

TRABAJO FIN DE MASTER



Control de los efectos de la dieta y la composición corporal durante la comparación del entrenamiento tradicional y el entrenamiento basado en la variabilidad de la frecuencia cardíaca en ciclistas

MASTER EN RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SALUD
2017/2018

Autora: Sara Cebrián Bou

Tutor: Enrique Roche Collado

INTRODUCCIÓN

La composición corporal es determinante en el rendimiento deportivo, de tal forma que cada disciplina deportiva requiere una composición de referencia (somatotipo) para poder optimizar correctamente la nutrición y los entrenamientos. Por esta razón, la determinación de la composición corporal es un aspecto clave en las ciencias aplicadas al deporte.

Para analizar la composición corporal existen técnicas no invasivas o mínimamente invasivas muy exactas, como absorciometría radiográfica de energía dual (DEXA), resonancia magnética y tomografía axial computerizada. El DEXA es una técnica que se basa en detectar la diferencia de atenuación que sufren los fotones emitidos, en relación a la composición y grosor del tejido que atraviesan («DEXA - Composición Corporal», s. f.). La resonancia magnética consiste en la obtención de imágenes del interior del cuerpo humano mediante el empleo de un campo magnético. Finalmente, la tomografía axial computerizada se basa igualmente en la obtención imágenes intracorporales, pero utilizando los rayos X. En cualquier caso, a pesar de la precisión que brindan estas técnicas, hay que considerar el elevado coste económico, así como los aspectos técnicos del análisis de las imágenes obtenidas, la exactitud y fiabilidad (Heymsfield, 2007).

Otra técnica menos precisa, pero con un coste económico más asequible, es la hidrometría. La hidrometría es el método que permite la medida del agua total del cuerpo (ACT) a través de la concentración de isótopos de hidrógeno (deuterio o tritio) en los fluidos biológicos (saliva, plasma y orina) (Alvero et al., 2005).

Por todo ello, existen diversos inconvenientes a la hora de usar estos métodos. Así, a pesar de su precisión, todos tienen un elevado coste económico, no son portátiles y pueden llegar a resultar incómodos para el deportista. Esto hace que su uso en trabajos de campo aplicados a Ciencias del Deporte no sea viable.

En este contexto, la forma más habitual de medir la composición corporal es mediante la antropometría. La antropometría se basa en el estudio de las dimensiones y medidas del cuerpo humano. Se trata de una serie de mediciones, y la aplicación posterior de ecuaciones de regresión múltiple, mediante las cuales se puede inferir la composición y porcentajes de los compartimentos graso, magro, óseo y residual (visceral). Con ello se logra estimar de forma indirecta la densidad corporal de los sujetos (Jiménez, 2013). Es una técnica portátil, con instrumental muy económico (que sólo requiere de una calibración válida) y con un procedimiento sencillo y práctico.

Para realizar una antropometría de forma correcta, se requiere seguir la normativa de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometria (ISAK), una organización fundada con el objetivo de normalizar y validar las mediciones antropométricas («Isak - ¿Qué es ISAK?», s. f.). Por tanto, si esta técnica se usa conforme a lo determinado por la ISAK, cuenta con una correlación muy alta con los métodos antes descritos (Heymsfield, 2007).

Así pues, para llevar a cabo un adecuado análisis de la composición corporal será necesario delimitar la composición del cuerpo humano en función de sus diferentes componentes (Jiménez, 2013). Así, Matiegka (Matiegka, 1921) es considerado como el padre de la composición corporal. En 1921 desarrolló un modelo de fraccionamiento de la masa corporal llamado *modelo de los 4 compartimentos o tetracompartimental*. Dicho modelo contempla una composición basada en 4 componentes básicos, ya mencionados anteriormente: la masa grasa, la masa muscular, la masa ósea y la masa residual o visceral (Jiménez, 2013).

Las técnicas antropométricas comprenden un conjunto metodológico repetitivo, sensible y discriminante para estimar los cambios en la composición corporal de los deportistas.

Son ampliamente utilizadas en el ámbito del deporte (Pons et al., 2015), ya que la evaluación de la composición corporal es una de las claves para gestionar y optimizar las cargas de entrenamiento, así como la nutrición. Todo ello permitirá alcanzar el máximo rendimiento deportivo (Santos et al., 2014). Además, recientemente se ha propuesto a la antropometría como una técnica que permitiría la detección de talentos y selección de futuros jóvenes deportistas (Brunkhorst & Kielstein, 2013), aunque sería necesario completar con parámetros de tipo fisiológico, genético y psicológico para realizar una detección más fiable.

De esta manera, se ha comprobado que una composición corporal adecuada está relacionada con una mayor capacidad cardiorrespiratoria (Högström, Pietilä, Nordström, & Nordström, 2012; Santos et al., 2014), así como con niveles de fuerza más altos (Santos et al., 2014; Silva, Fields, Heymsfield, & Sardinha, 2011). Es por esto que varios autores han realizado investigaciones para mostrar la influencia e importancia de las características antropométricas en diferentes disciplinas deportivas, como en natación (Bond, Goodson, Oxford, Nevill, & Duncan, 2015), atletismo (Larsen, 2003), ciclismo (Foley, Bird, & White, 1989; Menaspà et al., 2012), tenis (Sanchez-Munoz, Sanz, & Zabala, 2007), así como en deportes de equipo, como rugby o fútbol (Gabbett, 2005; Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). Todos ellos, excepto Sánchez-Muñoz et al., concluyeron que el somatotipo y composición corporal de los atletas estaban relacionados con el nivel de rendimiento, aunque no todas las mediciones antropométricas son útiles para la detección de talentos o para predecir el nivel de rendimiento en determinadas disciplinas deportivas (Brunkhorst & Kielstein, 2013).

En este contexto, cabe destacar la poca información antropométrica acerca de los ciclistas (Foley et al., 1989), sobre todo teniendo en cuenta su importancia como

deporte en sí mismo, y como parte de la disciplina deportiva denominada triatlón. El ciclismo es uno de los deportes con mayor tradición del mundo, y sobre todo en Europa (Foley et al., 1989). Su rendimiento deportivo se ve afectado por variables fisiológicas, psicológicas, técnicas, tácticas y meteorológicas (Lucia, Hoyos, & Chicharro, 2001), sin olvidar la importancia que tiene la mecánica de la bicicleta.

El ciclismo requiere de una alta capacidad aeróbica (Mujika & Padilla, 2001), por lo que se define como un deporte de resistencia, aunque también hace uso de las vías anaeróbicas durante los cambios de ritmo, como pueden ser las aceleraciones (sprints) al final de la etapa y los demarrajés durante las etapas de montaña y de llano respectivamente para propiciar escapadas (Faria, Parker, & Faria, 2005). Además, en deportes de resistencia, las características antropométricas, las características de entrenamiento (velocidad durante el entrenamiento, duración del entrenamiento, volumen de entrenamiento) y las variables fisiológicas (consumo máximo de oxígeno, umbral anaeróbico, umbral de lactato, umbral ventilatorio) han sido identificadas como variables predictivas importantes para el rendimiento (Knechtle, 2014).

Para finalizar, cabe destacar que hay poca información acerca de la importancia de la antropometría en el ciclismo. En primer lugar, queda demostrado que en ciclistas de alto nivel, las características antropométricas y fisiológicas están relacionadas con las diferentes especialidades a las que se dedican (Padilla, Mujika, Cuesta, & Goiriena, 1999). De esta manera, el somatotipo de quienes compiten contrarreloj se encuentra entre la mesomorfía y la ectomorfía, y se ven beneficiados mecánicamente por unas largas extremidades. Por el contrario, los sprinters deberían tener un somatotipo más bien mesomorfo, ya que requieren de una fuerza explosiva en un corto periodo de tiempo (Sallet, 2006). Además, en este caso unas piernas un poco más cortas son

capaces de soportar más fuerza y de forma más rápida (Foley et al., 1989). En este contexto, independientemente de la especialidad o el nivel del ciclista, es imprescindible contar con un porcentaje de masa grasa muy bajo, ya que ésta les supone un peso extra (lastre) que los aleja de una potencia (kw/kg) adecuada (Foley et al., 1989; Menaspà et al., 2012).

En segundo lugar, gran cantidad de estudios comparan a los ciclistas con otros deportistas de resistencia, como triatletas y/o corredores. Entre ciclistas y corredores existen diferencias morfológicas muy variadas. En general, los deportistas de resistencia deben procurar tener un porcentaje bajo de masa grasa, aunque en el caso de los corredores, el rendimiento no se ve tan determinado por ello. Es por esto mismo que se han encontrado corredores morfológicamente muy dispares (Chlíbařková, Alena, & Ivana, 2012).

Por último, entre ciclistas y triatletas apenas se encuentran diferencias significativas en las medidas antropométricas. Aun así, cabe destacar que el somatotipo del triatleta es ligeramente más robusto, siendo la única diferencia significativa el espesor del pliegue de la mitad de la pantorrilla, que en el ciclista es mayor, como cabría esperar (Knechtle, Duff, Amtmann, & Kohler, 2007; Moro et al., 2013).

Como conclusión, queda confirmado que las características antropométricas son determinantes en deportes de resistencia, y concretamente en el ciclismo. Así pues, se ha observado que los dos factores que pueden modular la antropometría son el entrenamiento y la dieta. Por ello, el objetivo de este estudio es comparar los diferentes resultados en cuanto a la composición corporal y la antropometría de un grupo de ciclistas que siguen una nutrición muy similar, pero que van a preparar la competición con dos metodologías de entrenamiento diferente. Se comparará un grupo que sigue una

planificación convencional con otro grupo que seguirá una planificación basada en la variabilidad de la frecuencia cardíaca.



OBJETIVOS

En deportistas de resistencia, las características antropométricas, el entrenamiento y los factores psicológicos han sido identificados como variables determinantes a la hora de predecir el rendimiento deportivo. Así pues, podemos concluir que existe una estrecha relación entre ellas (Knechtle, 2014). Como se ha comentado anteriormente, la composición corporal del deportista es una de las claves a la hora de aumentar el rendimiento; por tanto, es un factor con mucho peso en el deporte y, particularmente, en el ciclismo.

En este estudio se busca comparar dos metodologías de entrenamiento diferentes en un grupo de 15 ciclistas de alto nivel, de la Comunidad Valenciana. Un grupo entrenará siguiendo una planificación tradicional, y el otro grupo seguirá un protocolo basado en la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

Por todo ello, el objetivo principal de este trabajo es evaluar y controlar la composición corporal y la dieta de los ciclistas en la etapa inicial y final de la planificación; de tal manera que podamos asegurar que los resultados obtenidos se deben exclusivamente a la diferencia entre los dos tipos de entrenamiento, y no a cambios en las características antropométricas de los sujetos a causa de la dieta.

MATERIAL Y MÉTODO

La investigación se ha llevado a cabo de forma observacional-transversal.

Para ello, se escogió a 20 ciclistas de alto nivel de la provincia de Alicante, de entre 16 y 40 años de edad. De forma aleatoria, se dividieron en dos grupos. Diez de ellos han seguido una planificación de entrenamientos convencional, y los otros diez, una planificación basada en la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Los ciclistas no sabían en qué grupo se encontraban, por tanto, se trata de un estudio simple ciego. Aun así, el estudio se ha finalizado con 15 ciclistas, debido a la muerte experimental de 5 sujetos por diversas razones.

Para llevar a cabo la investigación, se citaba a los ciclistas en el Laboratorio de Optimización de Entrenamiento del Centro de Investigación del Deporte (CID) de la Universidad Miguel Hernández, en Elche para realizar la antropometría y la prueba de esfuerzo con el análisis del intercambio de gases. Para la prueba de esfuerzo se colocaba la bicicleta del sujeto en el rodillo, y este debía pedalear, de forma que cada minuto se le incrementaban 25W de potencia. La prueba finalizaba cuando el participante llegaba al agotamiento o cuando el VO₂ máx. se mantenía constante. Por otro lado, se realizó una segunda prueba en las mismas fechas, con una semana de descanso desde la prueba de esfuerzo. En este caso consistía en medir la potencia del ciclista. Para ello, el sujeto debía estar pedaleando durante 40 minutos con la máxima potencia posible. De esta forma se calcularon los wátios/kg que eran capaces de movilizar, así como su potencia crítica, es decir, la potencia máxima que pudieron alcanzar en un determinado lapsus de tiempo.

De esta forma, se realizaron dos antropometrías, dos pruebas de esfuerzo y dos pruebas de potencia a cada ciclista. La primera antropometría fue antes de empezar los entrenamientos (Diciembre 2017), y la segunda, poco antes de la competición (Febrero 2018).

Las antropometrías se hicieron siguiendo las pautas del ISAK, y siempre por la misma persona. El protocolo fue el siguiente:

En primer lugar, se tomaba el peso del ciclista. Para ello, se usa una báscula (figura 1) calibrada que mide, en realidad, la fuerza con la que el deportista es atraído por la tierra. Sin embargo, está establecido por ISAK que esta fuerza representa la masa corporal.



Figura 1. Báscula.

En segundo lugar, se medía la talla de pie y sentado del ciclista. Para ello se hace uso del tallímetro (figura 2), un instrumento con un plano horizontal adaptado por medio de una guía que acompañan a una escala métrica vertical o un cursor anclado a un carro de medida, que se instala perpendicularmente a un plano base.



Figura 2. Tallimetro.

En tercer lugar, pasaban a medirse los pliegues. Para la medición de los pliegues se usa el plicómetro o compás de pliegues cutáneos, también llamado espesímetro (figura 3).

Mide el espesor del tejido adiposo en determinados puntos de la superficie corporal.

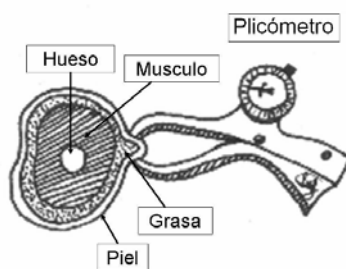


Figura 3. Plicómetro.

Para tomar correctamente los pliegues hay que hacerlo siguiendo un protocolo:

En cuanto al sujeto, éste debe mantener la posición de atención antropométrica. La musculatura del ciclista tiene que estar relajada. El pliegue cutáneo se toma con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, manteniendo el compás en la mano derecha perpendicularmente al pliegue y abriendo la pinza unos 8 cm. Se eleva una doble capa de piel y su tejido adiposo subyacente en la zona señalada, efectuando una pequeña tracción hacia afuera para que se forme bien el pliegue y queden ambos lados paralelos, y se mantiene hasta que termine la medición (figura 4). Con la mano derecha se aplica el compás, colocándolo a 1 cm del lugar donde se toma el pliegue, perpendicular al sentido de este y en su base.

Los pliegues cutáneos se midieron en lado derecho, dando el valor medio de tres mediciones, pudiendo descartar las claramente erróneas. Las repeticiones no se hicieron pliegue a pliegue, sino tras terminar todos los pliegues incluidos en el estudio, evitando así comprimir la zona.

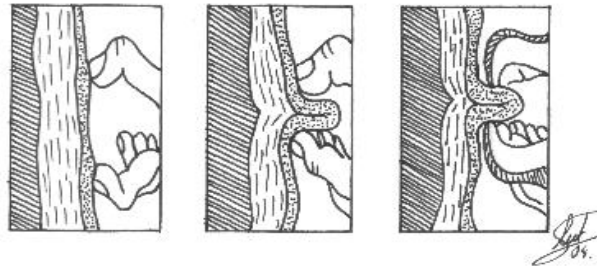


Figura 4. Tracción de la piel para coger bien el pliegue.

Para este estudio se midieron los siguientes pliegues:

1 – Biceps



Figura 5. Medición del pliegue del bíceps.

Se midió el pliegue vertical en la parte media frontal del brazo. El punto anatómico punto medio ente el acromion en su punto más superior y externo y la cabeza del radio en su punto lateral y externo, directamente arriba de la fosa cubital (figura 5).

- Triceps



Figura 6. Medición del pliegue del tríceps.

Este pliegue se midió eligiendo cuidadosamente el punto medio entre el acromion en su punto más superior y externo y la cabeza del radio en su punto lateral y externo (figura 6).

- Subescapular



Figura 7. Medición del pliegue del subescapular.

El lugar de medición corresponde al ángulo interno debajo de la escápula.

Debe tener un ángulo de 45° en la misma dirección del borde interno del omóplato. Se midió justo debajo y lateralmente al ángulo externo del hombro (figura 7).

- Suprailiaco



Figura 8. Medición del pliegue del suprailiaco.

Se mide justo inmediatamente por arriba de la cresta ilíaca, en la línea axilar media, en forma oblicua y en dirección anterior y descendente (figura 8).

- Abdominal



Figura 9. Medición del pliegue del abdominal.

Situado lateralmente a la derecha, junto a la cicatriz umbilical en su punto medio. El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del cuerpo (figura 9).

- Muslo



Figura 10. Medición del pliegue del muslo.

El pliegue se tomó en la parte anterior del muslo, en el punto medio entre la doblez inguinal y el borde proximal de la rótula. Es longitudinal y corre a lo largo del eje mayor del fémur (figura 10).

- Pierna



Figura 11. Medición del pliegue de la pierna.

El pliegue se tomó a la altura de la máxima circunferencia de pierna en la parte interna de la misma, en dirección vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna (figura 11).

A continuación, se miden los diámetros. Para ello se usó una cinta métrica o cinta antropométrica (figura 12), la cual debe ser flexible pero no elástica, preferiblemente metálica, de anchura inferior a 7 mm. Es importante que disponga de un espacio sin graduar antes del cero y con una escala de fácil lectura que permita una identificación correcta de los números.



Figura 12. Cinta métrica.

Para este estudio se realizaron las siguientes mediciones:

- Perímetro de brazo

Primero relajado, para el cual, el sujeto se encuentra en posición erecta, con el brazo en antepulsión y horizontal. El antebrazo se coloca en supinación completa y a en flexión de 45° aproximadamente.

En segundo lugar, contraído. Es el perímetro máximo del brazo contraído voluntariamente. El ciclista colocaba la mano izquierda sobre el puño cerrado de la mano derecha, y debía contraer el brazo al máximo (figura 13).



Figura 13. Medición del perímetro del brazo contraído.

- Perímetro de muslo

Se toma un centímetro por debajo del pliegue glúteo (figura 14).



Figura 14. Medición del perímetro del muslo.

- Perímetro de pierna



Es medido a nivel de la máxima circunferencia de la pierna (figura 15).

Figura 15. Medición del perímetro de la pierna.

- Perímetro de cintura

Se localiza donde la circunferencia del abdomen es menor, aproximadamente en el punto medio de la distancia entre el borde costal y la cresta iliaca (figura 16).



Figura 16. Medición del perímetro de la cintura.

- Perímetro de cadera

Es el perímetro en el nivel de la mayor circunferencia glútea. Aproximadamente por encima de la sínfisis púbica (figura 17).



Figura 17. Medición del perímetro de la cadera.

Por último, medimos los perímetros óseos con el paquímetro o compás de pequeños diámetros (figura 18). Se trata de un compás de corredera graduado, de profundidad en sus ramas de 50 mm, con capacidad de medida de 0 a 259 mm. La precisión es de 1 mm.

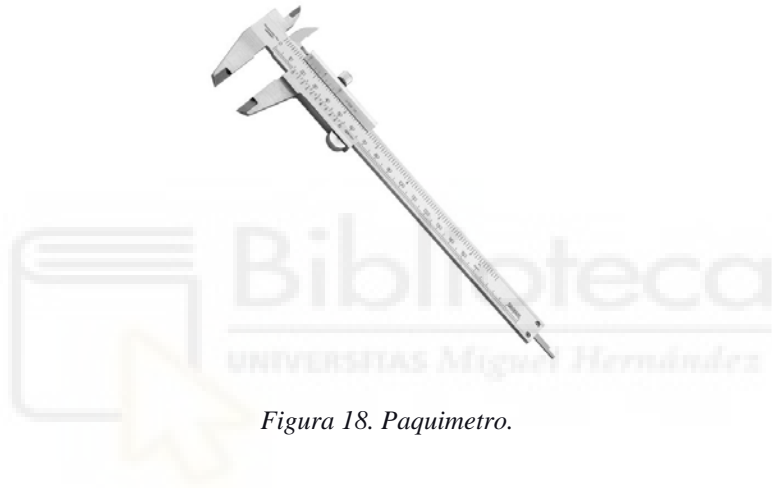


Figura 18. Paquímetro.

En este caso se midieron dos:

- Biepihúmero

Distancia entre el epicóndilo y la epitroclea que son el cóndilo lateral y medial del húmero, respectivamente. El antropometrista se sitúa delante del estudiado.

Para ello, el brazo se horizontaliza y el antebrazo forma un ángulo de 90° con el brazo para facilitar la medida, con la palma de la mano hacia el mismo y los dedos juntos y extendidos hacia arriba (figura 19).



Figura 19. Medición del perímetro del húmero.

-Biepifémur

El sujeto se sentaba, de forma que se forma un ángulo de 90° entre la pierna con el muslo. A continuación, se medía la distancia ente el cóndilo lateral y medial del fémur



(figura 20).

Figura 20. Medición del perímetro del fémur.

Por otro lado, para el control de la dieta, se llevó a cabo “el recordatorio”, de manera que se les entregó una planilla (figura 21 y 22), en la cual debían apuntar todo lo que comieran durante tres días, uno de los cuales debía ser de descanso. Una vez completada, debían reenviarla para su análisis.

Las ingestas anotadas en este documento, así como las antropometrías de cada ciclista, fueron analizadas mediante un programa llamado ST-Nutrición, propiedad de la empresa SERVITUX, de Elche.

De esta forma, se pudo conocer la cantidad y distribución de macronutrientes de las dietas de los participantes, y comprobar si existían diferencias significativas.

Recordatorio de 24 horas FECHA: NOMBRE:

DEBES ANOTAR TODO LO QUE COMES DURANTE TRES DIAS, SIENDO UNO DE ESTOS DIAS, UN DÍA QUE NO ENTRENES.

- 1 – Anotar TODO lo que comes durante el día, así como su hora y la cantidad (si puede ser en gramos mejor, si no, en medida culinaria. Ej. Medio vaso, una cucharada, etc)
- 2- Anotar marca de los productos (Ej. Atún CALVO)
- 3 – Anotar suplementación
- 4 – Anotar calidad del alimento (Ej. Light, integral, etc). Y tipo de cocinado (Ej. Al horno, frito, al vapor, etc)

Hora	Tiempo de Comida	Alimento y tecnología culinaria (calidad y cocinado)	Medida Casera	Cantidad (g)	Marca
------	------------------	--	---------------	--------------	-------

06.00					
07.00	Desayuno				
08.00					
09.00					
10.00					
	Almuerzo				
11.00					
12.00					
	Comida				
13.00					
14.00					
15.00					
16.00	Merienda				
17.00					
18.00					
19.00					
20.00					
21.00	Cena				
22.00					
23.00					
24.00					
	Entre horas				

Figura 21. Ejemplo de recordatorio que se entregó a los sujetos del estudio.

Recordatorio de 24 horas FECHA:18/12/2017 NOMBRE:ANTONIO MEDRANO

DEBES ANOTAR TODO LO QUE COMES DURANTE TRES DIAS, SIENDO UNO DE ESTOS DIAS, UN DÍA QUE NO ENTRENES.

- 1 – Anotar TODO lo que comes durante el día, así como su hora y la cantidad (si puede ser en gramos mejor, si no, en medida culinaria. Ej. Medio vaso, una cucharada, etc)
- 2- Anotar marca de los productos (Ej. Atún CALVO)
- 3 – Anotar suplementación
- 4 – Anotar calidad del alimento (Ej. Light, integral, etc). Y tipo de cocinado (Ej. Al horno, frito, al vapor, etc)

Hora	Tiempo de Comida	Alimento y tecnología culinaria (calidad y cocinado)	Medida Casera	Cantidad (g)	Marca
06.00					
07.00	Desayuno	FLORADIX		20 ML	
08.00		ZUMO NARAN COPOS AVENA	250 ML	30	NATURAL
09.00					
10.00					
11.00	Almuerzo				

					2 dextrin + aguacate	
12.00						
13.00	PRE ENTENO	1 MANZANA				
14.00	Comida					
15.00		brócoli, BOLSA MICRO pollo PLANCHA			BROCOLO 250 GR POLLO 100	
16.00	Merienda					
17.00						
18.00		1 MANZANA				
19.00						
20.00						
21.00	Cena	Sopa Juliana + 1 huevo			½ zanahoria, ½ apio, 1 hoja de acelga, pimiento en trocitos	
		Caldo de pollo,				
22.00						
23.00						
24.00						
					2 CAFES CON LECHE	

Figura 22. Ejemplo de recordatorio completado por uno de los sujetos del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En virtud de la Normativa para la realización de Trabajos Fin de Master, se reserva la publicación de los resultados obtenidos durante la realización del presente trabajo para su posterior publicación en una revista científica. No obstante, los resultados serán presentados durante la defensa y exposición de este trabajo, donde el tribunal contará con todos los datos para la evaluación de los objetivos conseguidos.

CONCLUSIONES

El presente trabajo tiene como objetivo comprobar que la alimentación y los posibles cambios antropométricos no han tenido influencia de ningún tipo sobre los efectos de los dos tipos de entrenamiento que han seguido durante estos meses: tradicional o según la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

Para ello, se ha controlado la dieta y la composición corporal. Han sido medidas en la etapa inicial y final de la planificación, y ha dado lugar a las siguientes conclusiones:

En primer lugar, después de comparar el entrenamiento tradicional con el entrenamiento “Day to day”, es decir, basándose en la variabilidad de la frecuencia cardíaca, se ha comprobado que con este segundo tipo de entrenamiento se alcanzan mejores resultados en cuanto a rendimiento; por tanto, este tipo de planificación supone una herramienta útil y sencilla para usar en nuestros deportistas (Sarmiento, García, Medina, Calderón & Rodríguez, 2009).

En segundo lugar, en cuanto al papel de la composición corporal, se pueden apreciar cambios no significativos en las medidas antropométricas de los sujetos. De esta manera, se puede concluir que esta variable no ha interferido en el proceso de entrenamiento.

Por otro lado, después de analizar las dietas de los participantes, se ha visto que todos llevan una dieta adaptada al ciclismo, en la cual predominan constantemente los hidratos de carbonos, se controla la proteína y se mantienen bajos los niveles de ingesta de grasa (Foley et al., 1989; Menaspà et al., 2012).

En este contexto, se ha realizado una comparativa entre los ciclistas que seguían una dieta marcada por un nutricionista, y los que comían de forma libre. No se han encontrado diferencias significativas; aunque esto puede deberse al alto nivel de los sujetos, así como a sus años de experiencia, lo que les hace estar informados de cómo deberían alimentarse durante la temporada. A pesar de ello, los resultados empujan a pensar que el grupo con alimentación libre podría tener un mayor margen de mejora, debido a algunos errores en la dieta, propios de quienes no son profesionales de la nutrición.

Siguiendo con este tema, cabe destacar la distribución de macronutrientes el día de descanso de los participantes, pues suele coincidir con fin de semana, por lo que, en general, hay excesos y una distribución poco adecuada. Por un lado, en cuanto al grupo que seguían una dieta, el día de descanso suele coincidir con el día que el dietista les permite realizar una comida libre (domingo), por tanto, se ha visto un aumento del consumo de kcal ese día. Por otro lado, en cuanto al grupo que no seguía pautas de un nutricionista, llevan un menor control en general, por lo que la distribución de macronutrientes el día de descanso tampoco era correcta.

En cuanto a este punto, se debería recomendar exhaustivamente a los deportistas que fueran cautelosos en su día de descanso, y que controlaran la cantidad de kcal que ingieren, así como la calidad de éstas.

Por último, debido a que la muestra de este estudio era bastante homogénea, no se ha dividido el grupo según su especialidad dentro del ciclismo. Aun así, es importante

destacar que en caso de dedicarse a disciplinas diferente, sería recomendable adaptar la dieta a las necesidades específicas, puesto que, como se ha comentado anteriormente, se ha visto que en ciclistas de alto nivel, las características antropométricas y fisiológicas están relacionadas con las diferentes especialidades a las que se dedican (Padilla, Mujika, Cuesta, & Goiriena, 1999). Con lo cual, la alimentación debería individualizarse según las demandas de la actividad física.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvero Cruz, J. R., Diego Acosta, A. M., Fernández Pastor, V. J., & García Romero, J. (2005). Métodos de evaluación de la composición corporal: tendencias actuales (II). *Archivos de medicina del deporte*, 22(105), 45-49.
2. Bond, D., Goodson, L., Oxford, S. W., Nevill, A. M., & Duncan, M. J. (2015). The association between anthropometric variables, functional movement screen scores and 100 m freestyle swimming performance in youth swimmers. *Sports*, 3(1), 1-11.
3. Brunkhorst, L., & Kielstein, H. (2013). Comparison of anthropometric characteristics between professional triathletes and cyclists. *Biology of Sport*, 30(4), 269-273. <https://doi.org/10.5604/20831862.1077552>
4. Chlíbařová, D., Alena, Ž., & Ivana, T. (2012). Comparison of training, anthropometric, physiological and psychological variables of ultra-endurance cyclists and runners. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 1023-1027.

5. DEXA - Composición Corporal. (s. f.). Recuperado 23 de marzo de 2018, a partir de <https://sites.google.com/site/analisisdelacompcorporal/tecnicas-de-imagen/aaaaaa>
6. Faria, E. W., Parker, D. L., & Faria, I. E. (2005). The science of cycling: physiology and training - part 1. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(4), 285-312.
7. Foley, J. P., Bird, S. R., & White, J. A. (1989a). Anthropometric comparison of cyclists from different events. *British journal of sports medicine*, 23(1), 30–33.
8. Foley, J. P., Bird, S. R., & White, J. A. (1989b). Anthropometric comparison of cyclists from different events. *British journal of sports medicine*, 23(1), 30–33.
9. Gabbett, T. J. (2005). Changes in physiological and anthropometric characteristics of rugby league players during a competitive season. *Journal of strength and conditioning research*, 19(2), 400.
10. Heymsfield, S. B. (2007). Composición corporal. En *Composición corporal*.
11. heymsfield-steven-b- - La Isla Libros. (s. f.). Recuperado 23 de marzo de 2018, a partir de <http://www.laislibros.com/autores/heymsfield-steven-b/>
12. Högström, G. M., Pietilä, T., Nordström, P., & Nordström, A. (2012). Body composition and performance: influence of sport and gender among adolescents.

Journal of Strength and Conditioning Research, 26(7), 1799-1804.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318237e8da>

13. Isak - ¿Qué es ISAK? (s. f.). Recuperado 23 de marzo de 2018, a partir de <https://www.isak.global/WhatIsIsak/Index>
14. Jiménez, E. G. (2013). Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinología y Nutrición*, 60(2), 69–75.
15. Knechtle, B. (2014). Relationship of anthropometric and training characteristics with race performance in endurance and ultra-endurance athletes. *Asian journal of sports medicine*, 5(2), 73.
16. Knechtle, B., Duff, B., Amtmann, G., & Kohler, G. (2007). Cycling and running performance, not anthropometric factors, are associated with race performance in a Triple Iron Triathlon. *Research in Sports Medicine*, 15(4), 257–269.
17. Larsen, H. B. (2003). Kenyan dominance in distance running. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 136(1), 161–170.
18. Lucia, A., Hoyos, J., & Chicharro, J. L. (2001). Physiology of professional road cycling. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(5), 325-337.
19. Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American journal of physical anthropology*, 4(3), 223-230.

20. Menaspà, P., Rampinini, E., Bosio, A., Carlomagno, D., Riggio, M., & Sassi, A. (2012a). Physiological and anthropometric characteristics of junior cyclists of different specialties and performance levels. *Scandinavian Journal of medicine & science in sports*, 22(3), 392–398.
21. Menaspà, P., Rampinini, E., Bosio, A., Carlomagno, D., Riggio, M., & Sassi, A. (2012b). Physiological and anthropometric characteristics of junior cyclists of different specialties and performance levels. *Scandinavian Journal of medicine & science in sports*, 22(3), 392–398.
22. Moro, V. L., Gheller, R. G., Berneira, J. de O., Hoefelmann, C. P., Karasiak, F. C., Moro, A. R. P., & Diefenthaler, F. (2013). Comparison of body composition and aerobic and anaerobic performance between competitive cyclists and triathletes. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 15(6), 646-655. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2013v15n6p646>
23. Mujika, I., & Padilla, S. (2001). Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(7), 479-487.
24. Padilla, S., Mujika, I., Cuesta, G., & Goirienea, J. J. (1999a). Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(6), 878–885.
25. Padilla, S., Mujika, I., Cuesta, G., & Goirienea, J. J. (1999b). Level ground and

- uphill cycling ability in professional road cycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(6), 878–885.
26. Pons, V., Riera, J., Galilea, P. A., Drobnic, F., Banquells, M., & Ruiz, O. (2015). Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 50(186), 65–72.
27. Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 669–683.
28. Sallet, P., Mathieu, R., Fenech, G., & Baverel, G. (2006). Physiological differences of elite and professional road cyclists related to competition level and rider specialization. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(3), 361-365.
29. Sanchez-Munoz, C., Sanz, D., & Zabala, M. (2007). Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite junior tennis players. *British journal of sports medicine*, 41(11), 793–799.
30. Santos, D. A., Dawson, J. A., Matias, C. N., Rocha, P. M., Minderico, C. S., Allison, D. B., ... Silva, A. M. (2014). Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *PLOS ONE*, 9(5), e97846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097846>

31. Sarmiento Montesdeoca, S., García Manso, J. M., Medina, G., Calderón Montero, F. J., & Rodríguez-Ruiz, D. (2009).
32. Análisis tiempo-frecuencia de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) durante la aplicación de un esfuerzo incremental en ciclistas.
33. Silva, A. M., Fields, D. A., Heymsfield, S. B., & Sardinha, L. B. (2011). Relationship between changes in total-body water and fluid distribution with maximal forearm strength in elite judo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2488-2495.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fb3dfb>

