



universidad
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL
DEPORTE

Curso Académico 2016/2017

VALORACIÓN ANTROPOMÉTRICA Y DE LA CUALIDAD
AERÓBICA DE UN GRUPO DE CICLISTAS DE DIFERENTE
CATEGORÍA

Anthropometric and endurance assessment of cyclists according
their category

Autor/a: Juan Manuel García Durán

Tutor/a: Dr. José A. Rodríguez Marroyo

Fecha: 05/07/2017

VºBº TUTOR/A

VºBº AUTOR/A

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo valorar la composición corporal, el somatotipo y la cualidad aeróbica de un grupo de ciclistas junior y sub-23. Todos los ciclistas que participaron en el estudio fueron sometidos a una valoración antropométrica siguiendo la metodología propuesta por la Sociedad Internacional para el estudio de la Antropometría (ISAK) y el Grupo Español de Estudio de la Antropometría. Se procedió al registro de diferentes medidas como pliegues, diámetros y perímetros. Posteriormente en la misma sesión de entrenamiento, los ciclistas realizaron un test incremental hasta el agotamiento para determinar su VO_{2max} y valorar sus umbrales ventilatorios. Los resultados obtenidos indican que el perfil antropométrico y aeróbico de los ciclistas de ambas categorías es muy similar. Únicamente hubo diferencias en el perfil de pliegues, lo que provocó que los ciclistas sub-23 tendieran más hacia la ectomorfia. Además, en esta categoría se obtuvieron las potencias relativas más altas en el umbral anaeróbico. En conclusión, parece que el aumento de categoría, de junior a sub-23 conlleva un mayor volumen de entrenamiento y que se incremente el porcentaje de trabajo a altas intensidades, lo que repercute en el perfil fisiológica de los ciclistas.

Palabras clave: Ciclismo, composición corporal, somatotipo, VO_{2max} , umbrales ventilatorios, valoración.

ABSTRACT

The present survey aims to define the body composition, the somatotype and endurance of a group of cyclists of junior and U23 categories. The whole cyclists who took part in the survey were made an anthropometric assessment, following the methodology purposed by the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) and the Spanish Group of Knowledge about Kinanthropometry. Different measurements were registered as skinfolds, diameters and perimeters. Afterwards, in same training session, cyclists made an incremental effort test until exhaustion to assess their VO_{2max} and their ventilatory thresholds. Obtained results show that cyclist's anthropometric and physiological profiles are very similar between both categories. There were only differences in the skinfolds profile, what made U23 cyclists to tended more to ectomorphy. Also, in this category, relative power output was relatively higher at lactate threshold. In conclusion, it seems that the pass of category, from junior to U23, involves a bigger training load and an increment of the percent of work at high intensities, which affects in the physiological profile of cyclists.

Key words: Cycling, body composition, somatotype, VO_{2max} , ventilatory tresholds, assessment

ÍNDICE

1. Introducción.....	Pág. 4
2. Justificación.....	Pág. 6
3. Contextualización y estado de la cuestión.....	Pág. 7
4. Objetivos	Pág. 8
5. Metodología.....	Pág. 9
6. Resultados.....	Pág. 11
7. Discusión.....	Pág. 14
8. Conclusiones.....	Pág. 20
9. Aplicaciones y valoración personal.....	Pág. 21
10. Referencias bibliográficas.....	Pág. 22

1. INTRODUCCIÓN

El ciclismo en ruta es una disciplina deportiva reconocida por el Comité Olímpico Internacional que consiste en recorrer carreteras o caminos previamente establecidos utilizando como medio para desplazarse una bicicleta. Existen diferentes modalidades de competición dentro del ciclismo en ruta, principalmente se pueden distinguir las pruebas línea y las pruebas contrarreloj, que pueden desempeñarse generalmente de manera individual o como equipo, en escasas excepciones, como son el *G. P. Eddy Merckx* (1998-2004) o el *Dúo Normando* aún disputado en la actualidad en el que la contrarreloj se disputa por parejas.

Dentro de la competición en línea, que se basa principalmente en conseguir completar el recorrido y cruzar la línea de meta antes que el resto de rivales que toman parte en ella, pueden presentarse multitud de factores que condicionan el desarrollo de la prueba. Dichos condicionantes abarcan desde el kilometraje y duración que tienen que cubrir los ciclistas (Mujika & Padilla, 2001) hasta la orografía del terreno (Rodríguez-Marroyo et al. (2003). Así como pasando por otra multitud de detalles que determinan el rendimiento de los deportistas, como la preparación y el entrenamiento que deben llevar a cabo para obtener la condición física óptima (Rodríguez-Marroyo et al., 2017).

Las pruebas contrarreloj tienen como finalidad que el ciclista complete un recorrido en el menor tiempo posible, ya sea de manera individual o como equipo, para establecer un cronometraje menor que el del resto de rivales. Generalmente esta disciplina presenta una duración menor y se caracteriza por ser un esfuerzo más constante, de mayor intensidad y más agónico. Normalmente estas pruebas se suelen disputar sobre recorridos con una orografía que tiende a ser llana, aunque también se pueden disputar en ascensiones o terrenos montañosos (cronoescaladas) (Padilla et al., 2000). Las competiciones ciclistas pueden disputarse de manera aislada, carreras de un día o integrarse dentro de vueltas por etapas, de diferentes formatos y duraciones. Por esta razón los ciclistas deben ser completos y ser capaces de desenvolverse en la amplia variedad de terrenos que se pueden encontrar en las diversas competiciones a las que se enfrentarán lo largo de la temporada (Lucía et al., 2000)

El ciclismo en ruta es considerado uno de los deportes de fondo por excelencia. En su máxima categoría, el World Tour, se pueden llegar a alcanzar kilometrajes cercanos a los 300 kilómetros, como es por ejemplo la famosa carrera *Milano-San Remo*, de casi 110 años de historia, y en la que anualmente los ciclistas recorren sus

290 kilómetros. Así, multitud de competiciones sobrepasan los 200 y se extienden por encima de las 6 horas de actividad. Además de estos grandes volúmenes hay que tener en cuenta que los esfuerzos se pueden acumular sin permitir una recuperación completa a lo largo de varios días en una vuelta por etapas, o incluso en un mismo día, en etapas con más de un sector. Esta acumulación de esfuerzos se puede ejemplificar en sus carreras de mayor duración, las vueltas de 3 semanas (*Giro d'Italia*, *Tour de France* y *Vuelta a España*), que actualmente cubren una distancia que abarca entre los 3000 y 4000 kilómetros en un total de 21 etapas (Lucía et al., 2003). También existen vueltas de menor duración, vueltas de 5 y 8 días que conllevan una menor cargas de trabajo (Rodríguez-Marroyo et al., 2009). Por todo ello, el ciclismo es considerado uno de los deportes que mayor dureza supone y más agónicos son en el esfuerzo. Para ello los deportistas han de manifestar y adaptarse a unos parámetros fisiológicos y antropométricos determinados que les permitan acometer satisfactoriamente las características del deporte.

Castro (2008) define como factores determinantes para el rendimiento en el ciclismo en ruta a nivel profesional:

- *VO_{2max}: consumo máximo de oxígeno en torno a 70-80 ml/kg/min, de promedio.*
- *Altos niveles de potencia máxima en pruebas de laboratorio: no inferior a 500 watt.*
- *Rápido descenso de la frecuencia cardíaca en esfuerzo hacia niveles basales.*
- *Frecuencia cardíaca de reposo inferior a 60 pul/min (predispone para el esfuerzo deportivo).*
- *Altos porcentajes de eficacia en relación al VO_{2max}.*
- *Poco peso corporal en relación a la población no ciclista.*
- *Capacidad de trabajar en torno al umbral anaeróbico durante prolongados periodos de tiempo.*

Por lo tanto todo ciclista entrenado debe acercarse en mayor o menor medida a estas variables de referencia citadas en la bibliografía (Foley, Bird, & White, 1989; Lucia et al., 1998; Mujika & Padilla, 2001).

2. JUSTIFICACIÓN

La composición corporal y el somatotipo son importantes factores que condicionan el rendimiento en el ciclismo, y por ello es necesario conocer y definir los modelos de cada tipo de ciclista.

El rendimiento en ciclismo está determinado por diversos factores. El principal objetivo para cumplir las demandas que la competición exige es cubrir el recorrido a una velocidad mayor a la que lo hace el resto de competidores. Esta velocidad de desplazamiento se establece como la diferencia entre las fuerzas propulsivas y las fuerzas resistivas. Las fuerzas propulsivas resultan del impulso que ejerce el ciclista en los pedales y que hace moverse la rueda trasera y permite desplazar el conjunto bicicleta-ciclista. Las fuerzas resistivas se descomponen en cuatro tipos de fuerzas: fuerza de resistencia al rozamiento cinético, fuerzas de rozamiento de rodadura, fuerza de arrastre (aerodinámica) al aire y fuerza de la pendiente (gravitatoria).



Figura 1 - Principales fuerzas propulsivas y resistivas en ciclismo (García-López, 2008).

La potencia producida está condicionada por la condición física del sujeto, al transformar la energía interna que produce su cuerpo (VO_2) en movimiento, es decir, en energía mecánica. Por tanto, lo más importante para obtener un buen rendimiento para los ciclistas es ser capaces de producir la mayor cantidad posible de energía, el consumo de oxígeno y de ser capaces de transformar la mayor cantidad posible en forma de trabajo o potencia y no disiparla en forma de calor, lo que es denominado eficiencia de pedaleo. Sin embargo estos datos de potencia o de consumo en valores absolutos no son determinantes si no se relativizan al área frontal que forma el ciclista,

lo que opone resistencia al aire; o a su masa corporal, lo que produce la resistencia a la pendiente (Swain, 1994).

Gracias a estos datos se puede concluir que la masa corporal es un aspecto muy importante para el rendimiento en el ciclismo. Por ello debe ser estudiado y tenido en cuenta con el fin de conocer el tipo de terreno que se adapta mejor a cada corredor en función de su peso, y poder orientar el entrenamiento para conseguir una composición corporal óptima para las demandas que determine la competición.

3. CONTEXTUALIZACIÓN Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

El término Cineantropometría o Kinantropometría es definido como “estudio del tamaño, forma, proporcionalidad, composición, maduración biológica y función corporal con objeto de entender el proceso de crecimiento, el ejercicio y el rendimiento deportivo, y la nutrición” (Ross, 1978). El término deriva de las raíces griegas: *Kinein*, que quiere decir movimiento; *Anthropos*, relativo al ser humano; y *Metrein*, medida. Así pues, el término Kinantropometría se puede entender como la “medición del humano que se mueve”. La Cineantropometría tiene un origen reciente, comienza a surgir como rama de la ciencia a principios de los años 70 y en 1986 es fundada la ISAK (International Society of the Advancement of Kinanthropometry), que actualmente es el máximo organismo mundial de la Kinantropometría. Según Sillero (2005) la Cineantropometría comienza a surgir en cuando:

“En 1972, Tittel y Wutscherk realizaron un trabajo de recopilación con muchos estudios antropométricos realizados a deportistas de la RDA y los publicaron a través del COI y la Federación Internacional de Medicina Deportiva (FIMS). En gran medida, este trabajo fue el detonante para que en el Congreso Científico de Quebec de 1976, previo a los JJOO de Montreal 1976, se convocaran ese mismo año en Montreal a todos los científicos del mundo interesados en la Kinantropometría al primer “Symposium in Kinanthropometry and Ergometry””.

Por lo tanto la Cineantropometría es el instrumento científico utilizado para analizar y evaluar el cuerpo de los deportistas que queremos definir. Ya que esta permitirá conocer su somatotipo, su composición corporal, sus dimensiones corporales y su proporcionalidad corporal. Al ser la composición corporal uno de los factores

determinantes en el rendimiento en el ciclismo, está ampliamente estudiada con el objetivo de definir un modelo morfológico del ciclista y poder caracterizar a los ciclistas de mayor nivel con el fin de constituir el modelo. Existe una amplia bibliografía acerca del tema, sobre todo con el objetivo de conocer el somatotipo de ciclistas de alto nivel y poder conocer en qué se diferencian de otros ciclistas de menor nivel y en comparación con otros deportes o personas sedentarias. Conociendo estos datos se pueden programar y orientar los entrenamientos y los hábitos alimentarios con el fin de cambiar y acercar la composición corporal a la considerada óptima para el rendimiento deportivo.

Existen múltiples investigaciones y publicaciones científicas como por ejemplo son las que realizan Foley, Bird & White (1989): *Anthropometric comparison of cyclists from different events*; Martínez, Fideu, & Ferrer (1993): *Estudio cineantropométrico en 58 ciclistas de competición*; o McLean & Parker (1989): *An anthropometric analysis of elite Australian track cyclists*. Sin embargo, pocos estudios establecen diferencias somatotípicas y sobre composición corporal en cuanto a las diferentes categorías y su evolución, por eso en este trabajo trataremos de dar respuesta a esta cuestión.

4. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo fue realizar una valoración antropométrica y de la cualidad aeróbica a ciclistas federados en categoría junior y sub-23

Partiendo de este objetivo los objetivos secundarios planteados fueron:

- Valorar la composición corporal y somatotipo de los ciclistas.
- Determinar el consumo máximo de los ciclistas en función de la categoría.
- Analizar los umbrales ventilatorios de los ciclistas.
- Analizar las diferencias encontradas en función de la categoría.

5. METODOLOGÍA

En este estudio se evaluaron 5 ciclistas junior y 7 ciclistas sub-23. Para la valoración cineantropométrica, se siguieron las recomendaciones técnicas de medición recomendadas adoptadas por la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). El material utilizado fue el siguiente:

- Tallímetro de pared (Precisión, 1 mm).
- Báscula (Precisión 100 g).
- Plicómetro (Precisión 0,2 mm).
- Paquímetro para diámetros óseos (Precisión 1 mm).
- Cinta antropométrica (Precisión 1 mm).

Para la valoración se recogió el peso (kg), la talla (cm), los pliegues cutáneos (tricipital, bicipital, subescapular, axilar medio, supraespinal, abdominal, muslo y pierna), los diámetros (bicondíleo del fémur, bimalleolar o tobillo, biepicondíleo del húmero y biestileideo de la muñeca), así como los perímetros de brazo, muslo y pierna.

El somatotipo se calculó según Heath-Carter (Carter & Heath, 1990). Las medidas referentes a la composición corporal fueron estimaciones del porcentaje muscular, óseo, residual y graso realizadas a partir de las ecuaciones de Matiegka, Rocha, Würch & Yuhasz y Faulkner & Carter, respectivamente. La superficie corporal y el área frontal se han estimado a partir de las fórmulas propuestas por DuBois & Du Bois (1916) y McLean (1993), respectivamente.

La valoración de la cualidad aeróbica se realizó a través de dos pruebas. El consumo máximo de oxígeno y los umbrales ventilatorios se determinaron a través de un test continuo y progresivo hasta el agotamiento sobre un ergómetro Lode Excalibur Sport (Lode Medical Technology, Groningen, The Netherlands). El test comenzó a una potencia de 75 vatios y se incrementó en 25 vatios cada minuto hasta que el ciclista no pudo mantener la potencia fijada. Durante toda la prueba se monitorizó la frecuencia cardíaca (Polar Vantage NV, Polar Electro Oy, Finland), cadencia, potencia y se analizaron los gases respiración a respiración (Medisoft Ergocard, Medisoft Group, Sorinnes, Belgium). Se determinaron los parámetros máximos alcanzados durante la prueba: consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), velocidad máxima, frecuencia

cardiaca máxima (FCmax) y potencia máxima. También se hallaron los parámetros submáximos: umbrales ventilatorios aeróbico y anaeróbico, según la metodología de Davis (1985) y fueron expresados en función del consumo de oxígeno (VO_2), potencia y frecuencia cardiaca (FC).

La valoración de la eficiencia gruesa y economía de pedaleo se realizó atendiendo a un protocolo de 4 minutos de pedaleo a una potencia de 200 vatios y una frecuencia de pedalada prefijada de 90 rpm. Obteniendo así datos de eficiencia gruesa en (%) y economía de pedaleo en (kJ/l).

Una vez obtenidos todos los datos, tanto los conseguidos fruto de la revisión bibliográfica como de la experimentación, fueron recopilados y analizados detalladamente con el fin de obtener datos significativos y llegar a determinaciones concluyentes. Los datos fueron procesados a través del programa informático Microsoft Excel 2010. Los resultados se expresan como media \pm desviación estándar (SD). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la muestra. Las variables antropométricas y aquellas obtenidas en el esfuerzo máximo y en los umbrales ventilatorios fueron analizadas en función de las categorías de los ciclistas usando la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney. Valores de $p < 0.05$ fueron considerados como estadísticamente significativos. El software estadístico SPSS+ v.19.0 fue usado para este análisis.

6. RESULTADOS

Las variables antropométricas analizadas se muestran en la Tabla 1. Los datos de junior y sub-23 son bastante similares, destaca el menor sumatorio de pliegues de los sub23, lo que implica un porcentaje de grasa corporal menor. Este hecho puede ser asociado al mayor volumen de entrenamiento que realizan ya que las competiciones a las que se enfrentan presentan una longitud notablemente mayor.

Tabla 1. Variables antropométricas obtenidas en este trabajo.

	EVALUACIÓN CINEANTROPOMÉTRICA			
	JUNIOR		SUB 23	
	Media	SD	Media	SD
AÑO NACIMIENTO	1998,6	0,6	1996,4	0,5
EDAD	16,4	0,5	18,5	0,5
PESO (kg)	67,9	4,9	66,1	8,1
TALLA (cm)	173,6	3,3	176,9	6,2
IMC (kg*m ⁻²)	22,6	2,4	21,1	2,5
SUPERFICIE CORPORAL (m ²)	1,81	0,04	1,81	0,12
ÁREA FRONTAL (m ²)	0,39	0,01	0,39	0,02
SUMATORIO 6 PLIEGUES (mm)	56,7*	10,9	41,1	11,3
SUMATORIO 8 PLIEGUES (mm)	69,7*	20,3	48,8	13,6
% GRASA	9,1*	1,1	7,6	1,1
PESO GRASA (kg)	6,2*	0,9	5,0	1,1
% HUESO	16,4	1,9	17,6	1,5
PESO HUESO (kg)	11,1	0,6	11,5	1,0
% MUSCULAR	50,4	1,5	50,6	1,3
PESO MUSCULAR (kg)	34,2	3,5	33,5	4,5
% RESIDUAL	24,1	0,0	24,1	3,8
PESO RESIDUAL	16,4	1,18	15,9	1,9
ENDOMORFIA	2,7*	0,5	1,7	0,5
MESOMORFIA	4,7	1,1	4,2	1,3
ECTOMORFIA	2,6	1,3	3,5	1,5

*, diferencias significativas (p<0.05).

La representación gráfica del somatotipo de los ciclistas estudiados se muestra en la Figura 2. En la somatocarta se puede observar que los junior presentan un somatotipo mesomorfo balanceado y los sub23 uno ecto-mesomorfo, mucho más alejado de la

endomorfía y que a priori es más idóneo para el rendimiento en ciclismo y parece ser un indicador del aumento de volumen de entrenamiento con el paso de categoría.

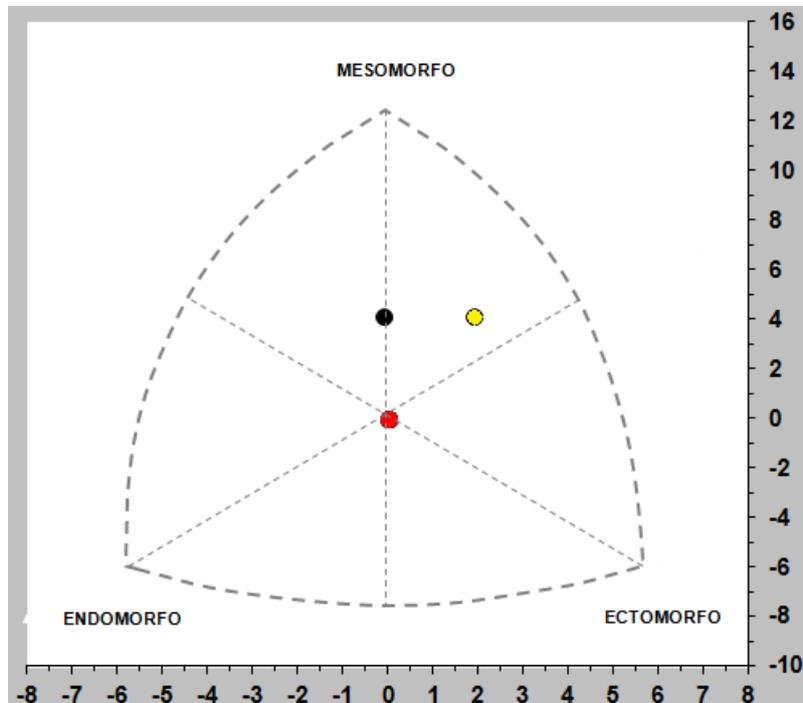


Figura 2 – Somatotipo de los ciclistas evaluados. Junior (negro) y sub23 (amarillo).

Los datos de las pruebas ergoespirométricas (Tabla 2) parecen refrendar la idea de que un mayor volumen de entrenamientos en la categoría superior es la principal causa diferenciadora. Ambas categorías presentan un consumo de oxígeno muy similar en valores absolutos, pero la menor grasa corporal les permite un consumo relativo mejor a los sub23. Además, también se observa una mayor eficiencia de pedaleo de los sub23 lo que les permite desarrollar más potencia para un mismo gasto energético. Los umbrales ventilatorios de estos ciclistas aparecen a unas intensidades relativas más cercanas al máximo que lo de los juveniles.

Tabla 2. Valoración de la calidad aeróbica.

	TEST EN CICLOERGÓMETRO			
	JUNIOR		SUB23	
	Media	SD	Media	SD
POTmáx (W)	390,8	21,3	412,9	40,2
POT VT2 (W)	285	13,6	310,7	37,8
POT VT1 (W)	195	27,3	221,4	39,3
% POT VT2	73	3,0	75,2	5,7
% POT VT1	49,8	6,7	53,1	6,7
POTmáx RELATIVA (W*kg ⁻¹)	5,7*	0,4	6,2	0,3
POT RELATIVA VT2 (W*kg ⁻¹)	4,2	0,4	4,7	0,3
POT RELATIVA VT1 (W*kg ⁻¹)	2,9	0,5	3,3	0,4
VO2máx (l*min ⁻¹)	4,1	0,3	4,1	0,3
VO2máx RELAT (l*min ⁻¹ *kg ⁻¹)	61,8	4,8	63,2	4,2
VO2 VT2(l*min ⁻¹ *kg ⁻¹)	49,2	4,4	51,6	5,4
VO2 VT1(l*min ⁻¹ *kg ⁻¹)	39,8	3,9	40,1	4,3
%VO2máx VT2	79,8	6,8	81,8	3,9
%VO2máx VT1	62,4	4,7	63,4	4,8
FCmáx (ppm)	190	8,3	195,2	8,9
FC VT2 (ppm)	170	6,7	171	10,4
FC VT1 (ppm)	149	7,7	151	12,2
% FCmáx VT2	89,4	2,3	89,6	6,0
% Fcmáx VT1	78,2	3,3	77,4	6,4
EFICIENCIA GRUESA (%)	21,4	1,3	23,6	2,4
ECONOMÍA PEDALEO (kJ*l ⁻¹)	4,5	0,2	4,9	0,5

*, diferencias significativas (p<0.05). VT2, umbral ventilatorio 2; VT1, umbral ventilatorio 1.

7. DISCUSIÓN

Para definir un modelo general de ciclista podemos basarnos en el estudio de (Martínez et al., 1993), que valoraron un grupo heterogéneo de un total de 58 ciclistas varones de 23,73 (+/- 9,08) años sin tener en cuenta aspectos de edad o nivel competitivo. Nos encontramos ante un individuo medio de 173,2 cm de altura y 69,6 kg de masa corporal. Además en esta investigación también analizó separadamente a ciclistas cadetes, juveniles y senior. En la siguiente figura se pueden comparar los somatotipos entre cadetes (amarillo), junior (verde) y senior (azul). Se observa que a medida que avanza la edad el componente mesomorfo aumenta progresivamente. Llama la atención la desviación de los ciclistas de categoría senior hacia el endomorfismo, pero según detalla el artículo solo 9 de los 34 ciclistas tienen nivel nacional, así que esto puede ser debido a que el nivel competitivo sea bajo. Aunque no ofrezcan más datos, sí establecen una distinción en porcentaje de grasa entre nivel nacional (9,6%) y nivel regional (12%), lo que posiblemente responda a la cuestión referente a la llamativa desviación endomórfica.

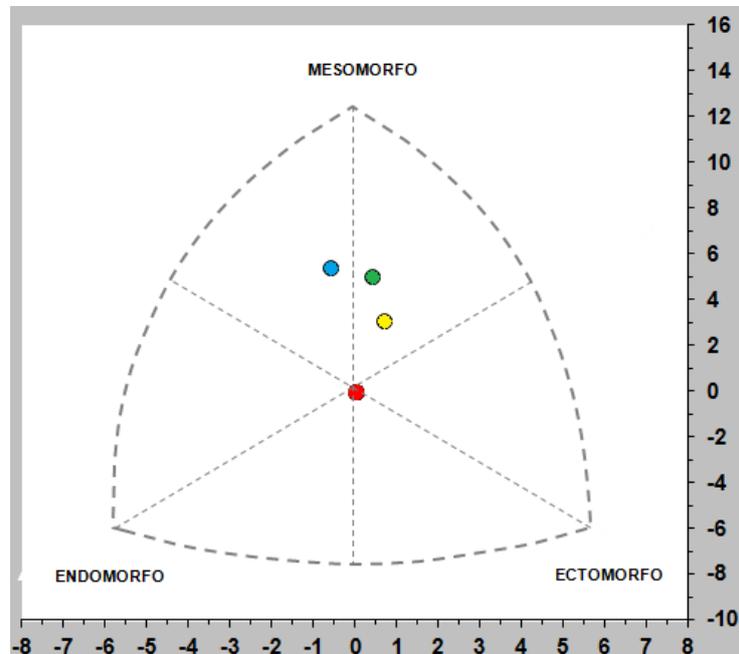


Figura 3 – Representación del somatotipo de ciclistas cadetes, junior y senior. Datos obtenidos del artículo de (Martínez et al., 1993)

Respecto a las modalidades de competición que existen en el ciclismo, Foley (1976) en su artículo estudió los somatotipos de ciclistas de carretera, contrarrelojistas y de ciclistas de pista, diferenciando velocistas y persecucionistas. La muestra constaba de 36 ciclistas varones, de una edad media de 23,4 años, una experiencia promedio de 8,2 años, y teniendo en cuenta diferentes niveles hasta ciclistas profesionales.

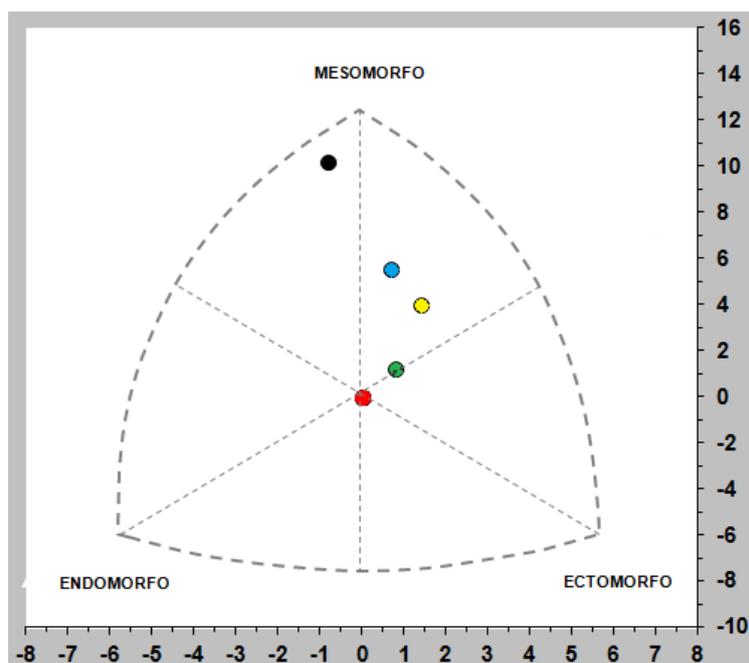


Figura 4 – Somatotipo ciclistas de pista: velocistas (negro) y persecución (azul); carretera (amarillo) y contrarreloj (verde) (Foley 1976).

Comparando los ciclistas de pista y los de ruta es reseñable el componente mesomorfo notablemente mayor de los primeros, que probablemente sea debido a una duración mucho menor del esfuerzo pero que requiere un desempeño de potencia mucho mayor (Cuanta menor es la duración, mayor es la demanda de potencia). En cuanto a las diferencias que presentan los contrarrelojistas respecto a otros ciclistas de carretera, presentan una mayor altura y peso corporal, así como un somatotipo más central. También León et al. (2015) hicieron una diferenciación entre estas dos modalidades deportivas, concretamente ciclistas profesionales, pero sin hacer distinciones entre diferentes pruebas. Se reflejan los mismos datos que en el ejemplo anterior adoptando los ciclistas de pista un somatotipo mesomorfo balanceado y los de ruta uno ecto-mesomorfo.

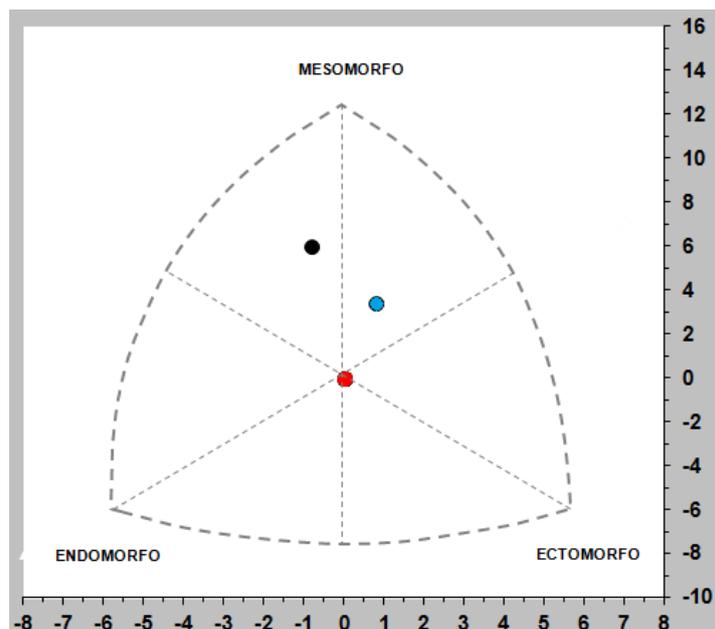


Figura 5 – Somatotipo ciclistas profesionales carretera (azul) y pista (negro) (León et al. 2015).

En un estudio en ciclistas profesionales realizado por Sánchez-Muñoz et al. (2015) analizaron las variaciones en la composición corporal que producía en el organismo la participación en una vuelta de 4 días y un total de 647,6 km. Estos ciclistas presentan un somatotipo ecto-mesomorfo, con un componente endomorfo notablemente bajo, sobre 1.5, lo que sugiere unos bajos niveles de grasa corporal. Además entre el antes el después de la competición su sumatorio de pliegues cutáneos disminuye de una manera ligeramente significativa, lo que supone una disminución del componente endomorfo de 0.12 modificando el somatotipo levemente de la siguiente manera, alejándolo aún más del centro

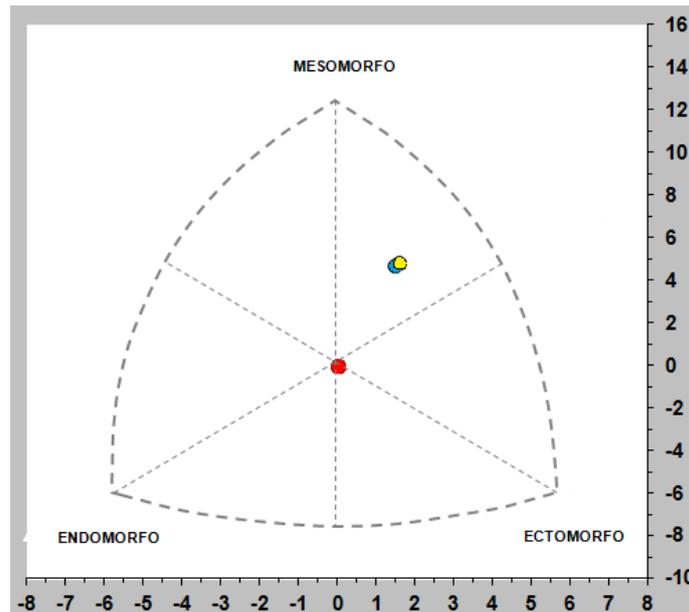


Figura 6 – Variación del somatotipo de ciclistas profesionales antes (azul) y después (amarillo) de una vuelta de cuatro días (Sánchez-Muñoz et al., 2015).

Los autores italianos Menaspà et al. (2010) analizaron las diferencias fisiológicas y antropométricas de ciclistas junior de diferentes especialidades y niveles de rendimiento. Los ciclistas fueron divididos en escaladores rodadores, todoterreno y sprinter. Los datos más relevantes fueron el menor porcentaje de grasa corporal y peso corporal en relación a la altura de escaladores y todoterreno frente a rodadores y sprinters. También obtuvieron los ciclistas escaladores y todoterreno mejores datos de potencia y consumo de oxígeno relativos al peso corporal en pruebas de esfuerzo incrementales. Aunque en valores absolutos los datos fueron similares o menores en el caso de los escaladores.

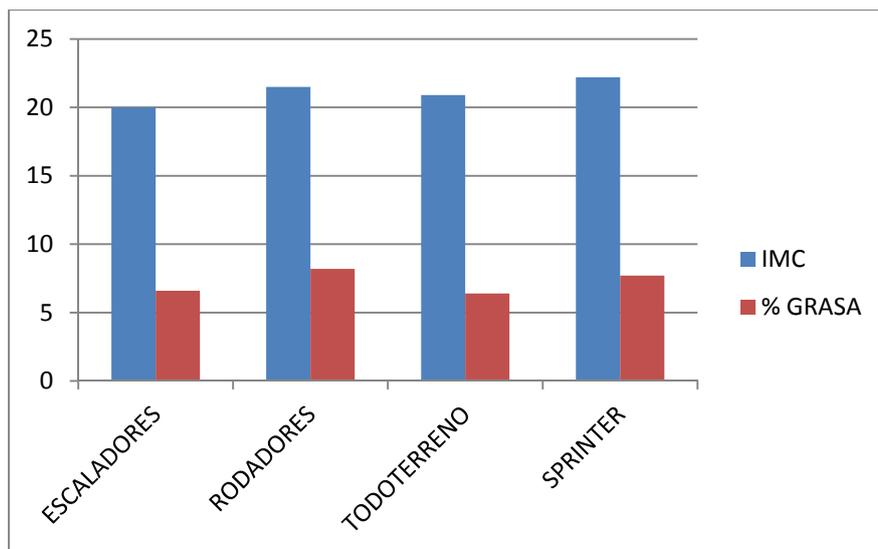


Figura 7 – IMC y grasa corporal de diferentes tipos de ciclistas Junior (Menaspà et al., 2010).

Respecto a las diferencias entre mujeres y hombres los autores Subiela et al. (2007) establecieron diferencias entre ciclistas de ambos géneros, destacan las diferencias en cuanto al porcentaje de grasa, un 7,9% en hombres frente a un 19,2 de las mujeres y Haakonssen et al. (2015) publicaron datos de peso, altura y porcentaje de grasa de mujeres ciclistas de diferentes niveles competitivos.

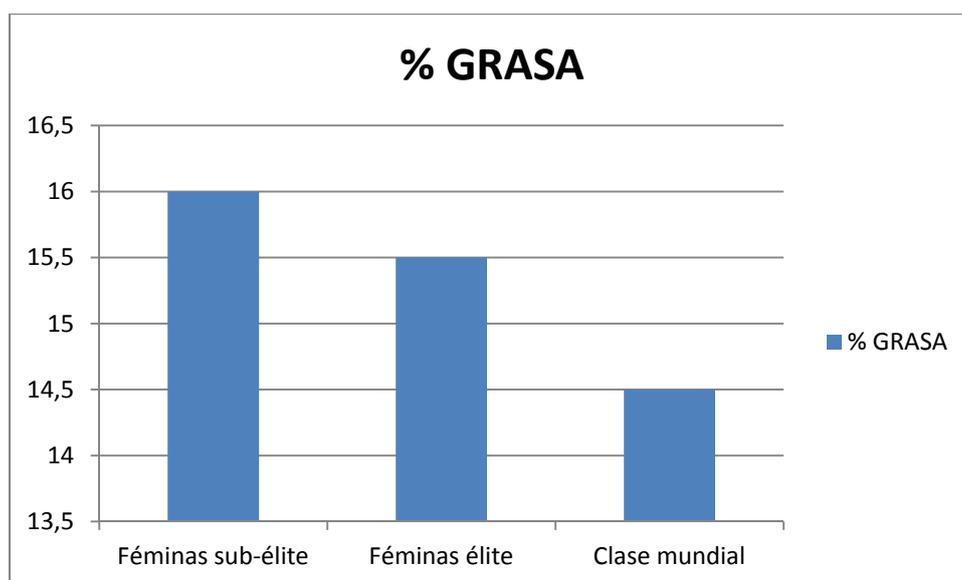


Figura 8 – Datos de porcentaje de grasa en mujeres ciclistas.

Aunque los valores de porcentaje de grasa dependan de la fórmula y el método utilizados, si que parece evidente que las mujeres ciclistas presentan unos valores mayores de grasa corporal que los hombres y que a media que es mayor el nivel competitivo, este porcentaje disminuye.

Con todos los datos recopilados y contrastados parece que puede afirmarse que la composición corporal parece ser un elemento muy relevante en el rendimiento en ciclismo en ruta. Contrastando los datos recopilados se puede afirmar que los ciclistas se caracterizan por tener un somatotipo que tiende a ser ecto-mesomorfo. A medida que aumenta la exigencia y el nivel de la competición la cantidad de grasa corporal tiende a disminuir principalmente por dos motivos. Uno es el mayor volumen de entrenamiento que se tiene que llevar a cabo para poder cubrir satisfactoriamente los largos kilometrajes de los que se componen las competiciones. El otro motivo parece ser la necesidad de que el peso corporal sea el menor posible sin perjudicar la masa muscular, ya que relativizar al peso los valores de potencia y de consumo de oxígeno es realmente importante para obtener el mejor rendimiento posible durante los ejercicios en los que hay que ascender puertos de montaña o salvar desniveles.

En función del tipo de disciplina que se desempeña dentro del ciclismo, el somatotipo se ve modificado. Los estudios de los autores Foley (1976) y León et al. (2015), parecen evidenciar que los ciclistas que compiten en disciplinas de duración más corta y mayor explosividad presentan un peso corporal mayor y una masa muscular también mayor. Los ciclistas de pista presentan una mesomorfia mayor que los ciclistas de carretera, y esto es más acentuado cuanto más corta y explosiva sea la prueba en la que están especializados ya que las demandas de potencia son mucho mayores pero durante un intervalo de tiempo notablemente menor. Además la presencia de grasa corporal pasa a no ser tan relevante ya que no existe la necesidad de salvar desniveles.

En cuanto a las diferencias entre hombres y mujeres parece claro que estas tienen una mayor composición corporal de grasa como se puede ver en los artículos de Subiela et al. (2007) y Haakonssen et al. (2015). Esto es debido a factores hormonales y predisposición genética, ya que una mayor presencia de estrógenos y menor de testosterona en las mujeres predispone a una mayor acumulación de grasa. Este es

un factor limitante para el rendimiento en ciclismo de las mujeres respecto a los hombres, con una composición más magra.

En cuanto a los ciclistas junior y sub23 evaluados, su estudio parece corroborar la teoría de que a medida que avanza la edad, la categoría, la especialización, el volumen de entrenamiento y el nivel competitivo, el somatotipo ecto-mesomorfo se aleja del centro, distanciándose de la endomorfia y acentuarse la condición ecto-mesomorfa al ser menores los niveles de grasa corporal. Este hecho es determinante para el rendimiento al adquirir tanta importancia la relación potencia/peso y VO_2 /peso y para ello la presencia de grasa corporal resulta perjudicial. Además también existe un desarrollo muscular, al verse un ligero aumento de la mesomorfia con el paso a categorías (Martínez et al., 1993), que se asocia a la maduración y al crecimiento. A medida que la categoría aumenta también aumentan los niveles de entrenamiento que permiten un mayor desarrollo de potencia, tanto absoluta como relativa, ya que aumenta el consumo de oxígeno al ser mayor la masa muscular y se mejora la eficiencia de pedaleo con el entrenamiento, la técnica y el desarrollo de la musculatura. Con lo cual de existe mayor producción energética, de la que también un mayor porcentaje es convertido en energía mecánica, el pedaleo.

8. CONCLUSIONES

Tras la realización del trabajo se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Los ciclistas en ruta se caracterizan por un somatotipo ecto-mesomorfo. Cuanto mayor es la categoría y el nivel competitivo más se acentúa el somatotipo característico y se aleja del centro.
- El mayor volumen de entrenamiento y competición de los corredores sub23 frente a los junior tuvo un efecto positivo sobre el perfil de pliegues analizados.
- La cualidad aeróbica analizada en ambas categorías fue prácticamente similar. Únicamente se analizó una mayor potencia relativa en el umbral anaeróbica de los ciclistas sub23. Posiblemente, este hecho sea debido a la mayor intensidad de los entrenamientos realizados por este grupo de ciclistas.

9. APLICACIONES Y VALORACIÓN PERSONAL

Debido a la importancia que tiene la antropometría para el rendimiento debe ser un elemento de referencia a la hora de orientar los entrenamientos y los hábitos alimentarios necesarios para que el somatotipo del ciclista se acerque al más idóneo para obtener el mejor resultado en la competición. Esto toma más importancia en el ciclismo respecto a la mayoría de deportes, ya que hay que desplazar el peso corporal en bicicleta contra la fuerza de oposición que ejerce la gravedad. Cuanto menor sea este peso sin perjudicar la masa muscular funcional en el gesto técnico del pedaleo, mayor será la velocidad a la que se desplace el ciclista para una misma potencia ejercida, de ahí la necesidad de que es peso de la masa grasa, la masa muscular que no interviene en la actividad ciclista y el peso material del material sean lo menores posibles. Respecto al trabajo, espero sirva para entender la influencia que tiene la composición corporal en el ciclismo, pero siempre teniendo en cuenta que la salud es prioritaria a tener un determinado porcentaje de grasa excesivamente bajo, para permitir una continuidad y estabilidad en el estado de forma, y sobre todo para el bienestar del deportista.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carter, J. E. L. (1975). The Heath-Carter somatotype method. San Diego State Univ.
- Carter, J. E. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping: development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Castro, C. (2008). Factores de rendimiento en el ciclismo. *Portaldeportivo: La Revista*, 7,2-20.
- Davis, J. A. (1985). Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(1), 6-21.
- Du Bois, D., & Du Bois, E. F. (1916). Clinical calorimetry: tenth paper a formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Archives of internal medicine*, 17, 863-871.
- Faulkner, J. A. (1968). Physiology of swimming and diving. En H. Falls (Ed.). *Exercise Physiology*. Baltimore: Academic Press
- Foley, J. P., Bird, S. R., & White, J. A. (1989). Anthropometric comparison of cyclists from different events. *British journal of sports medicine*, 23(1), 30-33.
- García-López, J. (2008): Manifiestación de las fuerzas aerodinámicas en diferentes deportes: ciclismo y atletismo. En M. Izquierdo (Ed), *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte (pp. 415-445)*. Madrid, España. Editorial Panamericana.
- Haakonssen, E. C., Barras, M., Burke, L. M., Jenkins, D. G., & Martin, D. T. (2015). Body composition in female road and track endurance cyclists: Normative values and typical changes in female road and track endurance cyclists. *European Journal of Sport Science*, 1-9.
- León, H. H., Botero, D. A., Melo, C. E., & Porras, J. (2015). Comparación antropométrica de un grupo de ciclistas de ruta y pista. *Cuerpo, Cultura y Movimiento*, 4(2), 111-125.
- Lucia, A., Hoyos, J., & Chicharro, J. L. (2000). Physiological response to professional road cycling: climbers vs. time trialists. *International journal of sports medicine*, 21(7), 505-512.
- Lucía, A., Hoyos, J., Santallana, A., Earnest, C. & Chicharro, J. L. (2003). Tour de France versus Vuelta a España. Wich Is Harder?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 5(35), 872-878.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American journal of physical anthropology*, 4(3), 223-230.

- Martínez, L., Fideu, M. D., & Ferrer, V. (1993). Estudio cineantropométrico en 58 ciclistas de competición. *Archivos de medicina del deporte*, X, 38, 121-125.
- McLean B.D. 1993. The relationship between frontal surface area and anthropometric parameters in racing cyclists. Proceedings: XIV ISB Congress of Biomechanics. Paris, pp. 856-7.
- McLean, B. D., & Parker, A. W. (1989). An anthropometric analysis of elite Australian track cyclists. *Journal of sports sciences*, 7(3), 247-255.
- Menaspà, P., Rampinini, E., Bosio, A., Carlomagno, D., Riggio, M., & Sassi, A. (2012). Physiological and anthropometric characteristics of junior cyclists of different specialties and performance levels. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(3), 392-398.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2001). Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports Medicine*, 31(7), 479-487.
- Padilla, S., Mujika, I., Orbananos, J., & Angulo, F. (2000). Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(4), 850-856.
- Rocha, M. S. L. (1975). Peso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivos de anatomía e antropología*, 1, 445-451.
- Rodríguez-Marroyo, J. A., García-López, J., Ávila, C., Jiménez, F., Cordova, A. & Villa, J. G. (2003). Intensity of exercise according to topography in profesional cyclists. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 35(7), 1209-1215.
- Rodríguez-Marroyo, J. A., García-López, J., Juneau, C. É., & Villa, J. G. (2009). Workload demands in professional multi-stage cycling races of varying duration. *British journal of sports medicine*, 43(3), 180-185.
- Rodríguez-Marroyo, J. A., Pernía, R., Villa, J. G., & Foster, C. (2017). Reliability and Seasonal Changes of Submaximal Variables to Evaluate Professional Cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1-22.
- Ross, W. D. (1978). Kinanthropometry: an emerging scientific technology. In *Biomechanics of Sport and Kinanthropometry*. Miami: Symposia Specialists (Vol. 6, pp. 269-282).
- Sánchez-Muñoz, C., Zabala, M., & Muros, J. J. (2015). Nutritional intake and anthropometric changes of professional road cyclists during a 4-day competition. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(7), 802-808.
- Sillero, M. (2005). Teoría de Kinantropometría. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Ciencias de la Actividad Física

- Subiela, J., Torres, S. H., Herrera, A., Fernández, N., Alexander, P., & Jimeno, F. (2007). Características musculares y potencia anaeróbica y aeróbica máximas en ciclistas de competición. *Archivos de medicina del deporte*, 24(119), 169-178.
- Swain, D. P. (1994). The influence of body mass in endurance bicycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(1), 58-63.
- Würch, A. (1974). La femme et le sport. *Med sport francaise*, 4, 441-445.
- Yuhasz, M. S. (1974). *Physical Fitness Manual*. Ontario: Universidad de Western Ontario.