

PROPORCIONALIDAD TORÁCICA Y CAPACIDAD VITAL EN CICLISTAS ESPAÑOLES DE ALTA COMPETICIÓN

Juan Francisco Romero Collazos y María Dolores
Marrodán Serrano*

*Departamento de Biología Animal. Facultad de Ciencias (Sección Biológicas),
Universidad de Alcalá, Madrid, España, *Departamento de Biología Animal I
(Sección de Antropología), Facultad de Ciencias Biológicas,
Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España*

RESUMEN

Presentamos los datos del índice torácico y espirometría obtenidos en una muestra de 236 ciclistas que se agrupan en categorías desde infantil a profesional, comparados con una serie control de igual edad y procedencia. Los ciclistas de competición son objeto de una fuerte selección a lo largo de su vida deportiva y, por otra parte, la adaptación al ejercicio durante el desarrollo ontogénico puede llegar a alterar su perfil morfofisiológico. Los resultados ponen de manifiesto que éstos ven modificada la proporcionalidad torácica durante su vida como deportistas y aumentada su capacidad vital. Finalmente, los profesionales presentan tórax proporcionalmente más profundo que el control de referencia ($p < 0.05$), así como una mayor capacidad espirométrica ($p < 0.0001$).

PALABRAS CLAVE: cineantropometría, deporte, ciclismo, crecimiento, índice torácico, espirometría.

ABSTRACT

In this paper we offer data relating to the thoracic index and spirometry in a sample of 236 cyclists, who are grouped in classes from infantile to professional, compared with another sample of the same age, geographical origin and control class. The competition cyclists resist a strong selection during their whole

sporting life and, on their other hand, adaptation to exercise during growth can modify their morpho-physiology. Our findings show that cyclists have modified thoracic proportionality and a increased vital capacity. Finally, professional cyclists have a thorax proportionally more deep ($p < 0.05$) than the reference group, together with increased spirometric capacity ($p < 0.0001$).
KEY WORDS: Kineanthropometry, sport, cycling, growth, thorax index, spirometric.

INTRODUCCIÓN

Los deportistas utilizan altas cantidades de oxígeno, como consecuencia del elevado consumo que realiza el tejido muscular (Fox 1989, Clarkson 1995). En consecuencia, también mantienen altas tasas de ventilación que en gran número de ocasiones se sitúan por encima de los 100 l/min (Lucía-Mulas 1995).

En términos coloquiales, resulta habitual que cuando una persona corre para alcanzar el autobús sienta cierta presión en el pecho y se acelere su respiración mientras dura la carrera, y persista, incluso, al cesar ésta. Por esta circunstancia nos hemos preguntado cuál sería el comportamiento espirométrico y cómo pueden verse afectados los diámetros del tórax (índice torácico), que en sí conforman la caja torácica, durante el proceso de crecimiento y desarrollo cuando se practica una actividad físico-deportiva como el ciclismo de competición.

Aunque existen trabajos donde se ha desarrollado el estudio de estas variables en deportistas (Pacheco 1993, Ross *et al.* 1982, Cárdenas y Peña 1989), pocos son los que han llevado a cabo su análisis a lo largo del crecimiento (Koutedakis 1995), y ninguno se ha centrado en la especialidad deportiva que nos ocupa.

Dos investigaciones realizadas en ciclistas olímpicos nos permiten disponer de valores correspondientes a deportistas de élite internacional (Carter *et al.* 1982, Ross *et al.* 1982); sin embargo, sólo una de ellas (Ross *et al.* 1982), proporciona los valores de la población control empleados como referencia.

No obstante, la información ahí contenida es muy valiosa, el tamaño de la muestra es reducido además de reunir a deportistas poblacionalmente diferentes e, incluso, en el caso de los ciclistas, a practicantes de distintas modalidades. Por esta razón, un estudio de crecimiento comparado entre dos colectivos poblacionalmente seme-

jantes, con diferente nivel de actividad física, puede ayudarnos a valorar con mayor rigor cómo la proporcionalidad torácica y la capacidad vital se ven influidas tanto por el crecimiento como por la práctica regular de ciclismo.

En efecto, si bien los ciclistas profesionales, dado su nivel de especialización y selección a lo largo de su vida competitiva, constituyen el patrón morfofisiológico ejemplar para cualquier deportista que busque éxito en esta disciplina física, resulta importante entender los cambios que están asociados al crecimiento y los que son consecuencia del ejercicio, bien por aclimatación o selección.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudió un total de 236 ciclistas españoles dedicados a la práctica deportiva de competición. Con fines comparativos, se empleó como muestra alternativa la información recabada en 149 sujetos designados como controles, que si bien practicaban el ciclismo, no lo hacían con propósitos competitivos; sin embargo, se cuidó que éstos tuvieran la misma procedencia geográfica que el grupo designado como ciclistas.

Para estructurar el análisis de crecimiento se siguió el criterio utilizado por la Federación Española de Ciclismo para determinar las categorías ciclistas, definiéndolas a partir de rangos de edad establecidos. En consecuencia, los sujetos de nuestro estudio se agruparon en infantiles (13-14 años), cadetes (15-16 años), juveniles (17-18 años), aficionados (≥ 19 años) y una quinta categoría en el caso de los ciclistas, denominada «profesionales» en este deporte.

Para conocer acerca de la magnitud de la actividad física (carga de trabajo físico) realizada por cada serie y categoría, se obtuvo información sobre la cantidad de horas dedicadas durante la semana a la práctica de este deporte (cuadro 1).

Las mediciones se realizaron utilizando el compás de olivas de 0-600 mm, con precisión 0.1 mm, que forma parte del material antropométrico de la casa *Siber Hegner Maschinen* AG; así como el espirómetro de aire o tipo Windmill -SPIROPET-, de capacidad 0-7000 cc y precisión 100 cc de la casa *Nihon Medical Instruments* CO, LTD.

Se tomaron dos medidas morfológicas directas (diámetros transversal y anteroposterior del tórax); una morfológica indirecta (índice

Cuadro 1

Tiempo de práctica deportiva en dos grupos, según categorías de edad (horas/semana)

Categoría	Control	Ciclistas
Infantil (13-14 años)	4.60	4.31
Cadete (15-16 años)	4.69	7.38
Juvenil (17-18 años)	4.70	13.76
Aficionado (≥ 19 años)	5.99	20.34
Profesional (≥ 19 años)	—	27.00

torácico) y una fisiológica (capacidad vital) cuantificada a partir de la determinación espirométrica.

De cada variable se calcularon la media aritmética, desviación estándar, así como el coeficiente de variación. En cada serie se llevó a cabo un análisis de la varianza, por grupos de edades y un test de Newman-Keuls para determinar entre qué categorías deportivas se encuentran diferencias significativas (Sokal y Rohlf 1981). Asimismo, se realizó la prueba t de Student (Lamotte 1965) para la comparación, entre las dos series de cada variable según grupo de edad.

El cálculo estadístico se llevó a cabo mediante el programa informático Statgraphics 5.0 (1991). Por último, las gráficas se corresponden con una representación de la curva de crecimiento, construidas a partir de los valores medios de cada variable, según grupo de edad y se ajustó la curva con el programa Harvard-Graphics 3.0 (1991).

RESULTADOS

En este apartado se discutirán primero los resultados de los ciclistas no profesionales y posteriormente los clasificados como tales.

Ciclistas no profesionales

En el cuadro 2 y gráfica 1 observamos cómo los valores del diámetro transversal del tórax aumentan con la edad. El análisis de la varianza pone de manifiesto el incremento significativo de esta anchura en las

dos series del estudio ($F_{\text{control}} = 20.36$ y $F_{\text{ciclistas}} = 10.46$ con $p < 0.0001$). Sin embargo, esta dimensión alcanza su tamaño final en los ciclistas antes que en la serie control. Así, en el grupo de ciclistas, sólo en las categorías infantil y cadete se da un incremento significativo de esta anchura, mientras que en el control este aumento se mantiene hasta la categoría juvenil (figura 1). A su vez, se aprecia que este diámetro es ligeramente inferior en los ciclistas, con diferencias estadísticamente significativas a partir de la categoría juvenil ($t_{\text{juvenil}} = 2.92$; $p < 0.01$. $t_{\text{aficionado}} = 4.23$; $p < 0.001$).

El diámetro anteroposterior del tórax (cuadro 3, gráfica 2) aumenta con la edad, aunque sin carácter significativo. Esta circunstancia pone de manifiesto el incremento moderado en la profundidad del tórax. Además, al comparar los ciclistas con el control, se puede considerar que ambas series presentan semejante profundidad torácica, en todas las edades analizadas en este estudio.

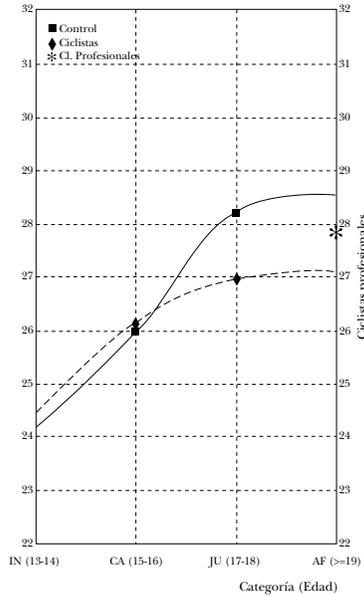
Por otra parte, el índice torácico (cuadro 4, gráfica 3) no presenta, en términos generales, una variación de sus valores a lo largo de las edades estudiadas, aunque ambas series experimentan un breve incremento a partir de la categoría juvenil que es algo más marcado

Cuadro 2

Diámetro transversal del tórax en dos series (control y ciclista), según clases de edad

Control				
Categoría	<i>n</i>	$\bar{x} \pm e_s$	<i>d.s.</i> $\pm e_{d.s.}$	<i>v</i>
Infantil	7	24.17 \pm 0.81	2.15 \pm 0.57	8.89
Cadete	53	25.98 \pm 0.30	2.18 \pm 0.21	8.38
Juvenil*	51	28.21 \pm 0.31	2.19 \pm 0.22	7.76
Aficionado*	38	28.54 \pm 0.29	1.72 \pm 0.20	6.01
Ciclistas				
Categoría	<i>n</i>	$\bar{x} \pm e_s$	<i>d.s.</i> $\pm e_{d.s.}$	<i>v</i>
Infantil	12	24.44 \pm 0.65	2.26 \pm 0.46	9.24
Cadete	44	26.12 \pm 0.23	1.55 \pm 0.16	5.93
Juvenil*	45	26.95 \pm 0.30	2.2 \pm 0.21	7.50
Aficionado*	71	27.10 \pm 0.20	1.68 \pm 0.14	6.20
≥ 19 PR	26	27.87 \pm 0.24	1.22 \pm 0.17	4.37

* Categorías en las que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas series.



Gráfica 1. Diámetro transversal del tórax de las series control y ciclista según clases de edad. En el eje Y2 aparece representado el valor de esta variable propio de categoría ciclista profesional.

entre los ciclistas, en los cuales llega a la máxima expresión en la categoría profesional.

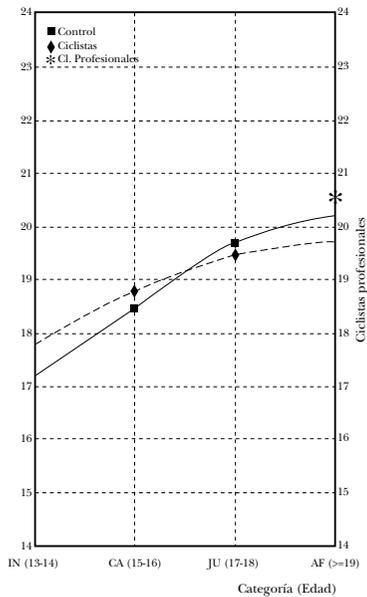
Al comparar las dos series de estudio, se observa que este índice es significativamente superior en los ciclistas de categoría profesional. Estos resultados ponen de manifiesto que, aunque no existe un cambio significativo de la forma o de la proporcionalidad torácica asociada al crecimiento, en los ciclistas aparece una tendencia a presentar un tórax proporcionalmente más profundo.

Por último, la capacidad vital se ha manifestado como una magnitud fisiológica que aumenta significativamente con la edad ($F_{\text{control}} = 17.18$; $p < 0.0001$ y $F_{\text{ciclistas}} = 37.15$; $p < 0.0001$), tanto en la serie ciclista como en la control (cuadro 5).

Hemos podido observar que los valores espirométricos son mayores en los ciclistas a partir de la categoría cadete y con carácter significativo desde la juvenil ($t_{\text{juvenil}} = 4.65$; $p < 0.0001$ y $t_{\text{aficionado}} = 3.27$; $p < 0.005$). Por tanto, parece ser que el entrenamiento en ciclismo aumenta la capacidad espirométrica en los deportistas que lo practican. Este proceso se refleja en la gráfica 4.

Cuadro 3
Diámetro anteroposterior del tórax de la serie control y ciclista según clases de edad

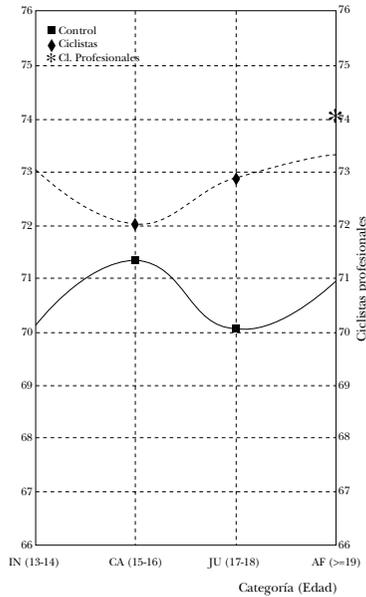
Control				
Categoría	<i>n</i>	$\bar{x} \pm e_s$	<i>d.s.</i> $\pm e_{D.S.}$	<i>v</i>
Infantil	6	17.18 \pm 0.26	0.65 \pm 0.19	3.76
Cadete	53	18.46 \pm 0.23	1.64 \pm 0.16	8.91
Juvenil	51	19.70 \pm 0.24	1.68 \pm 0.17	8.55
Aficionado	38	20.21 \pm 0.25	1.52 \pm 0.17	7.54
Ciclistas				
Categoría	<i>n</i>	$\bar{x} \pm e_s$	<i>d.s.</i> $\pm e_{D.S.}$	<i>v</i>
Infantil	12	17.76 \pm 0.35	1.20 \pm 0.25	6.78
Cadete	44	18.77 \pm 0.28	1.85 \pm 0.20	9.84
Juvenil	45	19.46 \pm 0.23	1.58 \pm 0.17	8.10
Aficionado	71	19.72 \pm 0.21	1.79 \pm 0.15	9.09
≥ 19 PR	26	20.60 \pm 0.26	1.31 \pm 0.18	6.35



Gráfica 2. Diámetro anteroposterior del tórax de las series control y ciclista según clases de edad. En el eje Y2 aparece representado el valor de esta variable propio de categoría ciclista profesional.

Cuadro 4
 Índice torácico (índice Tt) de la serie control y ciclista según clases de edad

Control				
Categoría	<i>n</i>	$\bar{x} \pm e_s$	<i>d.s.</i> $\pm e_{D.S.}$	<i>v</i>
Infantil	6	70.08 \pm 1.97	4.83 \pm 1.29	6.89
Cadete	53	71.29 \pm 0.88	6.43 \pm 0.62	9.01
Juvenil	51	70.03 \pm 0.84	5.97 \pm 0.59	8.52
Aficionado	38	70.92 \pm 0.87	5.37 \pm 0.61	7.57
Ciclistas				
Categoría	<i>n</i>	$\bar{x} \pm e_s$	<i>d.s.</i> $\pm e_{D.S.}$	<i>v</i>
Infantil	12	73.04 \pm 1.82	6.32 \pm 1.29	8.65
Cadete	44	72.00 \pm 1.07	7.11 \pm 0.76	9.88
Juvenil	45	72.85 \pm 1.77	11.88 \pm 1.25	16.30
Aficionado	71	73.29 \pm 1.32	11.10 \pm 0.93	15.14
≥ 19 PR	26	74.06 \pm 1.08	5.51 \pm 0.76	7.44

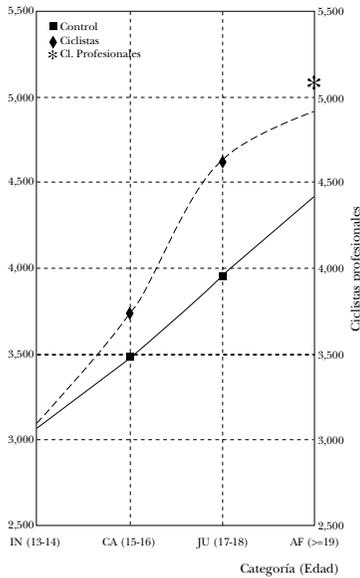


Gráfica 3. Índice torácico de las series control y ciclista según clases de edad. En el eje Y2 aparece representado el valor de esta variable propio de categoría ciclista profesional.

Cuadro 5
Espirometría de la serie control y ciclista según clases de edad

Control				
Categoría	<i>n</i>	$\bar{x} \pm e_s$	<i>d.s.</i> $\pm e_{D.S.}$	<i>v</i>
Infantil	6	3067 \pm 184	450 \pm 130	15.00
Cadete	32	3478 \pm 114	645 \pm 81	19.00
Juvenil*	46	3952 \pm 88	594 \pm 62	15.00
Aficionado*	27	4422 \pm 94	486 \pm 66	11.00
Ciclistas				
Categoría	<i>n</i>	$\bar{x} \pm e_s$	<i>d.s.</i> $\pm e_{D.S.}$	<i>v</i>
Infantil	13	3100 \pm 168	606 \pm 119	20.00
Cadete	42	3743 \pm 102	658 \pm 72	19.00
Juvenil*	33	4624 \pm 119	685 \pm 84	15.00
Aficionado*	67	4920 \pm 89	726 \pm 63	15.00
≥ 19 PR	24	5087 \pm 136	664 \pm 96	13.00

* Categorías en las que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas series.



Gráfica 4. Capacidad vital de las series control y ciclista según clases de edad. En el eje Y2 aparece representado el valor de esta variable propio de categoría ciclista profesional.

Ciclistas profesionales

Los valores correspondientes a esta categoría de la serie ciclista aparecen indicados en los cuadros y gráficas ya citados para cada una de las variables estudiadas. Hemos podido observar cómo esta categoría presenta el valor de anchura torácica mayor de la serie ciclista, pero éste no es superior con diferencia estadística al presentado por los ciclistas aficionados, ni al de juveniles, como se deduce de los resultados del test de rango múltiple (figura 1).

Por otro lado, este valor es semejante al presentado por la categoría aficionado control, que corresponde al mismo rango de edad. Asimismo, la profundidad del tórax también es superior en estos ciclistas en relación con toda la serie, pero las diferencias con los valores propios de juveniles y aficionados no tienen carácter significativo. Tampoco se puede considerar que esta profundidad sea diferente en términos estadísticos con respecto al grupo control.

Sin embargo, por lo que respecta al índice torácico, los ciclistas profesionales tienen el valor más alto de toda la serie, incluso su-

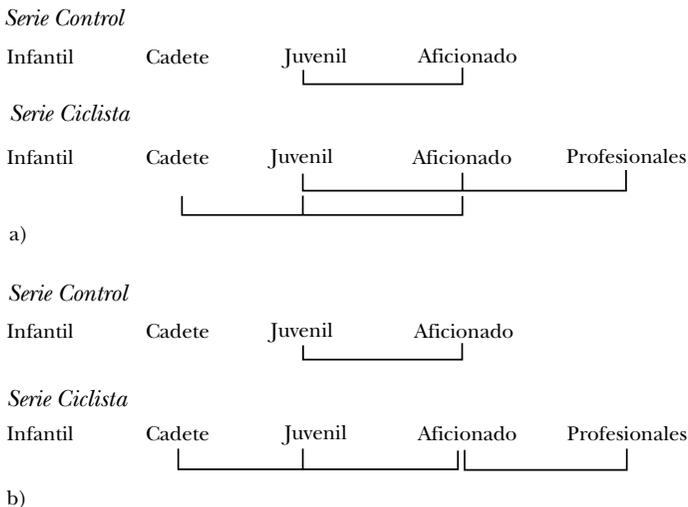


Figura 1. Agrupamiento de clases según el test de rango múltiple Newman Keuls, a) diámetro transversal de tórax y b) espirometría.

perior a su categoría homóloga en el control, con diferencia estadísticamente significativa ($t=2.27$; $p<0.05$). Esto pone de manifiesto una proporción torácica diferente en estos ciclistas, dando una explicación a la tendencia aparecida durante el periodo de edades analizado.

Finalmente, entre los ciclistas profesionales, la capacidad vital es la más alta de la serie ciclista, aunque el incremento entre la categoría aficionado y profesional no tiene carácter significativo (figura 1).

En relación con el control esta capacidad es superior a la categoría que les corresponde por edad y como muestra el test de Student, la diferencia entre los dos grupos dentro de la categoría analizada es de carácter altamente significativo ($t=4.11$; $p<0.0002$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La cineantropometría constituye un marco metodológico que permite recoger datos métricos, poblacionales o individuales, e interpretarlos desde puntos de vista tales como el del crecimiento y el desarrollo, o la interferencia de una actividad humana que pueda considerarse como factor ambiental estresante sobre este proceso (Ross *et al.* 1980).

El análisis de las dos series de este estudio nos ha permitido observar cómo se conduce el proceso de crecimiento y la interferencia que produce la práctica de un deporte de fuerte actividad como el ciclismo.

De los resultados expuestos en el apartado correspondiente se deduce que la dinámica propia del proceso de crecimiento y desarrollo es semejante entre las dos series estudiadas, si bien, se puede observar que en el caso de los ciclistas, tanto el diámetro transversal como el anteroposterior del tórax parecen alcanzar sus valores de adulto en edades más tempranas. De este modo, se ha podido detectar cómo los incrementos significativos de estas magnitudes cesan antes en estos deportistas. No obstante, existen resultados contradictorios en este sentido, pues mientras que algunos autores tienen claro que existe una maduración adelantada en los deportistas (Olmo 1990), otros tienen dudas o lo descartan (Malina *et al.* 1983).

Es importante señalar que mientras el diámetro transversal del tórax es ligeramente inferior en los ciclistas en relación con el con-

trol, incluso con diferencias estadísticamente significativas, la profundidad del tórax es muy semejante entre las dos series estudiadas.

Por su parte el índice torácico, como ya se ha visto, presenta valores superiores en la serie ciclista a todas las edades analizadas y, además, la categoría profesional cuenta con un índice torácico que puede considerarse como una característica morfológica propia de una aptitud para desarrollar este deporte.

Autores como Ross *et al.* (1982), quienes han comparado una muestra de ciclistas olímpicos con un patrón de referencia, no han encontrado diferencias para los diámetros aquí estudiados, si bien, la profundidad torácica presenta un valor medio superior al control. Señalemos aquí que su serie de referencia está formada por estudiantes canadienses y la muestra de ciclistas por diferentes grupos poblacionales. Por tanto, nuestra investigación discrimina mejor las diferencias morfológicas al tratarse del grupo control y deportistas de una misma población.

Como hemos observado, la capacidad vital aumenta en las dos series estudiadas dentro del proceso del crecimiento. Pero en este caso, aunque el incremento de la espirometría se sucede hasta la categoría profesional en los ciclistas, el aumento significativo cesa en la categoría juvenil (17-18 años) del control. Esto pone de manifiesto, de nuevo, el adelanto en el desarrollo mostrado por esta serie de deportistas. Podemos considerar por tanto que, como respuesta al entrenamiento físico, la práctica del ciclismo adelanta el desarrollo de la capacidad vital y la aumenta en relación con la serie control considerada como referencia.

En otras investigaciones igualmente se ha encontrado que la capacidad vital se ve aumentada en aquellos individuos que practican ejercicio físico durante periodos cortos de entrenamiento (Cárdenas y Peña 1989) y a lo largo del crecimiento (Koutedakis 1995).

Las circunstancias que justifican este incremento son, según algunos autores, de índole fisiológica; por un lado, como mejora de la respuesta funcional de la musculatura torácica (Lakhera *et al.* 1994, Lakhera y Kain 1995) y por otro, como consecuencia del mejor aprovechamiento ventilatorio, en el que se ve potenciada la utilización del volumen pulmonar y por tanto una mayor disponibilidad de aire intercambiado (Lucía-Mulas 1995).

Nuestros ciclistas están sometidos a una mayor necesidad de oxígeno que el grupo de referencia como consecuencia del alto con-

sumo muscular. Esto, junto al incremento en la producción de bióxido de carbono elevan las tasas de ventilación (Rapanos y Duffin 1997), de modo que los ciclistas profesionales, categoría de mayor estrés físico, podrían tal y como ponen de manifiesto nuestros resultados, estar favorecidos al presentar un tórax proporcionalmente más profundo que la serie control y unos valores muy superiores de capacidad vital.

También hemos de considerar la influencia de la mecánica ventilatoria sobre la morfología torácica, donde la posición en la que trabaja el ciclista y la naturaleza cartilaginosa intercostal, junto con la continua tracción muscular ejercida sobre las costillas durante la respiración puedan combinarse para determinar las proporciones observadas del tórax. Cabe pensar que la posición del ciclista durante el ejercicio pueda generar una oposición adicional a la ventilación. Por un lado, los brazos enjaulan en cierto sentido el tórax, impidiendo la expansión lateral de las costillas y, por otro, la inclinación del tronco forzada para asirse al manillar, siempre buscando la mejor postura aerodinámica, puede dificultar la respiración abdominal. Tal es así, que incluso el culote de los ciclistas se diseña por piezas, de las que la frontal tiene forma adecuada para no comprimir el abdomen. Por todo lo expuesto, pensamos que existe la posibilidad de que la musculatura torácica, buscando el éxito ventilatorio y venciendo todas las resistencias, actúe más intensamente en el eje anteroposterior, justificando así, en parte, el mayor índice torácico presentado por estos deportistas.

Podemos concluir que, de acuerdo con la planificación de nuestro estudio, nuestros resultados sustentan la hipótesis de que adaptación y selección se conjugan para conformar la biotipología propia del ciclista de élite. De modo que, si bien el desarrollo durante el periodo de crecimiento parece implicar, en cierta medida, una morfología del tórax particular en el ciclista, los profesionales de este deporte que se han visto sometidos a un fuerte proceso de selección presentan una proporción torácica definida: «tórax en tonel».

Igualmente, el proceso del desarrollo, que supone un incremento de la capacidad vital, está potenciado por la práctica del ciclismo de competición, dándose un aumento en los registros espirométricos que se hace más significativo conforme las horas de dedicación y la intensidad de la competición aumentan en este deporte.

El índice torácico puede constituir un criterio de valoración de la aptitud para la práctica de este deporte, ya que aquellos ciclistas que presenten este índice aumentado, pueden estar en posesión de cierta ventaja sobre sus antagonistas. La espirometría, por su parte, constituye actualmente una prueba habitual en los reconocimientos médicos deportivos, al asumirse que constituye una capacidad que aumenta con el entrenamiento y por tanto es buen indicador de la adaptación al ejercicio físico, aportando nuestro trabajo los valores orientativos sobre los que se han de evaluar los registros obtenidos en los reconocimientos médicos de los ciclistas.

REFERENCIAS

CÁRDENAS, E. Y MARÍA E. PEÑA

1989 Capacidad vital y composición corporal bajo entrenamiento deportivo, *Estudios de Antropología Biológica*, IV: 329-344.

CARTER, J. E. L., W. D. ROSS, S. P. AUBRY, M. HEBBELINCK Y J. BORMS

1982 Anthropometry of Montreal Olympic Athletes, en J. Carter (ed.), *Physical Structure of Olympic Athletes. Part I: The Montreal Olympic Games Anthropological Project. Medicine and Sport*, 16, Karger, Basel: 25-52.

CLARKSON, P. M.

1995 Antioxidants and Physical Performance, *Critical Review Food Science Nutrition* 35 (1-2): 131-141.

FOX, E. L.

1987 *Fisiología del deporte*, Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires.

HARVARD GRAPHICS

1991 Versión 3.0 para MS-DOS. Sofward Publishing Corporation.

KOUTEDAKIS, Y.

1995 Seasonal Variation in Fitness Parameters in Competitive Athletes, *Sports Medicine*, 19 (6): 373-392.

LAKHERA, S. C., T. C. KAIN Y P. BANDOPADHYAY

1994 Changes in Lung During Adolescence in Athletes and Non-Athletes, *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, 34 (3): 258-262.

LAKHERA, S. C. Y T. C. KAIN

- 1996 Comparison of Pulmonary Function amongst Ladaki, Delhi, Vanvasi and Siddi boy athletes, *Indian Journal Physiology and Pharmacology*, 39 (3): 255-258.

LUCÍA-MULAS, A. L.

- 1995 La ventilación pulmonar durante el ejercicio, J. L Cicharro y A. Fernández Vaquero (eds.), *Fisiología del ejercicio*, Ed. Medica Panamericana, Madrid.

MALINA, R. M.

- 1983 Menarche in Athlets. Synthesis and Hypothesis, *Annals of Human Biology*, 10: 1-24.

OLMO, J. L. DEL

- 1990 *Los deportistas de alto rendimiento: un enfoque antropológico*, en A. Guzmán y L. Martínez (eds.), Colección Científica. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

PACHECO, J. L.

- 1993 Antropometría de los atletas españoles de élite, tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

ROSS, W. D., R. WARD, R. M. LEAHY Y J. A. P. DAY

- 1982 Proportionality of Montreal Athletes, en J. E. L. Carter (ed.), *Physical Structure of Olympic Athletes. Part I: The Montreal Olympic Games Anthropological Project. Medicine and Sport*, 16, Karger, Basel: 81-106.

ROSS, W. D., D. T. DRINKWATER, D. A. BAILEY, G. R. MARSHALL Y R. M. LEAHY

- 1980 Kinanthropometry: Traditions and New Perspectives, en M. Ostyn., G. Beunen y S. Simens (eds.), *Kinanthropometry II*, University Park Press, Baltimore: 3-27

STATGRAPHICS

- 1991 Versión 5.0 para MS-DOS, Statistical Graphics System. Statistical Graphics Corporation.