelojistas son significativamente más pesados que los escaladores, mientras que no se encuentran hallazgos que indiquen diferencias significativas entre el peso de contrarrelojistas y todo terreno, tampoco entre el peso de los todo terreno respecto a los escaladores. En relación a las demás variables (estatura, porcentaje de grasa corporal y VO₂máx) no se encontraron diferencias significativas según la especialidad de los deportistas ($F_{(2)}=0.32$; $p=0.73$; $F_{(2)}=1.17$; $p=0.33$; $F_{(2)}=0.42$; $p=0.66$, respectivamente).

Discusión

El propósito del estudio fue determinar las características antropométricas y el VO_2 máx del ciclista profesional costarricense, además, comparar si existe diferencia en estas mediciones según la prueba que practican los ciclistas con mayor frecuencia o según la especialidad. Respecto a los resultados antropométricos del presente estudio, a nivel general, se detecta que son muy similares a los reportados en investigaciones previas (Impellizzeri y Marcora., 2007; Coutinho et al., 2011; Tuche et al., 2005). Por ejemplo, Impellizzeri y Marcora (2007), reportaron que los ciclistas de ruta de la clasificación final de los Juegos Olímpicos de Verano de Atenas en el 2004, tenían un promedio de peso de 67 kilos y una estatura promedio de los ciclistas de montaña entre 176 cm y 180 cm.

Asimismo, Coutinho et al. (2011) realizaron un estudio comparativo de las mediciones antropométricas de 18 varones ciclistas élite de Pernambuco en Brasil con los datos publicados de mediciones antropométricas de ciclistas australianos también élite. Los resultados mostraron que el peso corporal promedio de los ciclistas Brasileños y Australianos fue de 69.9 kg y 72.5 kg respectivamente y la estatura promedio fue de 172.5 cm y 178.0 cm. Si bien los datos de peso corporal son mayores a los de ciclistas costarricenses, la estatura reportada de los ciclistas brasileños, australianos y costarricenses son bastante similares.

De igual forma, se han reportado en otros estudios (Tuche et al., 2005; Martínez et al., 1993) datos de peso y estatura, que se asemejan a los detectados en ciclistas costarricenses, esto principalmente en la estatura. Al respecto, Tuche et al. (2005) identificar las características físicas de ciclistas Brasileños, analizaron una muestra total de 18 sujetos, y encontraron que los deportistas tenían un peso de 70.1 kg y una estatura de 176.6 cm. Asimismo, Martínez et al., (1993) determinaron las características antropométricas de 58 ciclistas de competición y encontraron que los ciclistas pesaban 69.6 kg, y tenían una estatura de 173.2 cm, valores que como se mencionó previamente son semejantes a la demostrada en ciclistas profesionales costarricenses.

En relación con los análisis realizados según el tipo de prueba, en el presente estudio, se demostró que no existe diferencia significativa en las variables antropométricas medidas entre ciclistas que practican solamente ruta y aquellos que practican ruta y MTB de manera conjunta, aunque tomando en cuenta las características del MTB mencionadas por algunos autores (Impellizzeri y Marcora, 2007; Lee et al., 2002) como por ejemplo el tipo de terreno en el que se incluyen ascensos y descensos, senderos de tierra y senderos entre la montaña y el campo, así como el mayor peso de la bicicleta (Impellizzeri y Marcora, 2007), se consideró que podrían existir diferencias bien marcadas en

el perfil antropométrico de los ciclistas que realizaban únicamente ruta respecto a los ciclistas que realizaban ruta en combinación con MTB.

Estos hallazgos se oponen a lo reportado por Lee et al. (2002) quienes al comparar las características fisiológicas y antropométricas de los ciclistas que practican MTB (ciclismo de montaña) y los ciclistas profesionales que practican ruta, analizaron un total de 7 deportistas de montaña y 7 ciclistas de ruta, encontrando que los deportistas que realizan montaña tienen un peso significativamente menor en comparación con los ciclistas que ejecutan ruta 65.3 kg, 74.7 kg respectivamente. Además, mostraron que los ciclistas que practican montaña tienen un porcentaje de grasa de 1.8% menor respecto a los ciclistas que practican ruta. Una posible explicación a la discrepancia con los resultados reportados por Lee et al. (2002) y al hecho de no detectar diferencia significativa en las características antropométricas en la muestra analizada, es que en la presente investigación se incluyen 13 ciclistas que practican ambas modalidades de ciclismo, es decir, MTB y ruta, lo que podrían estar permitiendo el desarrollo de características de ambas modalidades, de manera que no se permitió diferenciar cualidades específicas para cada prueba de ciclismo realizada. Esta conjetura se sustenta en una de las limitaciones del estudio, que es de forma específica la carencia de un grupo de ciclistas de nivel profesional que únicamente realizaran MTB, con la que se pudiera realizar una comparación más certera. Sin embargo es prudente esclarecer que esta limitación es muy difícil de solventar, ya que a nivel nacional, no se logró identificar un grupo de ciclistas de nivel profesional, dedicado únicamente a pruebas de montaña, por lo que se recomienda ahondar en esta línea de investigación. Esta situación, se repite en los valores de VO_2 máx obtenidos por tipo de prueba por lo que de igual manera se recomienda ahondar en esta línea de investigación.

Respecto a los análisis aplicados según la especialidad, se detecta que existe diferencia, únicamente en la variable peso. De forma específica, se demostró que los contrarrelojistas son significativamente más pesados que los escaladores, mientras que no se encuentran hallazgos que indiquen diferencias entre el peso de contrarrelojistas y todo terreno, tampoco entre el peso de los todo terreno respecto a los escaladores. Estos resultados concuerdan con los reportados por Peinado et al. (2011), quienes al determinar las diferencias en las características antropométricas y las características fisiológicas de ciclistas aficionados élite, analizaron una muestra total de 20 atletas según su especialidad (contrarreloj, escaladores y todo terreno), demostrando que los ciclistas de contrarreloj reflejan en las variables antropométricas la mayoría de las diferencias ya que son de forma significativa, más pesados y altos, resultado de una mayor masa muscular y porcentaje de grasa (71.8 kg y 179.7 cm) respecto a los ciclistas escaladores (58.8 kg y 169.9 cm). Así mismo, este resultado es

congruente con lo encontrado por Padilla et al. (1999), quienes al evaluar las capacidades fisiológicas de 24 ciclistas de clase mundial, separados por su especialidad en escaladores, contrarrelojistas y todo terreno, demostraron que los ciclistas escaladores tienen un peso menor de forma significativa en comparación con los ciclistas especialistas en pruebas contrarreloj.

Una posible explicación al hallazgo obtenido de que los ciclistas especialistas en escalada son menos pesados en comparación con los ciclistas contrarreloj, puede ser lo expuesto por Padilla et al. (1999), Lucía et al. (2001) y Peinado et al. (2011), quienes indican que los ciclistas escaladores tienden a ser más delgados y con menor estatura, debido a que requieren de estas cualidades antropométricas para vencer la mayor resistencia a la que están expuestos, es decir, la fuerza de la gravedad (Lucía et al., 2001; Peinado Lozano et al., 2011) o la resistencia aerodinámica (Padilla et al., 1999). La combinación de estas demandas en la competencia, además de las diferentes características morfológicas y fisiológicas de los ciclistas ha llevado al desarrollo de especialidades dentro del deporte, lo que favorece a que los escaladores necesitan de un peso menor, ya que la adición de masa corporal para ser transportada cuesta arriba, enlentece la aceleración y añade resistencia a la rodadura (Jeukendrup et al., 2000; Swain, 1994).

Otra posible explicación al resultado de que los ciclistas contrarreloj sean más pesados respecto a los escaladores, es la brindada por Padilla et al. (1999), quienes manifiestan que se ha demostrado que la altura y el tamaño del cuerpo esta positivamente relacionada con una actuación favorable en una contrarreloj de 26 o más kilómetros de distancia, prólogos y carreras finalizadas en llano, debido a valores más altos de potencia submáxima relativa según la fuerza absoluta (Padilla et al., 1999). En este punto es importante mencionar, que si bien, han transcurrido 17 años desde la publicación del artículo de Padilla et al. (1999), no se ubicó un referente teórico más actualizado al respecto.

Por su parte, los resultados que indican que no existe diferencia significativa entre características antropométricas de ciclistas todo terreno respecto a ciclistas escaladores y contrarrelojistas, concuerdan con los hallazgos reportados por Impellizzeri y Marcora (2007), quienes al comparar las características físicas de 15 ciclistas todo terreno respecto a las características físicas de 34 ciclistas profesionales, separados en especialidad de escaladores ($n=9$), todo terreno ($n=15$) y especialistas en pruebas planas o lo que en el presente estudio se denominó contrarreloj ($n=10$), concluyeron que no existió diferencia significativa entre atletas todo terreno respecto a los otros ciclistas (Impellizzeri y Marcora, 2007). De manera semejante, el resultado que indica que no existe diferencia significativa entre las variables antropométricas de ciclistas todo terreno y escaladores, es

congruente con los datos demostrados por Padilla et al. (1999), quienes exponen que las características entre estas especialidades de ciclistas no difieren ya que el trabajo realizado en las competencias por ambos es muy semejante (Padilla et al., 1999).

Con respecto al porcentaje de grasa, el no detectar diferencia significativa según el tipo de prueba o la especialidad practicada por los ciclistas, se explica con lo expuesto por Lucía et al. (2001), quienes indican que el porcentaje de grasa corporal no difiere significativamente entre los diferentes tipos de ciclistas, principalmente cuando se obtienen valores cercanos al 10% y utilizando la técnica de pliegues cutáneos.

En cuanto a los valores de VO_2 máx de los ciclistas profesionales costarricenses son ligeramente más bajos en comparación a los reportados en la literatura previa que oscilan entre los 66.5 y 78 ml/kg/min (Impellizzeri y Marcora, 2007; Lucia, Hoyos y Chicharro, 2000). Por ejemplo, Lucía, Hoyos y Chicharro (2000) evaluaron el VO_2 máx de 9 ciclistas profesionales catalogados dentro de los mejores 20 ciclistas según la Unión Ciclística Internacional para el año 1998. El VO_2 máx promedio reportado fue de 72.6 ml/kg/min (Lucía et al., 2000). De manera semejante, Padilla et al., (1999) midieron la capacidad cardiorespiratoria de 24 ciclistas de clase mundial encontrando valores de VO_2 máx de 78.8 ml/kg/min.

Posibles explicaciones a la diferencia mostrado en los valores de VO_2 máx de los ciclistas nacionales con respecto a ciclistas de clase mundial podría ser la diferencia que existe entre ambas muestras respecto al tiempo de entrenamiento y la exposición a competencias de alto nivel (Lucía et al., 2000; Schmitz et al., 2007). Los ciclistas profesionales de clase mundial deben cumplir mayor tiempo de entrenamiento y exponerse de forma más frecuente a competencias de alta exigencia lo que los lleva a desarrollar al extremo el VO_2 máx de tal manera que se logra un valor que no puede ser incrementado ni elevando el volumen y/o la intensidad de entrenamiento (Lucía et al., 2000; Schmitz et al., 2007). Sin embargo, debemos reconocer que esta es una posible explicación, la cual debe interpretarse con cautela, ya que no se tiene el registro exacto de la cantidad de entrenamiento de costarricenses y otros ciclistas de clase mundial.

Por otra parte, los resultados que evidencian que no existe diferencia significativa en el VO_2 máx de los ciclistas según la especialidad que realizan, son congruentes con los hallazgos demostrados por Peinado et al. (2011), quienes al determinar las diferencias en las características fisiológicas de 20 ciclistas aficionados élite, según su especialidad (terreno plano, escaladores y todo

terreno), demostrando que no existía diferencia significativa en el $\text{VO}_2\text{máx}$ de los ciclistas. Resultado que también logran demostrar Schmitz et al. (2007), que al evaluar ciclistas holandeses, de forma específica 23 atletas profesionales y 15 deportistas aficionados de élite, obtuvieron que el $\text{VO}_2\text{máx}$ no difería significativamente entre grupos (Schmitz et al., 2007).

Una posible explicación al hallazgo demostrado de no detectar diferencia significativa en el $\text{VO}_2\text{máx}$ entre los ciclistas según el tipo de prueba o según la especialidad en la que se desempeña el deportista, puede ser la brindada por Schmitz et al. (2007), quienes expresan que cuando el nivel de entrenamiento de los ciclistas es semejante e incluso con un kilometraje similar o equivalente, el $\text{VO}_2\text{máx}$ tiende a no diferir de forma significativa (Schmitz et al., 2007) ya que la combinación de las demandas de la competencia en ruta y MTB o según la especialidad, ha llevado al desarrollo de diferentes cualidades dentro del biotipo del ciclista adaptándose a las exigencias de ambas disciplinas en sus diferentes especialidades.

Por tanto, con base en la información previamente expuesta se concluye que las características antropométricas de los ciclistas costarricenses según el tipo de prueba, (los que practican ciclismo de montaña y ciclismo de ruta de manera conjunta o que solamente practican ciclismo de ruta) son similares, ya que no se encontraron diferencias significativas ni en los datos antropométricos, ni en el consumo máximo de oxígeno. Así mismo, las características antropométricas según la especialidad entre ciclistas escaladores, contrarrelojistas y todo terreno también son similares con excepción del peso corporal (siendo significativamente mayor los contrarrelojistas, que los escaladores). Finalmente, el $\text{VO}_2\text{máx}$ del ciclista profesional costarricense es menor a lo reportado en la literatura en ciclistas de la elite mundial independientemente del tipo de prueba o la especialidad que practiquen.

Cabe resaltar que la muestra de este estudio fue elegida al azar, por lo que sería conveniente en estudios posteriores realizar pruebas específicamente con ciclistas que solo practican ciclismo de montaña, o que solo practiquen ciclismo de ruta y sus respectivas clasificaciones, además de que se pueden incluir mujeres en futuros estudios para de esta manera tener datos claros de cómo se encuentran las ciclistas profesionales Costarricenses con respecto a las del orbe.

Aunado a esto, se pueden incluir más variables como diámetros óseos, circunferencias musculares, composición de los diferentes tipos de fibra muscular, las reservas glucogénicas musculares concretas, para determinar un perfil antropométrico claro, ya que es de suma importancia para evaluar y comparar las mejoras de éstos en diferentes momentos de la temporada, así como de

ayuda para adecuar métodos y medios de entrenamiento de manera óptima para favorecer el rendimiento deportivo del ciclista profesional costarricense.

Otros datos a tener en cuenta son los estudios comparativos con las selecciones de ciclistas a nivel mundial, clasificando por continentes, países y zonas específicas, para realizar estudios más elaborados de comunes denominadores o predictores de rendimiento.

También se pueden incluir evaluaciones en pruebas de campo específicas del ciclismo como lo son el lactato en sangre (muestra de sangre), el consumo máximo de oxígeno (anализador de gases portátil), eficiencia de pedaleo (potenciómetro), potencia máxima desarrollada (potenciómetro), tolerancia al lactato, entre otros dentro de un velódromo, donde se tomen en cuenta aspectos importantes como temperatura, velocidad del viento, resistencia a la rodadura (superficie), hora del día, para que en futuros estudios se pueda hacer una réplica de dichas pruebas sin tantos aspectos que contaminen el estudio por omisión de datos.

Referencias bibliográficas

- Faria, E., Parker, D., & Faria, I. (2005). The science of cycling. *Sports medicine*, 35(4), 285-312. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15831059>
- Impellizzeri, F., & Marcora, S. (2007). The physiology of mountain biking. *Sports medicine*, 37(1), 59-71. Doi: 10.2165/00007256-200737010-00005
- Jeukendrup, A., Craig, N., & Hawley, J. (2000). The bioenergetics of world class cycling. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(4), 414-433. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S1440-2440\(00\)80008-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1440-2440(00)80008-0)
- Coutinho, H., Trigueiro, J., da Silva, W., dos Santos, C., & Soares, A. (2011). Análise antropométrica comparativa entre a elite de ciclistas de estrada pernambucanos e a elite de ciclistas australianos. *RBPFEEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 3(13), 63-68. Recuperado desde <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/viewFile/143/147>

- Lee, H., Martin, D., Anson, J., Grundy, D., & Hahn, A. (2002). Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 20(12), 1001-1008. Doi:10.1080/026404102321011760
- Lopategui, E., (2012). Experimento de Laboratorio F-11. Prueba submáxima en el cicloergómetro. (Prueba de Söstrand Modificada por la YMCA) http://www.saludmed.com/LabFisio/PDF/LAB_F11-Sostrand_YMCA.pdf
- Lopategui, E., (2008). Experimento de Laboratorio H-18, determinación de la composición corporal: método de plicometría o pliegues subcutáneos. http://www.saludmed.com/LabFisio/PDF/LAB_H18-Porciento_Grasa.pdf
- Lucía, A., Hoyos, J., & Chicharro, J. (2000). The slow component of VO₂ in professional cyclists. *British journal of sports medicine*, 34(5), 367-374. Doi: 10.1136/bjism.34.5.367
- Lucía, A., Hoyos, J., & Chicharro, J. (2001). Physiology of professional road cycling. *Sports medicine*, 31(5), 325-337. Doi:10.2165/00007256-200131050-00004
- Martínez, L., Fideu, M., & Ferrer, V. (1993). Estudio cineantropométrico en 58 ciclistas de competición. *Archivos de medicina del deporte*, X, 38, 121-125. http://femede.es/documentos/Cineantropometria_ciclismo_121_38.pdf
- Menaspà, P., Abbiss, C., & Martin, D. (2013). Performance analysis of a world-class sprinter during cycling grand tours. *International journal of sports physiology and performance*, 8(3), 336-340. <http://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1497&context=ecuworks2012>
- Padilla, S., Mujika, I., Cuesta, G., & Goiriena, J. J. (1999). Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(6), 878-885. <http://d3epuodzu3wuis.cloudfront.net/R104.pdf>
- Peinado, A., Benito, P., Díaz, V., González, C., Zapico, A., Álvarez, M., Maffulli, N., & Calderón, F. (2011). Discriminant analysis of the specialty of elite cyclist. *Journal of Human Sport And Exercise*, 6(3), 480-489. Doi:10.4100/jhse.2011.63.01

Schmitz, H., Van Breda, E., & Kuipers, H. (2007). *Physiological parameters in professional and elite amateur road cyclists* (Tesis sin publicar). Maastricht University, Países Bajos, Europa. <http://www.in2motion.eu/attachments/article/48/Physiological%20parameters%20in%20professional%20and%20elite%20road%20cyclists,%20Rabobank%20Cycling%20Team.pdf>

Swain, D. (1994). The influence of body mass in endurance bicycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(1), 58-63. Doi: 10.1249/00005768-199401000-00011

Tuche, W., Fazolo, E., Assis, M., Dantas, P., & Fernandes, J. (2005). Perfil dermatoglífico e somatotípico de ciclistas de alto rendimento do Brasil. *Revista de Educação Física*, 132, 14-19. http://www.researchgate.net/publication/228802966_Perfil_dermatoglífico_e_somatotípico_de_ciclistas_de_alto_rendimento_do_Brasil

ANEXOS

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por permitirnos seguir adelante con nuestras metas de vida, a Él sea toda la honra y la gloria.

Agradecemos también a nuestra institución, la Universidad Nacional de Costa Rica, por formarnos como profesionales, durante un excelente proceso selectivo y eficaz.

Agradezco este proyecto de graduación a mi compañero Harold Ramos que tuvo la paciencia y la calma en los momentos de crisis y a mi compañera Alejandra Murillo por estar siempre dispuesta a hacer las cosas de la mejor manera.

A Elizabeth Carpio quien nos apoyó con su conocimiento en la elaboración y culminación del artículo.
A nuestro tutor Braulio Sánchez que nos enseñó y guió durante todo el proceso.

Dedicatoria

Dedico este proyecto a toda mi familia, en especial a Ricardo, Maritza, José y Fabiana Murillo quienes me dieron su apoyo incondicional para salir adelante con todos los inconvenientes que se presentaron en el proceso. Para ellos esta dedicatoria, quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Dedico este proyecto de graduación al pilar más importante de mi vida, la familia Ramos Méndez, quienes con sus palabras de aliento y apoyo incondicional, me dan la fuerza y las ganas de alcanzar las metas más difíciles.

Dedicamos también este proyecto a las generaciones venideras, para que se animen a hacer estudios pioneros en los campos de interés, ya que es importante para el crecimiento de nuestras instituciones en el campo de la investigación y en la modernización de tópicos.

Índice

Tabla de Contenidos

Resumen	IV
Metodología	2
Participantes	2
Instrumentos de medición	3
Procedimiento.....	4
Resultados	5
Tabla 1.....	5
Discusión	5
Referencias bibliográficas	11

