

Adiposidad regional y *fitness* cardiorespiratorio en relación al porcentaje de grasa ideal, en ciclistas *amateur*

José Ramón Alvero-Cruz, José Francisco Vico Guzmán

Universidad de Málaga

Recibido: 08.01.2018

Aceptado: 11.01.2018

Resumen

Introducción: La monitorización de la adiposidad regional puede detectar patrones que se relacionan con el rendimiento deportivo. El objetivo del presente trabajo es determinar el grado de sensibilidad y especificidad de los pliegues cutáneos de grasa en relación a un porcentaje de grasa corporal, estimado como ideal para una práctica deportiva determinada, así como otras variables ergométricas.

Material y método: Participaron en el estudio 136 ciclistas *amateur*, varones, entre 40-60 años, con un peso de $72,8 \pm 8,5$ kg, talla de $169,5 \pm 6,5$ cm, IMC de $25,6 \pm 2,3$ kg/m² un total de km anuales recorridos de $8.372,9 \pm 3.429,6$. Se analizaron los datos de los pliegues tricéptico, subescapular, bicipital, crestal, ileospinal, abdominal, muslo anterior y medial de la pierna, bajo las recomendaciones de la ISAK. Igualmente se recogieron datos de la carga máxima alcanzada, el VO_{2max} y el índice ergométrico. Se realizaron asociaciones de variables mediante los coeficientes de correlación de Spearman. El valor de 10% de masa grasa fue el establecido como ideal para este tipo de deportistas. Se analizaron la sensibilidad y la especificidad en relación al porcentaje de grasa ideal mediante curvas ROC, designando el mejor punto de corte mediante el índice de Youden.

Resultados: Los valores de sensibilidad y especificidad (S/E) son mayores para los pliegues subescapular: 93/89 e ileospinal: 100/78 comparado con los de los miembros inferiores. Existen correlaciones inversas de la masa grasa con los km recorridos/año ($r=-0,27$, $p=0,0017$), con la potencia aeróbica máxima ($r=-0,33$, $p=0,0001$), el índice ergométrico ($r=-0,59$, $p<0,0001$) y el VO_{2max} ($r=-0,28$, $p=0,0006$).

Conclusiones: El pliegue subescapular e ileospinal poseen una gran sensibilidad y especificidad para el diagnóstico discriminante de unos valores adecuados de grasa corporal en ciclistas aficionados y son más sensibles los pliegues del tronco que los de los miembros. Así mismo destacan el índice de masa corporal y el índice ergométrico.

Palabras clave:

Porcentaje de grasa.
Pliegues cutáneos.
Ergometría. Curvas ROC.

Regional adiposity and cardiorespiratory *fitness* related to fat percentage in *amateur* cyclists

Summary

Introduction: Regional adiposity monitoring can detect patterns related to sports performance. The objective of this study is to determine the degree of sensitivity and specificity of skinfolds in relation to a percentage of body fat, estimated as ideal for a particular sport modality, as well as other ergometric variables.

Material and method: Participated in the study 136 male, *amateur* cyclists, ranging 40-60 years old, with a weight: 72.8 ± 8.5 kg, height: 169.5 ± 6.5 cm, BMI of 25.6 ± 2.3 kg/m². A total of annual covered km of 8372.9 ± 3429.6 . Were analyzed 8 skinfold (triceps, subscapular, bicipital, crestal, ileospinal, abdominal, anterior thigh and medial calf) under ISAK guidelines. Also were collected the maximum load achieved (W), the VO_{2max} and the ergometric index. Variable associations were performed using the correlation coefficient of Spearman. Ten percent fat mass was established as ideal for this type of athletes. We analyzed the sensitivity and specificity in relation to the percentage of ideal fat using ROC curves, according the best cut-off point by the Youden index.

Results: The values of sensitivity and specificity (S/E) are greater for the subscapular skinfold: 93/89 and ileospinal: 100/78 compared with those of the limbs. There are inverse correlations of fat mass with covered km/year ($r=-0.27$, $p=0.0017$), with maximal aerobic power ($r=-0.33$, $p=0.0001$), Ergometric index ($r=-0.59$, $p<0.0001$) and VO_{2max} ($r=-0.28$, $p=0.0006$).

Conclusions: Subscapular and ileospinal skinfolds have a great sensitivity and specificity to discriminate adequate body fat percentage in *amateur* cyclists and are more sensitive the trunk skinfolds than those of the limbs. Also emphasize the body mass index and ergometric index.

Key words:

Fat mass percentage. Skinfolds.
Graded exercise test.
ROC curves.

Premio a la Mejor Comunicación Oral de las VII Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte. Zaragoza. 24-25 Noviembre 2017.

Correspondencia: José Ramón Alvero-Cruz

E-mail: alvero@uma.es

Introducción

La monitorización de la composición corporal y en particular de la adiposidad regional puede identificar patrones que se relacionan con el rendimiento deportivo. Aunque la composición corporal, puede ser reflejo de muchos factores, no relacionados con la actividad física y el entrenamiento, muchos reconocen que unas condiciones concretas de baja o alta adiposidad, por sí solas pueden ser influyentes en muchas modalidades deportivas y en el rendimiento de deportistas en competición¹.

Poseer información sobre los perfiles de adiposidad regional y de composición corporal de los deportistas, puede de ser de gran utilidad para los entrenadores, por ejemplo para la mejora de los programas de desarrollo de sus atletas, y porque el seguimiento longitudinal de los cambios de la composición corporal de un atleta, dado que puede tener un carácter reflexivo sobre las características de la aptitud deportiva. Mantener una composición corporal ideal durante todo el año puede ayudar a asegurar el rendimiento en su deporte y así mismo como medio de control de la salud y el bienestar general de los deportistas.

Igualmente el entrenamiento aeróbico de larga duración, produce cambios, no solo fisiológicos, sobre el metabolismo aeróbico sino modificaciones generales y/o regionales de la composición corporal y se pueden encontrar diferencias según el sexo^{2,3}. Igualmente se han comprobado mejoras y efectos positivos en la distribución de la grasa al comparar ejercicios aeróbicos de tipo continuo, sobre rutinas de ejercicio de alta intensidad, tras 12 semanas de entrenamiento, encontrándose en este estudio que mejoró la capacidad de trabajo en ambos tipos de ejercicio, que no existieron diferencias en la circunferencia abdominal ni de glúteo y no se encontraron diferencias en variables lipídicas y bioquímicas⁴. Según la encuesta nacional de hábitos deportivos del año 2015, el ciclismo es una actividad muy practicada en España, alrededor de un 22,2% de la población, al menos una vez a la semana⁵.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el grado de asociación entre la masa grasa y parámetros de condición aeróbica en cicloturistas varones, así como determinar la sensibilidad y especificidad de los pliegues cutáneos de grasa y de factores de la condición aeróbica en relación a un porcentaje de grasa corporal total estimado como ideal para el tipo de práctica deportiva estudiada.

Material y método

Participaron en este estudio de tipo transversal, 136 ciclistas *amateur*, varones (cicloturistas), entre 40-60 años, con un peso de $72,8 \pm 8,5$ kg, talla de $169,5 \pm 6,5$ cm, IMC de $25,6 \pm 2,3$ kg/m² y un total de km anuales recorridos de $8.372,9 \pm 3.429,6$ km.

Dentro de un protocolo de estudio médico-deportivo se obtuvieron los datos antropométricos: peso, estatura, pliegues (tricipital, subescapular, bicipital, crestal, ileospinal, abdominal, muslo anterior y medial de la pierna), tomados por el mismo investigador, con un caliper Slimguide de precisión 1 mm, bajo las recomendaciones de la ISAK^{6,7}. La masa grasa se estimó mediante el sumatorio de los 4 pliegues: tríceps, subescapular, ileospinal y abdominal y aplicando la ecuación de Faulkner⁸, bajo recomendaciones del documento de consenso.

Así mismo se contabilizaron los valores de potencia aeróbica máxima (en vatios), índice ergométrico (vatios/kg) y valores estimados del VO_{2max} mediante el método de la relación de la frecuencia cardiaca y por la ecuación de Uth⁹, tras la realización de un test de esfuerzo escalonado, en cicloergómetro mecánico Monark 818E (Sweden). El test de esfuerzo realizado consistió en un calentamiento de 10 min a 50 W y seguidamente se iniciaba el test con aumentos de 25 W/min, hasta el agotamiento. Se determinó la frecuencia cardiaca de forma continua mediante un sistema de control electrocardiográfico (Hellige, Germany) y simultáneamente por un cardiofrecuencímetro Polar (Polar, Finland). El índice ergométrico se calculó mediante la ecuación: vatios máximos alcanzados en la ergometría/peso corporal (kg).

Análisis estadístico

Los datos se expresaron como la media \pm desviación estándar. La distribución normal de las variables se comprobó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov. Se analizó el grado asociación entre variables, mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Se analizaron la sensibilidad y la especificidad en relación al porcentaje de grasa ideal mediante curvas ROC y designando el óptimo punto de corte mediante el índice de Youden. El valor de 10% de MG para la ecuación de Faulkner, fue categorizado para el posterior análisis estadístico por ser el establecido como ideal para este tipo de deportistas varones¹⁰. El tratamiento estadístico fue realizado con el programa MedCalc versión 17.8 para Windows. El nivel de significación aceptado fue en todos los casos, de $p < 0,05$.

Resultados

La masa grasa se relaciona de forma inversa baja-moderada, con los km recorridos anualmente, con el VO_{2max} , el índice ergométrico y la máxima carga (PAM), todas ellas de forma significativa ($p < 0,05$). Al contrario y de forma directa la masa grasa se relaciona con el peso corporal ($p < 0,001$) (Tabla 1).

Tabla 1. Coeficientes de correlación de Spearman entre la masa grasa y variables demográficas y ergométricas.

		FCMax (ppm)	Edad (años)	Km (año)	Peso (kg)	Ind Erg (W/kg)	VO_{2max} (mL/kg/min)	PAM (W)
MG	r	-0,052	0,158	-0,27	0,385	-0,595	-0,289	-0,337
(%)	p	0,551	0,066	0,0017	<0,0001	<0,0001	0,0006	0,0001

r: coeficiente de correlación; p: nivel de significación; PAM: Potencia aeróbica en W; Ind Erg: Índice ergométrico; VO_{2max} : Consumo máximo de oxígeno estimado (mL/kg/min); MG: masa grasa.

Correlaciones con los km anuales

Los pliegues del tronco: crestal, ileospinal y abdominal, muestran asociaciones inversas y significativas con los km recorridos ($r =$ entre $-0,24$ y $0,34$, todos $p < 0,05$) y por el contrario los pliegues de los miembros no muestran correlaciones significativas ($p > 0,05$) (Tabla 2).

Correlaciones con la potencia aeróbica máxima

Todos los pliegues muestran correlaciones inversas significativas, ($p < 0,05$) menos el pliegue medial de la pierna ($p > 0,05$) (Tabla 2).

Curvas ROC

Se evidencian mayores valores de sensibilidad y especificidad para los pliegues del tronco comparado con los pliegues de los miembros. Los valores de los índices de Youden son mayores en los pliegues del tronco (Tabla 3) que los de los miembros (Figura 1). Destaca por su mayor sensibilidad y especificidad el pliegue subescapular (Tabla 3).

En la Tabla 4 se presentan los valores de sensibilidad y especificidad relativos a las curvas ROC de algunas variables fisiológicas. Las variables con mayores valores de sensibilidad y especificidad, son el índice de masa corporal y el índice ergométrico (Figura 1).

Tabla 2. Coeficientes de correlación y significación entre pliegues del tronco y miembros con variables fisiológicas.

		Pliegues tronco				Pliegues miembros			
		SBES	CRES	ILEOSP	ABD	TRI	BIC	MPIE	MUS
Km año	r	-0,086	-0,273	-0,246	-0,341	-0,104	-0,112	-0,148	-0,086
	p	0,3267	0,0015	0,0043	0,0001	0,2345	0,1997	0,0893	0,3293
PAM	r	-0,398	-0,246	-0,262	-0,20	-0,274	-0,303	-0,152	-0,214
	p	<0,0001	0,0039	0,0021	0,0197	0,0013	0,0003	0,0792	0,0128
Ind Erg	r	-0,544	-0,533	-0,442	-0,564	-0,365	-0,469	-0,234	-0,2
	p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0064	0,02
VO _{2max}	r	-0,209	-0,283	-0,214	-0,288	-0,19	-0,298	-0,14	-0,126
	p	0,0144	0,0009	0,0122	0,0007	0,0271	0,0004	0,1056	0,1445
MG	r	0,823	0,811	0,893	0,891	0,691	0,742	0,567	0,584
	p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Peso	r	0,126	0,382	0,325	0,475	0,243	0,262	0,133	0,067
	p	0,1431	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0043	0,002	0,1232	0,435

PAM: Potencia aeróbica en W; Ind Erg: Índice ergométrico; VO_{2max}: Consumo máximo de oxígeno estimado (mL/kg/min); MG: masa grasa; SBES: Subescapular; CRES: Cresta iliaca; ILEOESP: Ileoespinal; ABD: Abdominal; TRI: Tríceps; BIC: Bíceps; MPIE: Medial de la pierna; MUS: Anterior del muslo.

Tabla 3. Sensibilidad y especificidad de los pliegues de grasa para el diagnóstico del porcentaje ideal de grasa corporal.

Pliegue	Cutt-off	Sens	95% CI	Espec	95% CI	+LR	95% CI	-LR	95% CI	Youden Index
ABD	>12	85,61	78,4-91,1	88,89	51,8-99,7	7,7	1,2-49,0	0,16	0,1-0,3	0,74
SBES	>8	93,18	87,5-96,8	88,89	51,8-99,7	8,39	1,3-53,3	0,077	0,04-0,2	0,83
CRES	11	87,88	81,1-92,9	88,89	51,8-99,7	7,91	1,2-50,2	0,14	0,08-0,2	0,77
ILEO	>5	100	97,2-100	77,78	40,0-97,2	4,5	1,3-15,3	0		0,78
TRI	>7,5	55,3	46,4-64,0	100	66,4-100			0,45	0,4-0,5	0,55
BIC	>3	78,03	70,0-84,8	88,89	51,8-99,7	7,02	1,1-44,7	0,25	0,2-0,4	0,67
MUS	>10	71,76	63,2-79,3	88,89	51,8-99,7	6,46	1,0-41,1	0,32	0,2-0,5	0,61
MPIE	>5,5	77,69	69,6-84,5	66,67	29,9-92,5	2,33	0,9-5,9	0,33	0,2-0,6	0,44

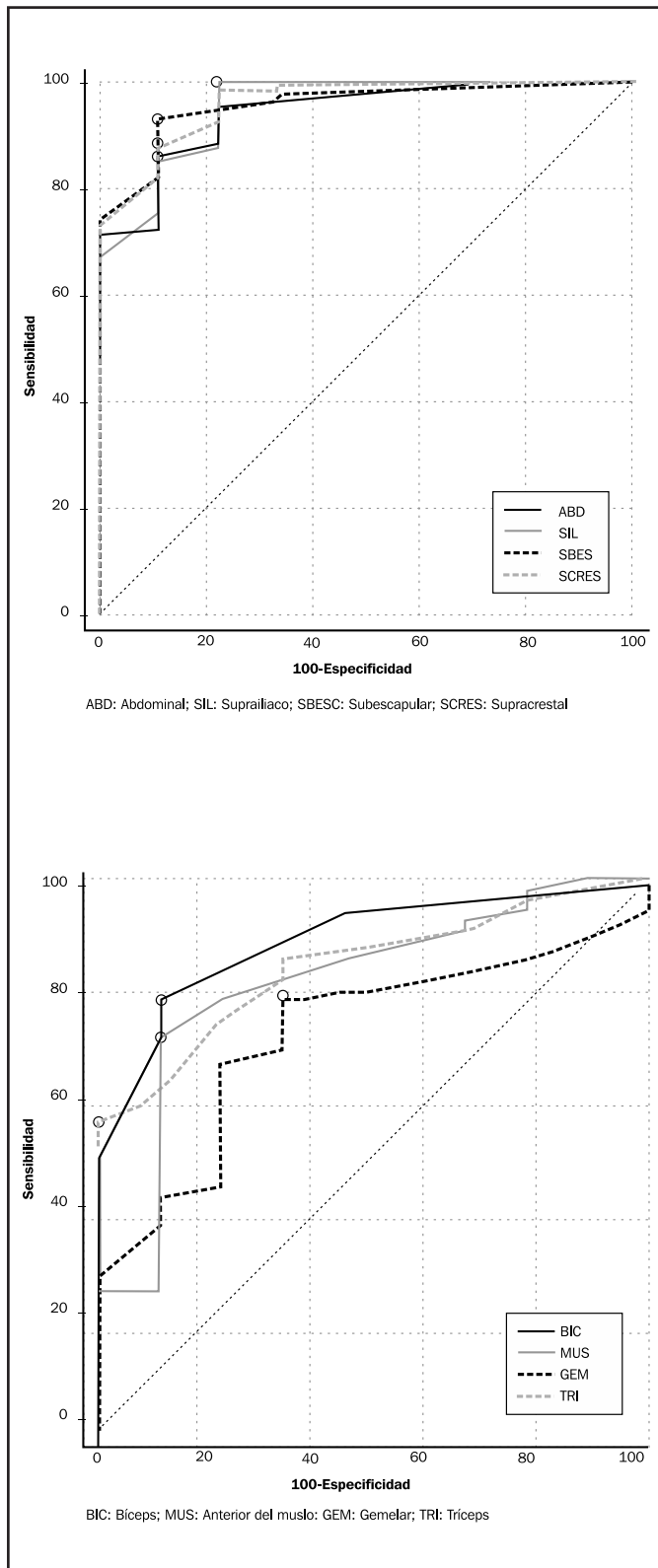
ABD: Abdominal; SBES: Subescapular; CRES: crestal; ILEO: Ileoespinal; TRI: Tríceps; BIC: Bíceps; MUS: Anterior del muslo; MPIE: Medial de la pierna.

Tabla 4. Sensibilidad y especificidad de variables fisiológicas para el porcentaje ideal de grasa corporal.

Pliegue	Cutt-off	Sens	95% CI	Espec	95% CI	+LR	95% CI	-LR	95% CI	Youden Index
Km/año	>8000	45,6	36,7-54,7	75	34,9 - 96,8	1,82	0,5-6,2	0,73	0,5-1,1	0,20
VO _{2max}	≤43,59	54,69	45,7-63,5	100	63,1 - 100			0,45	0,4-0,5	0,55
IMC	>23,57	87,5	80,5-92,7	75	34,9 - 96,8	3,5	1,1-11,6	0,17	0,09 0,3	0,62
IERG	4,98	83,59	76,0-89,5	75	34,9 - 96,8	3,34	1,0-11,1	0,22	0,1-0,4	0,58

VO₂: VO_{2max}; IMC: Índice de masa corporal; IERG: Índice ergométrico.

Figura 1. Superior: Curvas ROC de los pliegues del tronco (abdominal, supraespinal, subescapular y crestal). Inferior: Curvas ROC de los pliegues de miembros (bíceps, muslo anterior, medial de la pierna y tríceps).



Discusión

Según nuestro conocimiento es el primer estudio que analiza la sensibilidad y especificidad de variables antropométricas como los pliegues individuales de grasa y parámetros funcionales en orden a ser discriminados por un valor de peso graso ideal, considerado para una modalidad deportiva con una multitudinaria práctica, así como su relación a variables de la condición física aeróbica.

En este sentido, los resultados pueden considerarse relevantes para entrenadores, técnicos y deportistas como forma de controlar los cambios relacionados al entrenamiento y a la actividad física. Este estudio transversal está limitado con respecto a poder conocer la influencia y los efectos producidos por el volumen de entrenamiento, pues solamente un ensayo de intervención longitudinal podría responder a esta pregunta.

Los datos de este estudio son un análisis de la relación entre la masa grasa, los pliegues individuales con los valores de rendimiento obtenidos en un laboratorio de fisiología y variables resultado de un efecto de la carga de entrenamiento sobre variables regionales de composición corporal. De hecho creemos muy interesante confrontar esas mismas variables con variables de rendimiento en terrenos llanos y en subida, lo cual nos podría dar luz a las relaciones entre los depósitos de grasa, sobre los efectos de la resistencia al aire (en el terreno llano) y a las situaciones con mayor gravedad (en las subidas). Son bastante bien conocidas las relaciones de la adiposidad y el rendimiento, pues la adiposidad explica muchas de las asociaciones entre la actividad física y la condición física en hombres activos, como bien se demuestra en el trabajo de Serrano, *et al.*, al encontrar a la adiposidad y la edad, como potentes predictores del VO_{2max} , así como la energía gastada en actividades vigorosas eran inversamente proporcionales a la adiposidad¹¹.

Este estudio correlacional nos puede informar de evidencias producidas por el efecto del ejercicio y el entrenamiento continuado sobre los valores de grasa corporal total o bien patrones de adiposidad regional. La relación de los pliegues cutáneos con la masa grasa es en todos los casos, es directa y significativa, aunque los valores de correlación son mayores en los pliegues del tronco en comparación a los de los miembros. Esta circunstancia creemos que es debida a que el estudio está realizado en una muestra de varones y está bien establecido que por razones de dimorfismo sexual, existe un mayor depósito de grasa en el tronco, en los sujetos varones^{12,13}, que en los miembros y por ello en cierta medida el kilometraje, los valores de potencia aeróbica máxima y el índice ergométrico tienen una mayor relación con los pliegues del tronco. El ejercicio aeróbico continuo, entonces, tendría al parecer un efecto mayor sobre los pliegues del tronco que sobre los de las extremidades con el consiguiente efecto beneficioso de la disminución de la grasa de tronco y por ello una disminución de los riesgos cardiovasculares y metabólicos asociados a esa circunstancia¹⁴. Igualmente las correlaciones encontradas de los pliegues con el peso corporal, se circunscribe a todos los pliegues, destacando en mayor forma los del tronco.

Keating, *et al.*, en un estudio longitudinal de intervención de ejercicio físico y comparando un ejercicio de tipo continuo con otro de tipo de alta intensidad e interválico (HIIT), encuentran que el ejercicio continuo

desarrollado a una intensidad entre el 50-65% del VO_2 pico, produce una disminución significativa de la grasa de tronco y de la grasa visceral, lo cual no fue observado en el grupo de ejercicio HIIT⁴. Esta circunstancia estaría en línea con los datos obtenidos en el presente estudio, pues el tipo de actividad desarrollada por los sujetos estudiados, muy presumiblemente se desarrolló en intensidades bajas lo cual promovió durante muchos años la actividad crónica de la lipólisis mediada por hormonas, con una subsiguiente disponibilidad aumentada de los ácidos grasos y unido a un mayor metabolismo, resultando en una mayor captación y oxidación de los ácidos grasos¹⁵.

Otros autores también encuentran la relación entre la carga de entrenamiento, la masa grasa y el peso corporal. La disminución del peso corporal está relacionado a una pérdida de peso grasa y a un aumento en la actividad física¹⁶.

Por el contrario, otros autores encuentran una falta de relación de carga de entrenamiento y nivel de grasa². En este estudio de Knechtle no se encuentran correlaciones significativas entre el tiempo de carrera y el porcentaje de grasa, ni tampoco entre el porcentaje de grasa y los km semanales recorridos.

La reducción de la masa grasa o la llamada masa "no funcional" y el incremento de la masa libre de grasa se relaciona a una mejora del rendimiento y esto se relaciona y estaría en concordancia con los datos obtenidos en este estudio¹⁷.

En el estudio, la edad muestra correlaciones directas, pero no significativas con los pliegues de grasa. Esta circunstancia puede ser debida a este tipo de deportistas muy acostumbrados a una rutina de entrenamiento anual, siempre mantienen a través del tiempo unos valores muy similares de depósitos de grasa regional y grasa corporal total¹⁸.

No existen estudios de sensibilidad y especificidad mediante curvas ROC, para discriminar valores de grasa corporal ideal. Los pliegues más sensibles y específicos son el subescapular con un punto de corte de 8 mm y el crestal de 11 mm. Entre otras variables analizadas, el índice de masa corporal presenta un punto de corte de 23,57 kg/m^2 y un índice ergométrico de 4,98 w/kg . y estos puntos de corte asociados se podrían considerar como valores muy adecuados de adiposidad y *fitness* cardiorrespiratorio en ciclistas *amateur* de 40 a 60 años así como su utilización en la evaluación de ciclistas de este rango de edad. Algunas afirmaciones realizadas pueden ser especulativas y se necesita más investigación sobre estas relaciones con estudios longitudinales.

Conclusiones

La mayor fuerza del presente estudio es la utilidad potencial de los diferentes puntos de corte para entrenadores y deportistas. El pliegue subescapular y crestal poseen una gran sensibilidad y especificidad para discriminar valores adecuados de grasa corporal en ciclistas aficionados,

así como el índice de masa corporal y el índice ergométrico. Este estudio correlacional nos informa de evidencias, del efecto del ejercicio de entrenamiento continuo con los valores de grasa corporal.

Bibliografía

1. Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, Stewart AD, et al. Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sport Med*. 2012;42(3):227-49.
2. Knechtle B, Wirth A, Baumann B, Knechtle P, Rosemann T, Oliver S. Differential Correlations Between Anthropometry, Training Volume, and Performance in Male and Female Ironman Triathletes. *J Strength Cond Res*. 2010;24(10):2785-93.
3. Legaz A. Changes in performance, skinfold thicknesses, and fat patterning after three years of intense athletic conditioning in high level runners. *Br J Sports Med*. 2005;39(11):851-6.
4. Keating SE, Machan EA, O'Connor HT, Gerofi JA, Sainsbury A, Catterton ID, et al. Continuous exercise but not high intensity interval training improves fat distribution in overweight adults. *J Obes*. 2014;2014:834865.
5. Encuesta de Hábitos Deportivos 2015. Subdirección. Ministerio Educación y Cultura. Madrid. Consultado el 09/01/2018. Disponible en https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/deporte/ehd/Encuesta_de_Habitos_Deportivos_2015.pdf
6. Ross WD, Marfell-Jones M. Kinanthropometry. En MacDougal H, Wenger H, Green (Eds.). *Physiological testing of the high performance athlete* (2nd ed). Champaign, IL: *Human Kinetics*; 1991. p. 223-308.
7. International standards for anthropometric assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (Ed.). Underdale, Australia, 2001; p.57-63.
8. Alvero-Cruz JR, Cabañas MD, Herrero A, Martínez L, Moreno C, Porta J, et al. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). Versión 2010. *Arch Med Deporte*. 2010;139:330-44.
9. Uth N, Sørensen H, Overgaard K, Pedersen PK. Estimation of $\text{VO}_{2\text{max}}$ from the ratio between HRmax and HRrest - The heart rate ratio method. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(1):111-5.
10. Fernández Paneque S, Alvero Cruz JR. La producción científica en cineantropometría: Datos de referencia de composición corporal y somatotipo. *Arch Med Deporte*. 2006;23(111):17-35.
11. Serrano-Sánchez JA, Delgado-Guerra S, Olmedillas H, Guadalupe-Grau A, Arteaga-Ortiz R, Sanchis-Moysi J, et al. Adiposity and age explain most of the association between physical activity and fitness in physically active men. *PLoS One*. 2010;5(10): e13435.
12. Shungin D, Winkler TW, Croteau-Chonka DC. New genetic loci link adipose and insulin biology to body fat distribution. *Nature*. 2015;518(7538):187-96.
13. Pulit SL, Karaderi T, Lindgren CM. Sexual dimorphisms in genetic loci linked to body fat distribution. *Biosci Rep*. 2017;37(1):BSR20160184.
14. Després J-P, Després J-P, Lemieux I, Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature*. 2006;444(7121):881-7.
15. Burguera B, Proctor D, Dietz N, Guo Z, Joyner M, Jensen MD. Leg free fatty acid kinetics during exercise in men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000;278(1): E113-E117.
16. Ross R, Janssen I. Physical activity, total and regional obesity: dose-response considerations. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(Supplement):S521-S527.
17. Ebert TR, Martin DT, McDonald W, Victor J, Plummer J, Withers RT. Power output during women's World Cup road cycle racing. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95(5-6):529-36.
18. Haakonssen EC, Barras M, Burke LM, Jenkins DG, Martin DT. Body composition of female road and track endurance cyclists: Normative values and typical changes. *Eur J Sport Sci*. 2016;16(6):645-53.