

# Revista Médica del Hospital General de México

Volumen  
Volume **67**

Número  
Number **1**

Enero-Marzo  
January-March **2004**

*Artículo:*

Algunas características antropométricas  
de una población de atletas mexicanos

Derechos reservados, Copyright © 2004:  
Sociedad Médica del Hospital General de México, AC

Otras secciones de  
este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in  
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



**Edigraphic.com**



## Algunas características antropométricas de una población de atletas mexicanos

Javier Padilla Pérez,\* Albert W Taylor,\*\*  
Michael S Yuhasz,\*\* Marina A Velázquez Hernández\*

### RESUMEN

Fueron evaluados la antropometría general, el somatotipo y su proporcionalidad (estratagema 'Phantom') en 100 mexicanos: un grupo de atletas ( $N = 77$ ) y otro grupo control ( $N = 23$ ). El método de proporcionalidad Phantom, resultó menor en casi todos los valores numéricos de sus variables, en el grupo mexicano de control comparado con el del prototipo Phantom de Ross. Fueron comparados los somatotipos de Heath-Carter y el grado de adiposidad, de atletas mexicanos con los de atletas olímpicos de Venezuela que participaron en los juegos de 'Méjico 68' y de 'Montreal 76'. La comparación de los atletas mexicanos con los olímpicos mostró que los primeros fueron menos mesomorfos y ectomorfos, pero más endomorfos que los olímpicos. Sin embargo, en general no se encontraron diferencias significativas en el grado de adiposidad. Debido a que se requieren constituciones corporales (dimensiones corporales) diferentes, para destacar a nivel nacional e internacional en los deportes, es posible que dichas diferencias observadas entre los atletas mexicanos y los olímpicos sean una consecuencia tanto de las adaptaciones-intensidad del entrenamiento como de variaciones biológicas individuales. En este trabajo la composición corporal y el somatotipo de los atletas, resultaron diferentes de los de los atletas olímpicos.

**Palabras clave:** Antropometría, composición corporal, somatotipo, pliegues cutáneos, atletas, mexicanos.

### ABSTRACT

*General anthropometry, somatotype and proportionality (Phantom stratagem), were assessed in 100 male Mexican athletes ( $N = 77$ ) and controls ( $N = 23$ ). The Phantom proportionality approach indicated that Mexican athletes are smaller than either the Mexican control or the Ross Phantom prototype, on most size variables. The Heath-Carter somatotype and the level of fatness were compared in Mexican athletes, and the Olympians from Venezuela who participated at the '68 Mexico' and the '76 Montreal' Games. Mexican athletes when compared with the Olympians possessed less mesomorphy and ectomorphy demonstrated more endomorphy. However, generally speaking there were no differences in the level of fatness. Because different physiques are needed for success in different sports at the national and international levels, it is possible that these differences between the Mexican athletes and the Olympians may have been a reflection of training intensity-adaptation and individual biological variations. The body composition and somatotype of the athletes in this study were different from the Olympic athletes.*

**Key words:** Anthropometry, body composition, somatotype, skinfolds, athletes, Mexicans.

### INTRODUCCIÓN

La actividad deportiva dentro del estilo de vida es importante, en la expresión óptima de los factores

genéticos y su interacción con el medio ambiente, para que produzcan una expresión máxima de la capacidad fisicodeportiva.<sup>1</sup> Las dimensiones corporales y el somatotipo varían dentro y entre las poblaciones de individuos; por ello, en diversos trabajos de investigación, se ha intentado estandarizar en el hombre su tamaño, forma, proporción, composición, maduración, respuesta al entrenamiento o adaptación al ejercicio, y su desempeño fisicodeportivo.<sup>2-5</sup>

\* Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.

\*\* Faculty of Kinesiology, The University of Western Ontario, London, Ontario N6A 3K7, Canadá

El estudio de la estructura humana data desde la antigüedad y se han hecho en diferentes países, donde pudieron haberse empleado técnicas diferentes con un grado de aptitud variado.<sup>2</sup> No obstante, el consenso es que, entre atletas, existen diferencias significativas en el tamaño corporal y en el somatotipo de los participantes en eventos de algunos deportes; pero hay poca o ninguna diferencia entre los participantes de eventos en otros deportes.<sup>2,5</sup> Así, personas con somatotipos similares, sobresalen en deportes específicos sin importar su grupo étnico<sup>6</sup> porque el deporte requiere cierto tamaño corporal, dimensión y forma,<sup>7</sup> lo que tampoco es un privilegio de clases sociales. En este sentido, los valores numéricos de los pliegues cutáneos (y de antropometría) obtenidos mediante plicometría (método de Heath y Carter),<sup>5,8</sup> han demostrado ser indicadores bastante útiles del grado de entrenamiento.<sup>2</sup> Por eso, los trabajos de antropometría realizados en las olimpiadas de 'Méjico 68' y en 'Montreal 76' son considerados clásicos; pues además, en ellos se aplicó la medición plicométrica para estudiar el somatotipo y el grado de adiposidad corporal subcutánea de atletas y de muestras de población suburbana.<sup>2,4-6,9</sup> Aún más, el trabajo realizado en 'Méjico 68' bajo la dirección de De Garay<sup>5</sup> fue el primero en estudiar la genética epidemiológica en deportistas olímpicos y, en éste sentido, también es un estudio clásico, que ha servido de punto de partida, en estudios sobre la búsqueda de marcadores genéticos del desempeño y de la adecuación fisicodeportiva<sup>10-12</sup>. Los trabajos de Ciencia del Deporte Olímpico, realizados en 'Méjico 68' y en 'Montreal 76', han contribuido también en la elaboración de estándares antropométricos, como lo son la técnica de proporcionalidad antropométrica o 'Phantom' de Ross y Wilson<sup>13</sup> y la continuidad en la utilización estandarizada de la plicometría de Heath y Carter;<sup>8</sup> pues si bien es cierto que, existen otros métodos de análisis de la composición corporal humana, como lo son densitometría, tomografía computada, resonancia magnética de imagen, bioimpedancia y DEXA (*Dual Energy X Ray Absorptiometry*),<sup>14</sup> el método de Heath y Carter<sup>8</sup> es el que más se ha utilizado y es el más reconocido para evaluar, sobre todo, grupos de deportistas, ya que sus constantes fueron derivadas de un grupo de personas que practicaban alguna actividad físico-deportiva especializada, su aplicación se ha estandarizado, no es costosa y no expone a los atletas voluntarios a ningún riesgo por emisiones propias del uso de tecnologías sofisticadas.<sup>1-5,7,9,15-17</sup>

**Propósitos.** Caracterizar el somatotipo y el grado de adiposidad de atletas mexicanos de alto rendi-

miento del Comité Olímpico Mexicano con base en el deporte que practiquen.

**Hipótesis.** Si la actividad deportiva de alto rendimiento determina significativamente el somatotipo de atletas mexicanos, entonces deberá observarse una similaridad en su constitución corporal respecto a los somatotipos de los atletas que compitieron en los Juegos Olímpicos de la Ciudad de México en 1968<sup>5</sup> y de Montreal, Canadá, en 1976<sup>2</sup>; así como, una probable similaridad con los atletas Olímpicos Venezolanos.<sup>18</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

El grado de adiposidad de la muestra mexicana de este trabajo fue determinado mediante plicometría. Ello obedece a que en la evaluación de la adiposidad, o componente graso corporal cutáneo, la plicometría tiene la más amplia aplicación.<sup>1-5,7,9,18</sup> La adiposidad corporal subcutánea está influida por el estado de salud del individuo, su dieta<sup>19</sup> y su grado de actividad física.<sup>20</sup> Además, la adiposidad del cuerpo es el componente más lábil de toda composición corporal; por eso aumenta en la obesidad o disminuye con la promoción de la salud para una masa corporal total idónea; lo que, por ejemplo, varía según sea el estilo de vida individual o colectivo. Por esta razón, los datos del tejido adiposo subcutáneo de los atletas mexicanos fueron usados también como indicadores de somatotipo y de antropometría general, para describir y comparar los datos de este trabajo (grupo mexicano de alto rendimiento) con aquellos realizados en atletas olímpicos.<sup>1,5,18</sup> Dichos datos han sido comparados parcialmente y con algunas limitaciones, debido a que los datos de los atletas olímpicos fueron tomados de las publicaciones previas.<sup>1,5,18</sup> y también porque la muestra de atletas de este trabajo incluyó atletas mexicanos olímpicos y exolímpicos, así como atletas mexicanos con una posición en el escalafón (*ranking*) nacional e internacional en su caso.<sup>21-24</sup> Ello permitió que tanto los factores limitantes mencionados como las variaciones biológicas individuales proporcionaran una parte de la realidad a través de la muestra de mexicanos de alto rendimiento, estudiada en este trabajo.

**Humanos voluntarios.** Se trabajó con hombres clínicamente sanos (N = 100). Esta investigación fue aprobada por un Comité Ético local del Instituto Politécnico Nacional. Todos los individuos de la muestra fueron considerados mestizos de acuerdo a la clasificación de De Garay.<sup>5</sup> Los no entrenados (17%) no se encontraban participando en algún programa

de entrenamiento físico ni tuvieron un historial de participación regular deportiva o de actividad física; los estudiantes (6%) fueron voluntarios reclutados de la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional; mientras que los atletas reclutados en el Comité Olímpico Mexicano fueron elegidos de diferentes deportes con base en sus características similares de desempeño fisicodeportivo y disponibilidad de datos.<sup>21-24</sup> Con el propósito de no interferir con su preparación fisicodeportiva, los atletas fueron estudiados al final de su temporada de competición.

**Prueba de esfuerzo máximo.** Todos los voluntarios realizaron una prueba de esfuerzo máximo tipo rampa, sentados sobre un cicloergómetro electrónico, para medir su potencia ergocardiopulmonar máxima, en términos de potencia ergométrica (Watts); frecuencia cardíaca (latidos x min<sup>-1</sup>), captación pulmonar de oxígeno absoluta ( $O_2$  L · min<sup>-1</sup>) y relativa a la masa corporal total ( $O_2$  mL · min<sup>-1</sup> · kg<sup>-1</sup>) mediante espirometría de circuito abierto computada, descrita previamente.<sup>25</sup>

**Antropometría general.** Las técnicas de medición de antropometría general se basaron en las de Martin y Saller,<sup>26</sup> y Tanner.<sup>27</sup>

**Somatotipos.** Los somatotipos fueron calculados mediante el método de Heath y Carter.<sup>8</sup> Además, los pliegues cutáneos axilar, umbilical y frontal del muslo, también fueron medidos del lado derecho del cuerpo con el plicómetro Harpenden, por los mismos médicos con especialidad en Medicina del Deporte. Las unidades componentes del índice de dispersión somatotípica (*Somatotype Dispersion Index*, SDI),<sup>13,28</sup> así como las distancias altitudinales somatotípicas (*Somatotype Attitudinal Distances*, SAD) fueron calculadas para obtener la media altitudinal (*Attitudinal Mean*, SAM).<sup>29</sup> El SDI de cada grupo proporciona información acerca de la variabilidad de los somatotipos de los miembros que lo componen. El SAD es la distancia tridimensional entre somatotipos. Las unidades componentes del SAD fueron empleadas de unidades computacionales básicas, para calcular los valores numéricos del índice de Fisher (F), en el análisis de pruebas de significación estadística entre los promedios de los somatotipos  $S_A-S_B$ , o entre las dispersiones de los somatotipos ( $SAM_A-SAM_B$ ),<sup>28</sup> cuando el somatotipo fue analizado como un todo.<sup>2</sup> SAM, al igual que SDI, informa acerca del grado de variabilidad de los somatotipos de los miembros que componen a un grupo.<sup>18</sup>

**Pliegues cutáneos (SKFs).** Se sumaron los pliegues cutáneos siguientes: tres (3SKFs = tricipital + subescapular + mesomorfia), cuatro (3SKFs + me-

dial de la pierna), seis (4SKFs + umbilical + frontal del muslo)<sup>2</sup> y siete (6SKFs + axilar). Dicha suma de pliegues cutáneos sirvieron de indicadores de adiposidad. Las mediciones de los pliegues cutáneos fueron agrupadas por regiones corporales: torácica (axilar y subescapular), abdominal (suprailiaca y umbilical), troncal (subescapular y suprailiaca), extremidad pélvica (frontal del muslo y medial de la pierna) y extremidades torácica y pélvica (tricipital, frontal del muslo, y medial de la pierna).

**Valores numéricos Z del Phantom.** En virtud de que no se tiene conocimiento de la existencia de una medición antropométrica estandarizada, de la que se pueda obtener los datos para elaborar un prototipo de proporcionalidad de Mexicanos; entonces, la proporcionalidad (valores 'z') de los atletas de este trabajo fue evaluada mediante la estrategia Phantom de Ross y Wilson.<sup>13</sup>

**Análisis estadístico.** Se aplicaron pruebas estadísticas descriptivas en los datos de antropometría y de somatotipo.<sup>30</sup> La prueba estadística *post\_hoc* de Newman\_Keuls se empleó para identificar diferencias entre los subgrupos de clases, cuando el resultado del análisis de varianza (ANOVA) demostró ser significativo por lo menos a < 0.05.<sup>30</sup> La prueba t de Student<sub>0.05(2..0)</sub> se usó para comparar los valores promedio entre pares de grupos.<sup>30</sup> Los valores promedio de la edad, la estatura, los pliegues cutáneos y los componentes de Heath-Carter fueron también comparados mediante la prueba t de Student entre los atletas olímpicos venezolanos<sup>18</sup> y de México 1968<sup>5</sup> y también de Montreal 1976.<sup>1,9</sup>

## RESULTADOS

Los resultados de la medición de potencia ergocardiopulmonar máxima de los grupos control (no entrenados) y experimental (atletas) se muestran en el cuadro I. La antropometría general y las características de la composición corporal se presentan en los cuadros II y III, respectivamente. Los somatotipos del grupo control y de los grupos atléticos se muestran en el cuadro IV. Los somatotipos de atletas Olímpicos y sus grupos de referencia de Garay,<sup>5</sup> Carter y Yuhasz,<sup>2</sup> Carter<sup>9</sup> y Pérez<sup>18</sup> se muestran en el cuadro V. El análisis Phantom de proporcionalidad se muestra en la figura 1.

La prueba t de Student de los somatotipos promedio de los componentes de Heath-Carter (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) demostró que los valores promedio del grupo de no entrenados (Cuadro IV) fueron significativamente mayores ( $p < 0.05$ ) sólo

**Cuadro I.** Mediciones ergo-espirométricas máximas de grupos de control y de atletas de este trabajo.

Grupo	N	Potencia (Watts)	Frecuencia cardíaca	Potencia aerobia máxima	
			(lat · min <sup>-1</sup> )	(L · min <sup>-1</sup> )	(m L · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )
Atletas	77	236 (33) <sup>a</sup>	186 (15) <sup>c</sup>	3.302 (0.641)	52.2 (10) <sup>e</sup>
10000 m	5	250 (18)	182 (10)	3.402 (0.424)	60.1 (6)
1500 m	6	229 (19)	183 (16)	3.193 (0.459)	52.2 (9)
5000 m	4	244 (13)	176 (7)	3.323 (0.357)	56.7 (6)
Maratón	6	233 (30)	186 (14)	2.983 (0.639)	58.7 (10)
Ciclismo ruta	2	300 (0)	185 (7)	4.352 (6.626)	71.7 (12)
Remo 2 km	8	259 (35)	206 (10)	3.430 (0.451)	46.1 (8)
Soccer	10	225 (17)	175 (8)	3.053 (0.392)	46.5 (7)
Natación 100 m	4	206 (24)	191 (20)	2.836 (0.273)	49.8 (7)
Caminata:					
20 km & 50 km	8	225(30)	179 (5)	3.292 (0.713)	53.3 (10)
Control:					
No entrenados	9	194(33) <sup>b</sup>	205(18) <sup>d</sup>	2.993 (0.560)	47.7 (10) <sup>f</sup>

Los tamaños de cada grupo y subgrupo son N. Los valores numéricos son la media (desviación estándar).

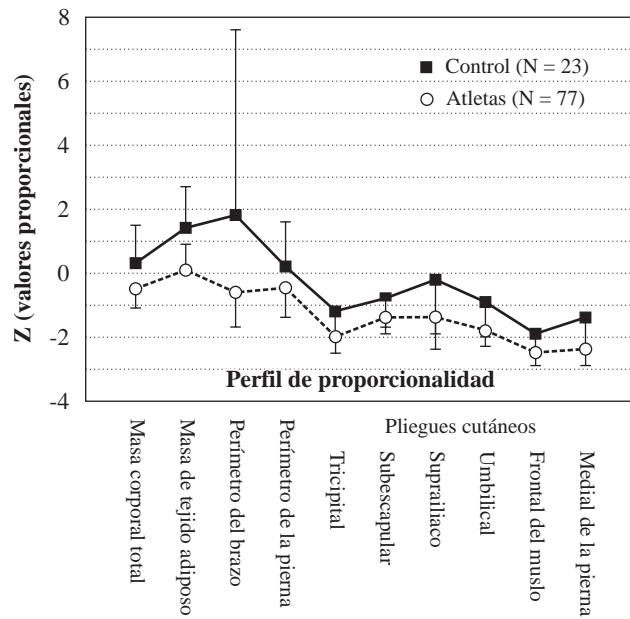
Diferencias significativas entre los valores medios, identificados con letras diferentes y determinadas mediante la prueba ANOVA:

a □ b Kruskal-Wallis ANOVA basada en Rangos-Dunn (post-hoc),  $H = 23.2$ ,  $p < 0.004$

c □ d & e □ f Student-Newman-Keulls (post-hoc),  $F_{\text{índice}} = 7.2$ ,  $p < 0.001$

para los componentes de endomorfia ( $t = 2.3979$ ) y de ectomorfia ( $t = 3.0518$ ) comparados con los mexicanos de población urbana de De Garay<sup>5</sup> ( $N = 265$ : endomorfia =  $3.3 \pm 1.4$ ; ectomorfia =  $2.9 \pm 1.3$ ) y no hubo efecto de la edad ( $p > 0.05$ ). En cambio, dichos promedios de los componentes del somatotipo de los no entrenados (*Cuadro IV*) no fueron significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) de aquellos de Carter y Yuhasz<sup>2</sup> (*Cuadro V*). Los promedios de los componentes del somatotipo de atletas mexicanos (*Cuadro IV*) fueron significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) de los de los atletas olímpicos (*Cuadro V*) de i) Pérez<sup>18</sup> ( $N = 114$ : endomorfia =  $2.2$ ,  $t = 2.6999$ ; mesomorfia =  $5.3$ ,  $t = 18.3477$ ; ectomorfia =  $2.7$ ,  $t = 4.4849$ ), de ii) De Garay<sup>5</sup> ( $N = 194$ : endomorfia =  $2.1 \pm 0.9$ ,  $t = 4.0499$ ; mesomorfia =  $5.3 \pm 1$ ,  $t = 18.3477$ ; ectomorfia =  $2.4 \pm 0.9$ ,  $t = 7.7999$ ), y de iii) Carter<sup>9</sup> ( $N = 309$ : endomorfia =  $2.1 \pm 0.8$ ,  $t = 3.3749$ ; mesomorfia =  $5.2 \pm 1.2$ ,  $t = 17.5499$ ; ectomorfia =  $2.6 \pm 1$ ,  $t = 5.8499$ ). Sin embargo, los atletas olímpicos<sup>5,9</sup> fueron mayores ( $p > 0.05$ ) en edad (años:  $23.4 \pm 4.4^5$  y  $23.9 \pm 4.1^9$ ), en masa corporal total (kg:  $65.9 \pm 8.5^5$  y  $77.2 \pm 14^9$ ) y en estatura (cm:  $170.3 \pm 7.7^5$  y  $180.3 \pm 9.9^9$ ) que los atletas Mexicanos (*Cuadro II*) de este trabajo.

Cuando los promedios de los componentes del somatotipo de seis especialidades deportivas (natación, remo, ciclismo de ruta, maratón, caminata de 20 km y de 50 km) de los 10 grupos del deporte de este trabajo (*Cuadro IV*) fueron comparados con



**Figura 1.** Perfil de proporcionalidad de los grupos mexicanos de atletas y de control, comparados con un prototipo de referencia de proporcionalidad antropométrica (Phantom).<sup>19</sup> Un valor numérico de Z igual a 0.00, en cualquiera de las variables de proporcionalidad de los grupos de atletas y de control, indica que dicha proporcionalidad es la misma que la del Phantom; todo valor numérico positivo de Z indica mayor proporcionalidad que la del Phantom; y todo valor numérico negativo de 'Z' indica menor proporcionalidad que la del Phantom. Los valores numéricos de 'Z' son los promedios (símbolos) ± desviación estándar (línea vertical) para cada variable.

aquellos de nivel olímpico (*Cuadro V*), la prueba t de Student mostró (*Cuadro IV versus Cuadro V*, somatotipos de la especialidad de natación) que el grupo mexicano de natación fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en mesomorfia que i) los olímpicos de natación venezolanos ( $t = 6.4846$ ), que ii) 'México 68' ( $t = 6.7082$ ), y que iii) 'Montreal 76' ( $t = 6.7082$ ). El grupo mexicano de natación fue más joven ( $14 \pm 1.4$  años,  $p < 0.05$ ), pero menor en masa corporal total ( $49.4 \pm 13$  kg,  $p < 0.05$ ) que las de los grupos olímpicos de natación de i) De Garay<sup>5</sup> ( $N = 66$ ,  $19.2 \pm 2.4$  años,  $t = 8.3054$ ;  $72.1 \pm 6.8$  kg,  $t = 3.9968$ ); de ii) Carter<sup>9</sup> ( $N = 33$ ,  $19.3$  años,  $t = 16.2914$ ;  $73$  kg,  $t = 7.1484$ ); y de iii) Pérez<sup>18</sup> ( $N = 17$ ,  $17.2 \pm 2.4$  años,  $t = 5.0631$ ;  $67.9 \pm 7.3$  kg,  $t = 3.2713$ ). El grupo olímpico de 'Montreal 76' fue de mayor estatura (Carter<sup>9</sup>:  $178.6$  cm,  $t = 4.3724$ ,  $p < 0.05$ ) que el grupo mexicano de natación de este trabajo ( $n = 5$ ,  $160.6 \pm 16$  cm). Los promedios de los componentes del somatotipo del grupo de remo de este trabajo, fueron significativamente menores ( $p < 0.05$ ) en mesomorfia ( $t = 10.0074$ ) y mayor en ectomorfia ( $t = 2.6943$ ) (*Cuadro IV*) que los del grupo total de remo y de 'México 68' (*Cuadro V*). El grupo mexicano de remo (*Cuadro IV*) fue también significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en mesomorfia ( $t = 8.8527$ ) que el de remo de 'Montreal 76' (*Cuadro V*) o significativamente menor ( $p < 0.05$ )

en edad, estatura, y masa corporal total (*Cuadro II*) comparados con aquellos de sus homólogos de remo (*Cuadro V*) de 'México 68' y de 'Montreal 76' ( $t_{\text{México 68}} = 2.6943$  y  $t_{\text{Montreal 76}} = 3.849$ ; para la edad;  $t_{\text{México 68}} = 7.9674$  y  $t_{\text{Montreal 76}} = 15.1266$  para la estatura; y  $t_{\text{México 68}} = 7.4657$  y  $t_{\text{Montreal 76}} = 11.8855$  para la masa corporal total). El grupo mexicano de maratón fue de mayor ( $p < 0.05$ ) endomorfia ( $t = 4.2426$ ) y menor mesomorfia ( $t = 3.3941$ ) (*Cuadro IV*) que los del grupo de maratón de 'México 68' (*Cuadro V*). El grupo mexicano de caminata de 20 y 50 km fue solamente de mayor ( $p < 0.05$ ) endomorfia ( $t = 5.9711$ ) (*Cuadro IV*) comparado con el de caminata de 'México 68' (*Cuadro V*). El grupo mexicano de ciclismo de ruta fue de menor mesomorfia ( $t = 3.6742$ ) (*Cuadro IV*), menor en edad ( $21.3 \pm 3.3$  años,  $t = 3.6742$ ), en estatura ( $166.1 \pm 4.8$  cm,  $t = 4.5927$ ) y en masa corporal total ( $59.9 \pm 1.8$ ,  $t = 6.5320$ ) comparado con aquellos del grupo de ciclismo de 'México 68' (*Cuadro V*) ( $N = 67$ ,  $24 \pm 3.4$  años,  $175.1 \pm 6.7$  cm,  $68.7 \pm 6.9$  kg).

La prueba t de Student mostró que el valor promedio de 3SKFs fue mayor ( $p < 0.05$ ) en los mexicanos no entrenados ( $41.6 \pm 14$  mm,  $t = 2.288$ ) que en los mexicanos urbanos de De Garay<sup>5</sup> ( $N = 266$ ,  $33.5 \pm 14$  mm). Los valores promedio de los 3SKFs fueron mayores ( $p < 0.05$ ) en atletas mexicanos ( $t = 3.8861$ )

**Cuadro II.** Mediciones antropométricas y somatotipos de grupos de control y de atletas de este trabajo.

Variable	Control ( $n = 23$ )		Atletas ( $n = 77$ )		
	Media	SD <sup>a</sup>	Media	SD	Prueba t <sup>b</sup>
Edad (años)	23.4	6.8	22.1	5.1	**
Estatura (cm)	168.8	6.4	170.6	7.6	**
Masa corporal (kg)	66.0	11.8	60.7	8.0	**
Tejido adiposo (%)	16.2	4.3	12.5	1.7	*****
(kg)	10.8	4.3	7.6	1.6	*****
Anchuras (mm):					
Estiloide (radiocubital)	52.2	5.9	49.7	7.0	**
Bicondilar húmero	63.2	6.3	60.4	6.3	**
Bicondilar fémur	90.4	7.4	87.7	7.4	**
Circunferencias (cm):					
Brazo	33.6	14.4	28.2	3.0	*
Pantorrilla	35.5	3.4	34.3	2.5	**
Componentes de Heath y Carter:					
Endomorfia	3.5	1.2	2.6	1.3	***
Mesomorfia	4.4	1.2	3.0	1.1	*****
Ectomorfia	2.3	1.1	3.2	0.9	****

El tamaño de cada grupo ( $n$ ) se muestra entre paréntesis.

<sup>a</sup> Desviación estándar

<sup>b</sup> t de Student con diferencias significativas a 0.01(\*), 0.05(\*\*), 0.003(\*\*\*), 0.001(\*\*\*\*) y 0.0001(\*\*\*\*\*)

**Cuadro III.** Mediciones de pliegues cutáneos de grupos de control y de atletas de este trabajo.

Variable	Control (n = 23)		Atletas (n = 77)		Prueba t <sup>b</sup>
	Media	SD <sup>a</sup>	Media	SD	
<b>Pliegues cutáneos:</b>					
Tricipital	9.9	4.1	6.3	2.3	**
Axilar	10.1	6.2	6.9	2.5	*
Subescapular	12.9	4.8	10.0	2.4	*
Mesomorfia	14.4	7.7	9.0	4.6	**
Umbilical	17.4	8.2	10.7	3.9	**
Frontal del muslo	11.2	5.5	6.3	2.8	**
Medial de la pierna	9.5	4.2	4.7	2.4	**
<b>Pliegues cutáneos agrupados por región corporal:<sup>c</sup></b>					
Torácica	23.0	9.7	16.9	4.4	**
Abdominal	31.8	15.2	19.7	7.6	**
Extremidad pélvica	20.7	9.2	11.0	4.9	**
Troncal	27.3	11.6	19.0	6.1	**
Extremidades torácica y pélvicas	21.1	8.6	12.7	4.6	**
<b>Suma de pliegues cutáneos<sup>d</sup></b>					
3SKFs	37.2	14.7	25.4	7.0	**
4SKFs	46.7	18.2	30.0	8.0	**
6SKFs	75.3	30.3	47.1	12.2	**
7SKFs	85.4	35.4	53.9	13.5	**

El tamaño de cada grupo (n) se muestra entre paréntesis.

Los valores numéricos son en mm.

<sup>a</sup> Desviación estándar.

<sup>b</sup> t de Student con diferencias significativas a 0.001(\*), y 0.0001(\*\*)

<sup>c</sup> Torácica = axilar + subescapular; Abdominal = mesomorfia + umbilical; Extremidad pélvica = frontal del muslo + medial de la pierna; Troncal = subescapular + mesomorfia; Extremidades torácica y pélvica = tricipital + extremidad pélvica.

<sup>d</sup> Los pliegues cutáneos sumados fueron: tres (3SKFs = tricipital + subescapular + mesomorfia), cuatro (3SKFs + medial de la pierna), seis (4SKFs + umbilical + frontal del muslo) y siete (6SKFs + axilar).

(Cuadro III), de remo ( $25.9 \pm 6.2$  mm,  $t = 1.9341$ ), de maratón ( $23.8 \pm 6.1$  mm,  $t = 3.2922$ ) y de caminata de 25 y 50 km ( $36.4 \pm 10$ ,  $t = 5.2043$ ) comparados con los de De Garay<sup>5</sup>: grupo mestizo de atletas ( $N = 194$ ,  $22.3$  mm), remeros ( $N = 12$ ,  $25.9 \pm 6.2$  mm), maratonistas ( $N = 20$ ,  $16.7 \pm 3.8$ ), y grupo de caminata de 25 y 50 km ( $N = 21$ ,  $18 \pm 1.8$ ). Los promedios de 3SKFs de mexicanos de natación o de ciclismo de ruta fueron similares con los de De Garay<sup>5</sup>. Los promedios de 4SKFs mexicanos fueron similares en nadadores, remeros y ciclistas de ruta comparados con los de i) De Garay<sup>5</sup> (nadadores y remeros) o de ii) Carter<sup>9</sup> (nadadores, remeros y ciclistas de ruta). Además, los valores promedio de 6SKFs mexicanos fueron también similares en nadadores, remeros y ciclistas de ruta comparados con los de i) Carter<sup>9</sup> (nadadores), ii) De Garay<sup>5</sup> (remeros) y de iii) Carter<sup>9</sup> (ciclistas de ruta).

## DISCUSIÓN

### Control versus atletas

**Ergoespirometría máxima.** Los atletas comparados con el grupo control, mostraron cifras mayores de potencia ergométrica máxima, frecuencia cardiaca máxima y captación pulmonar de oxígeno relativa a la masa corporal total, lo que ya ha sido descrito previamente para ambos géneros.<sup>31,32</sup> No se encontraron relaciones significativas entre variables ergocardiopulmonares máximas y variables antropométricas, probablemente porque los atletas fueron estudiados al final de su temporada de competición y, por lo mismo, sólo llevaban un programa mínimo de entrenamiento básico.

Se han hecho esfuerzos considerables sobre antropometría, incluyendo mediciones de pliegues cu-

táneos, en la evaluación de la composición corporal.<sup>1,4,5,9,15,16,18,20,27</sup> En este trabajo, se explican la menor masa corporal total, así como tejido adiposo y pliegues cutáneos menores, en los atletas que en los del grupo control, debido a los efectos de adaptación de los atletas a su actividad deportiva, ya que no se observaron, entre los grupos de este trabajo, diferencias significativas en edad o en estatura. Esto ya había sido comunicado por otros investigadores;<sup>20</sup> sin embargo, ello también explica los somatotipos ectomesomorfo observados en los atletas y mesoectomorfo en los del grupo control. Ello confirma la importancia de la actividad física regular, en la promoción de la salud. Es más, estudios epidemiológicos actuales sobre el papel del ejercicio en medicina y ciencias del deporte<sup>25</sup> han demostrado que el exceso de masa corporal total por sedentarismo, hábitos alimenticios inadecuados y hábitos nocivos en el estilo de vida, predisponen al advenimiento de los cuatro jinetes del apocalipsis del hombre en el mundo contemporáneo, es decir, obesidad, hipertensión, diabetes e infarto al miocardio.<sup>25</sup> Lo que puede prevenirse o atenuarse significativamente con la práctica regular de una actividad física. Ello también abate de mane-

ra importante los costos de hospitalización por persona. El componente mesomorfo menor en los atletas mexicanos, probablemente resultó por la proporción de corredores (30%), caminantes (13%) y ciclistas de ruta (6%), quienes usualmente tienen masa corporal delgada.<sup>1,5,9,16</sup> La masa corporal total y el componente mesomorfo, menores en los atletas de este trabajo, pudieron también causar ausencia de diferencia significativa de anchuras y perímetros (excepto en el perímetro de la pantorrilla) entre los atletas y el grupo de control debido a variaciones biológicas individuales. Por ejemplo, Carter<sup>1</sup> observó que los atletas olímpicos tienen masa corporal similar y que tienden a tener sólo ligeramente más largas las extremidades corporales, caderas estrechas, mayores anchuras (*breadths*) óseas y mayores perímetros en la parte superior del cuerpo, lo mismo que menores pliegues cutáneos, así como mayores músculos, huesos y masa que las proporciones de los estudiantes. Los atletas olímpicos fueron menos endomorfos y más mesomorfos que los grupos de referencia;<sup>2,5</sup> en cambio, en este trabajo el grupo control resultó con mayor componente mesomorfo. Los factores responsables del bajo componente mesomorfo en

**Cuadro IV.** Somatotipos de atletas y del grupo control de este trabajo.

Deporte	n	Componentes de Heath-Carter				
		Endo <sup>a</sup>	Meso <sup>b</sup>	Ecto <sup>c</sup>	SDI <sup>d</sup>	SAM <sup>e</sup>
<b>Atletas (N = 77):</b>						
10000 m	9	2.3 (0.4)	3.8 (1.4)	3.2 (1.0)	4.7	1.5
1500 m	6	2.3 (0.7)	2.8 (0.7)	4.0 (1.0)	3.9	1.2
5000 m	6	2.4 (1.0)	3.1 (1.0)	3.3 (1.4)	3.5	1.5
Maratón	8	2.3 (0.6)	3.1 (1.0)	4.0 (0.8)	3.8	1.2
Ciclismo de ruta	6	3.2 (2.8)	3.7 (0.8)	2.5 (0.5)	5.5	2.1
Remo 2 km	12	2.9 (2.0)	2.7 (0.9)	3.1 (0.9)	4.4	1.8
Soccer	12	2.5 (0.6)	4.5 (1.1)	3.2 (0.8)	3.7	2.2
Natación 100 m	5	2.3 (0.9)	2.3 (0.9)	3.5 (1.1)	3.8	1.3
Caminata: 10 km	5	2.3 (0.4)	2.5 (1.0)	3.6 (0.7)	3.6	1.1
20 km & 50 km	8	3.5 (0.9)	3.7 (1.2)	2.9 (0.6)	4.6	1.3
<b>Control (N = 29):</b>						
No entrenados	23	3.9 (1.2)	4.4 (1.2)	2.3 (1.1)	4.0	1.5
Estudiantes	6	2.5 (0.6)	4.5 (1.1)	3.2 (0.8)	3.9	1.2

Los tamaños de cada grupo y subgrupo son N y n, respectivamente.

Los valores numéricos son la media (desviación estándar).

<sup>a</sup> Endomorfia (ANOVA  $F_{\text{indice}} = 1.4$ ,  $R^2 \times 100 = 15.2$ ,  $p > 0.05$ ).

<sup>b</sup> ANOVA ( $F_{\text{indice}} = 3.5$ ,  $R^2 \times 100 = 30.4$ )-post hoc Newman-Keuls significativo ( $p < 0.001$ ) para las diferencias entre el componente de mesomorfia (MESO) promedio de no entrenados comparados con los de natación

<sup>c</sup> ANOVA ( $F_{\text{indice}} = 4.16$ ,  $R^2 \times 100 = 34.2$ )-post hoc Newman-Keuls significativo ( $p < 0.00011$ ) para las diferencias entre el componente de ectomorfia (ECTO) promedio de no entrenados comparados con maratonistas, corredores de 1500 m, y caminantes de 10 km.

<sup>d</sup> Índice de dispersión del somatotipo (ANOVA  $F_{\text{indice}} = 0.35$ ,  $R^2 \times 100 = 4.2$ ,  $p > 0.05$ ).

<sup>e</sup> Promedio altitudinal del somatotipo (ANOVA  $F_{\text{indice}} = 1.25$ ,  $R^2 \times 100 = 13.4$ ,  $p > 0.05$ ).

**Cuadro V.** Somatotipos de atletas olímpicos y grupos de referencia.

Grupo	N	Componentes de Heath-Carter			Ref <sup>b</sup>
		Endo <sup>a</sup>	Meso <sup>a</sup>	Ecto <sup>b</sup>	
Mexicano urbano	265	3.3 (1.4)	4.6 (0.9)	2.9 (1.3)	1
Estudiante canadiense	135	2.8 (1.2)	4.9 (1.0)	2.8 (2.4)	2
Olímpico 'México 68'	194	2.1 (0.9)	5.3 (1.0)	2.4 (0.9)	1
Olímpico 'Montreal 76'	309	2.1 (0.8)	5.2 (1.2)	2.6 (1.0)	3
Olímpico '68 y 76'	1,411	2.0 (—)	5.0 (—)	2.5 (—)	3
Olímpico venezolano	114	2.2 (—)	5.3 (—)	2.7 (—)	4
Maratón					
'México 68'	20	1.4 (0.5)	4.3 (0.8)	3.5 (0.9)	1
Ciclismo, ruta					
'México 68'	67	1.8 (0.5)	4.9 (0.8)	2.7 (0.7)	1
Remo					
'México 68'	85	2.1 (0.6)	5.3 (0.9)	2.4 (0.8)	1
'Montreal 76'	65	2.3 (—)	5.0 (—)	2.7 (—)	2
Natación					
'México 68'	65	2.1 (0.6)	5.0 (0.8)	2.9 (0.7)	1
'Montreal 76'	33	2.1 (—)	5.1 (—)	2.8 (—)	2
'Venezolano'	17	2.2 (0.4)	4.9 (1.0)	2.3 (1.2)	4
Caminata					
'México 68'(20 km + 50 km)	21	1.6 (0.2)	4.7 (0.7)	3.4 (0.7)	1

Los valores numéricos son el tamaño de la muestra (N) y su media (desviación estándar); (—) = datos no disponibles.

<sup>a</sup> Endo = endomorfia; Meso = mesomorfia; Ecto = ectomorfia.

<sup>b</sup> Referencias (1 = De Garay y Colaboradores., 1974; 2 = Carter y Yuhasz, 1984; 3 = Carter, 1984; 4 = Pérez, 1984).

atletas es difícil de explicar. Sin embargo, un factor pudo haber sido un programa de entrenamiento predominantemente aerobio, sin alguna proporción de trabajo de fortalecimiento en el mismo; otro pudo haber sido, una alimentación no balanceada; y otro más, los efectos de la adaptación biológica y las variaciones individuales.

**Phantom.** Debido a que la técnica Phantom de proporcionalidad<sup>13</sup> permite la comparación de varias variables a un tiempo y en un mismo perfil de valores 'z' (valores numéricos de proporcionalidad); de la figura uno, se infiere que los atletas mexicanos tienen menor masa corporal total, un poco más de masa de tejido adiposo, pero cifras menores en los perímetros de las extremidades torácicas y pélvicas, así como menos adiposidad que el prototipo. En general, los atletas mexicanos tuvieron cifras menores que el grupo mexicano de control o que el prototipo (muestra selecta no atlética de estudiantes) en la mayoría de variables estudiadas con la estrategia Phantom. La observación de una menor grasa regional distribuida en el cuerpo de los atletas mexicanos demostró el beneficio de practicar un deporte o actividades de ejercicio fisicodeportivo con regularidad,

para mantener una composición corporal saludable en términos de una grasa corporal baja. Por el contrario, se sabe que a mayor grasa corporal mayor riesgo para la salud.<sup>10,17,33</sup> Los atletas mexicanos fueron más magros ("delgados") que los no entrenados, porque la suma de sus tres, cuatro, seis y siete pliegues cutáneos fueron menores, y dicha suma de pliegues son una estimación de la adiposidad subcutánea.<sup>4</sup> Estas observaciones coinciden con el hecho de que los estudiantes son relativamente delgados comparados con otros adultos jóvenes, y también son de menor estatura que los atletas olímpicos en la mayoría de sus variables.<sup>1</sup> Aunque existen diferencias en la estatura, la masa corporal, las anchuras y la longitud de los segmentos corporales, así como en los perímetros corporales de los atletas de cada deporte y entre los deportes y eventos, relacionados con el país de origen, el grupo étnico y las técnicas, dichas diferencias parecen estar asociadas con las demandas que una actividad deportiva tiene *per se*.<sup>9</sup> Sin embargo, es difícil dar una explicación a manera de causa-efecto basándose sólo en estos resultados. No obstante, se sabe que al tamaño corporal absoluto es importante en algunos deportes; pero el tamaño

corporal relativo, en especial el de los segmentos corporales, puede ser de gran importancia en otros. Por ejemplo,<sup>9</sup> cuando un atleta debe desempeñarse acrobáticamente, el tener un tamaño corporal pequeño es una ventaja, porque tiene menor masa corporal total que maniobrar y sostener durante y en contra de la acción de la gravedad, respectivamente; en cambio, cuando se requiere aplicar la fuerza sobre un objeto inanimado (disco, martillo, bala, etcétera), la regla parece ser «entre más grande mejor». Además, entre los deportes, eventos y género (femenino, masculino) también han sido observados diferentes perfiles de proporcionalidad corporal.<sup>15</sup>

**Somatotipo.** El hecho de que los no entrenados y los estudiantes del presente trabajo, resultaron tener componentes mesoendomorfo y mesomorfo-balanceado, comparados con los grupos de mexicanos urbanos de De Garay<sup>5</sup> y de estudiantes universitarios canadienses,<sup>2</sup> respectivamente, coincide con los hallazgos de comparaciones similares hechas previamente.<sup>9</sup> Sin embargo, las diferencias observadas en los componentes endomorfia y ectomorfia, entre los grupos de no entrenados de este trabajo y los mexicanos urbanos de De Garay,<sup>5</sup> pueden ser explicadas por variaciones biológicas individuales. El componente global del somatotipo de los atletas de este trabajo indica que se trata de un somatotipo central endomorfo-balanceado, mientras que el de los atletas olímpicos (venezolanos, de 'México 68, o de Montreal 76') es un somatotipo mesomorfo-balanceado.<sup>5,9,18</sup> Aún más, el componente promedio del somatotipo típico mexicano por grupos del deporte, en este trabajo, fue también diferente entre ellos. Por ejemplo, el del grupo de natación resultó ectomorfo-balanceado; los de los grupos de remo, ciclismo de ruta y de caminata (20 y 50 km) fueron somatotipos centrales; mientras que el del grupo de maratón resultó ser ectomesomorfo. Estos diferentes somatotipos promedio de grupos de atletas mexicanos obedece a los efectos cualitativos y cuantitativos del entrenamiento deportivo específico sobre los tejidos corporales; como por ejemplo, la menor adiposidad y masa muscular corporales observadas, además del efecto de la edad en los atletas olímpicos (excepto en los venezolanos pues fueron los mas jóvenes). Así, durante el crecimiento, desde la pubertad hasta la edad de adulto, se han observado relaciones positivas entre las curvas de crecimiento de la masa musculoesquelética y de otros tejidos corporales con la edad cronológica.<sup>34</sup> Por otra parte, es bien conocido que, aún en sujetos voluntarios viejos, es posible aumentar el tamaño de masa y fuerza musculoesquelética con pro-

gramas apropiados de entrenamiento de fortalecimiento.<sup>11</sup> Esto ilustra la plasticidad del sistema musculoesquelético. No obstante, concierne a la genética de variaciones de los atletas olímpicos el averiguar por qué algunos atletas se adaptan más dramáticamente a un programa específico de entrenamiento fisicodeportivo, ya que los mecanismos de interacción genotipo-entrenamiento se desconocen.<sup>9</sup> Se sabe que existen diferencias entre los somatotipos de atletas de algunos deportes o eventos, pero también contrasta con el hecho de que existen atletas en otros deportes cuyos somatotipos son similares entre sí.<sup>2,9</sup> Sin embargo, también han sido observadas algunas diferencias entre los diversos somatotipos de atletas olímpicos de algunos deportes.<sup>2,9</sup>

**Pliegues cutáneos.** El mayor grosor de 3SKFs en el grupo mexicano de este trabajo, comparado con los de los grupos de De Garay,<sup>5</sup> indica que los pliegues subcutáneos tricipital, de la espalda (subescapular) y de la parte baja del tronco (mesomorfia) fueron también mayores en los mexicanos. Estas diferencias son probablemente el resultado de la intensidad de entrenamiento, de la capacidad de adaptación al entrenamiento, o de ambas cosas. No obstante, también fue observado que, en este trabajo, no existieron diferencias entre los 4SKFs o 6SKFs de nadadores, ciclista de ruta y remeros, lo que coincide con los hallazgos previos de cifras similares (no diferentes) de 4SKFs o 6SKFs entre los grupos olímpicos (de natación, ciclistas de ruta y de remo) de Carter.<sup>9</sup> Nuestros resultados indicaron, que la composición corporal de los atletas de este trabajo resultó ser diferente de la de los olímpicos. En general, los atletas olímpicos son más ligeros y tienen menor espesor en sus pliegues cutáneos. Los pliegues cutáneos de atletas de varios deportes son bajos comparados con los de grupos de referencia; y los atletas son menos endomorfos, pero más mesomorfos, que estudiantes universitarios.<sup>1,4</sup> Por lo anterior, los atletas tendrán menos riesgos de salud<sup>10,12,33</sup> asociados con desórdenes del metabolismo de carbohidratos y de lípidos (*v. gr.*, diabetes no dependiente de insulina e infarto al miocardio) porque sus pliegues cutáneos y la localización de esta grasa subcutánea, en especial la de las regiones del abdomen y del tronco, fueron menores que las de los sujetos del grupo control. Los pliegues cutáneos de muchos atletas tienen la tendencia a aproximarse a diferencias numéricas mínimas de espesor (grosor) entre ellos. A pesar de ello, cuando la adiposidad se evalúa en términos de suma de pliegues cutáneos o por patrón (de distribución), en algunos deportes, los atletas tienen más adiposidad

que otros.<sup>2,33</sup> Sin embargo, resulta difícil tratar de explicar, sobre bases biológicas, las diferencias observadas entre los atletas olímpicos y los mexicanos de esta muestra; no obstante, una explicación posible de ello es que nuestra muestra de atletas mexicanos, fue estudiada al final de su periodo competitivo,<sup>35</sup> en el que por lo menos la intensidad y el volumen de entrenamiento fisicodeportivo es mínimo y todavía no se han hecho estudios sobre el desacondicionamiento fisicodeportivo de atletas mexicanos. Todo ello sustenta que el conocimiento objetivo de la interacción de los factores antropométricos y funcionales para el análisis del desempeño físico en los deportes es bastante complejo, difícil y todavía es incompleto. Finalmente, parece que las diferencias físico-corporales, observadas entre los atletas olímpicos y los de la muestra de este trabajo señalan que el deporte es el que dimensiona al atleta y que las diferencias que distinguen a los atletas olímpicos de los que no lo son, son indicadores necesarios para destacar y triunfar en los diversos deportes a nivel nacional e internacional.

## CONCLUSIÓN

La composición corporal de los atletas mexicanos (somatotipo endomorfo-balanceado) resultó ser diferente de la de los olímpicos (somatotipo mesomorfo-balanceado).

**Problemas pendientes.** En virtud de que el componente mesomorfo de Heath-Carter es un común denominador en el somatotipo de los atletas olímpicos, todo programa de adecuación fisicodeportiva (o de rehabilitación) debe continuar incluyendo rutinas de entrenamiento y apego a las leyes de la alimentación para un mejor desarrollo de la masa muscularoesquelética corporal total del atleta, con el propósito de mejorar u optimizar su componente mesomorfo y, con ello, incrementar la probabilidad del mejor desempeño atlético o un mayor porcentaje de recuperación de una función muscularoesquelética no sólo en Medicina Física y de Rehabilitación, sino también en la promoción de la salud (Medicina Preventiva) de población de la tercera edad, entre quienes la osteoporosis y el riesgo de caídas son frecuentes; pero además, dicha población requiere de mantener un estilo de vida relativamente independiente.

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud a todos los atletas por haber aceptado participar en este trabajo, al personal y a las distinguidas autoridades del Comité Olímpico Mexicano-Centro Deportivo

Olímpico Mexicano, por su colaboración y por las facilidades que brindaron durante el trabajo de campo; también a los doctores especialistas en Medicina del Deporte Juan José Pérez Vieyna, Juan Manuel Huesca Ramírez, Leonel García Gómez y Filomeno Fabián Santana por su colaboración; así como a Ma. de los Ángeles Padilla P., exprofesora del Instituto Politécnico Nacional, por su apoyo administrativo. En especial, gracias a los profesores Earl G. Noble, Ph.D., John M. Kowalchuk, Ph.D., de la University of Western Ontario, London, Ontario, Canada, por sus comentarios y por las facilidades que brindaron para hacer el tratamiento estadístico de datos.

Esta investigación fue posible gracias al apoyo de las distinguidas autoridades de las Direcciones de Estudios de Posgrado e Investigación (PIFIs) y de Vinculación Académica y Tecnológica (DG\_2284\_90), de la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional (CGEPI: 990298, 990-286 & 20021241) y del H. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT:2236), México, D.F.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Carter JEL. *Physical structure of olympic athletes, Part I: The Montreal Olympic games anthropological project*. Basilea, Switzerland: Karger, Medicine Sport Sci, 1982.
2. Carter JEL, Yuhasz MS. Skinfolds and body composition of olympic athletes. In: Carter JEL (ed). *Physical structure of olympic athletes. Part II, Kinanthropometry of olympic athletes*. Basilea, Switzerland: Karger, Medicine Sport Sci, 1984.
3. Ross WD, Drinkwater DT, Whittingham NO, Faulkner RA. Anthropometric prototypes; age 6 to 18 years. In: Berg K, Eriksson BO (eds). *Children and exercise IX*. Baltimore, USA: University Park Press, 1980.
4. Yuhasz MS. The body composition and body fat patterning of male and female athletes. In: Eiben O (ed). *Growth and development physique, Akademiai Kiado*. Budapest: Hungarian Academy of Science, 1977.
5. De Garay AL, Levine L, Carter JEL. *Genetic and anthropometric studies of the olympic athletes*. New York, USA: Academic Press, 1974.
6. Borms J, Hebbelinck M. Review of studies on Olympic athletes. In: Carter JEL (ed). *Physical structure of olympic athletes. Part II, Kinanthropometry of olympic athletes*. Basilea, Switzerland: Karger, Medicine Sport Sci, 1984.
7. Yuhasz MS. *Anthropometry. Techniques and practices*. London, Ontario, Canada: University of Western Ontario, Press London, 1992.
8. Carter JEL. *The Heath-Carter somatotype method*, San Diego, CA, USA: San Diego State University Syllabus Service, 1980.
9. Carter JEL. *Physical structure of olympic athletes. Part II, Kinanthropometry of olympic athletes*. Basilea, Switzerland: Karger, Medicine Sport Sci, 1984.
10. Depress J-P, Bouchard C, Tremblay A, Savrd R, Marcotte M. Effects of aerobic training on fat distribution in male subjects. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17: 113-118.
11. Taylor AW, Noble EG, Cunningham DA, Paterson DH, Rechnitzer. Ageing, skeletal muscle contractile properties and enzyme activities with exercise. In: Sato Y, Poortmans J, Hoshimoto I, Oshido Y (eds). *Integration of medical and sports sciences*. Vol 37. Basilea, Switzerland: Karger, 1992.
12. Comité Organizador de los Juegos Olímpicos de la XIX Olimpiada. *Resultados Finales de los Juegos de la XIX Olimpiada México 1968 Comité Olímpico Mexicano*. México, DF: México 1968 Comité Olímpico Mexicano, 1968.

13. Ross WD, Wilson NC. A stratagem for proportional growth assessment. In: Proceedings of V Int Symp Ped Work Physiol. *Acta Paediatric Belgica* 1974; 28: 169-181.
14. Heyward V. ASEP methods recommendation: Body composition assessment. *JEPonline* 2001; 4: 1-12.
15. Ross WD, De Rose EH, Ward R. Anthropometry applied to sports medicine. In: Dirix A, Knuttgen HG, Tittel K (eds). *The olympic book of sports medicine*. Melbourne, Australia: Blackwell Scientific Publications, 1988.
16. Thorland WG, Johnson GO, Fagot TG, Tharp GD, Hammer RW. Body composition and somatotype characteristics of Junior Olympic athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1981; 13: 332-338.
17. Fleck S. Body composition of American athletes. *Amer J Sports Med* 1983; 11: 398-403.
18. Pérez de BM. *Los atletas venezolanos su tipo físico*. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, 1981.
19. Åstrand PO. Nutrition and physical performance. *World Rev Nutr Diet* 1973; 16: 59-79.
20. Bale P. *Bibliography of research papers on physique, somatotyping and body composition related to sport performance*. 3rd ed. E. Sussex, England, Human Performance Research Unit, Chelsea School Research Centre: University of Brighton, 1993.
21. García RCh. *Atletismo 1985*. México, DF: Federación Mexicana de Atletismo, 1985.
22. Baker LL. The olympic record. *The Official Results of the Organization Committee of the XXIII<sup>rd</sup> Olympiad*, Los Angeles, CA, USA: Los Angeles Organizing Committee, 1984.
23. Padilla JP. *Esfuerzo fisicodeportivo*. México: Escuela Superior de Medicina, Dirección de Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional, 2002.
24. Federación Mexicana de Atletismo. *Anuario 1989*. México: Comisión Nacional del Deporte de la Secretaría de Educación Pública y Confederación Deportiva Mexicana, 1989.
25. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Roundtable: Physical activity in the prevention and treatment of obesity and its comorbidities. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31 (11): S497-S667.
26. Martin R, Saller K. *Lehrbuch der anthropologie I*. Stuttgart, Germany: Fisher, 1975.
27. Tanner JM. *The physique of the olympic athlete*. London, England: Allen & Unwin, 1964.
28. Ross W, Wilson B. A somatotype dispersion index. *Res Quart* 1973; 44: 372-374.
29. Duquet W, Hebbelinck M. Applications of the somatotype attitudinal distance to the study of a group and individual somatotype status and relations. In: Eiben O (ed). *Growth and development physique*. Akadémiai Kiado, Budapest: Hungarian Academy of Science, 1977.
30. Zar JH. *Biostatistical analysis*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prince\_Hall, 1984.
31. Padilla JP, Egualis G MaCG, Licea JM, Taylor AW. Capacidad aerobia máxima y actividad deportiva en mexicanos de 13 a 56 años. *Arch Inst Cardiol Mex* 1998; 68: 224-231.
32. Padilla JP. Estudio comparativo de la fisiología del ejercicio en grupos de deportistas mexicanas de diferentes especiedades. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex* 2001; 14: 145-150.
33. Arner P. Differences in lipolysis between subcutaneous and omental adipose tissues. *Ann Med* 1995; 27: 435-438.
34. Scammon RE. The Measurement of the Body in Childhood. In: Harris JA, Jackson CM, Petterson DG, Scammon RE (eds). *The measurement of man*. Minneapolis, Minnesota, USA: University of Minnesota Press, 1930.
35. Morales SMA. *Algunas características antropométricas de una población de atletas Mexicanos de alto rendimiento*. México: SEPI, Fisiología del Ejercicio, Escuela Superior de Medicina, Dirección de Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional, 2001.

*Dirección para correspondencia:*

**Dr. Javier Padilla Pérez**  
Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de Medicina  
Fisiología del Ejercicio  
Prolongación Salvador Díaz Mirón  
esq. Plan de San Luis  
Edificio de Gobierno, 3er piso  
México, D.F., C.P. 011340,  
Tel: (52) 5729-6300 y 5729-6000 ext: 62733  
Fax: ext: 62801  
E-mail: jppgenius@hotmail.com

