



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



TREBALL ORIGINAL

Característiques antropològiques de la població esportiva cubana. Dades de referència dels equips nacionals d'alt rendiment, 1992-2014

William Carvajal Veitía^{a,*}, Sofía León Pérez^b, María Elena González Revuelta^c, Yanel Deturnel Campo^d, Ibis Echavarría García^d

^a *Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte, l'Havana, Cuba*

^b *Centro Provincial de Medicina del Deporte, l'Havana, Cuba*

^c *Departamento de Investigación, Instituto de Medicina del Deporte, l'Havana, Cuba*

^d *Departamento de Cineantropometría, Instituto de Medicina del Deporte, l'Havana, Cuba*

Rebut el 9 de gener de 2018; acceptat el 3 de juliol de 2018

PARAULES CLAU

Composició corporal;
Cineantropometria;
Somatotip

Resum

L'estructura física de la població esportiva cubana ha canviat segons la tendència secular, l'adaptació morfològica a l'esport, els campionats internacionals més qualificats i els canvis dins l'esport. Aquest article es proposa aportar noves dades antropomètriques de referència de diverses disciplines esportives, de manera que puguin ser utilitzades per al control mèdic de l'entrenament esportiu. La font d'informació primària fou la base de dades del projecte antropològic «Evolución Morfológica en población deportiva cubana, 1970-2014», disponible en el departament de Cineantropometria de l'Institut de Medicina del Deporte. De cada esport d'equip foren seleccionats quaranta subjectes, i de cada esport individual en foren seleccionats deu. Amb totes aquestes dades s'obtingué un conjunt de taules de referència basades en l'equació de Withers et al. per calcular el percentatge de greix corporal, el somatotip de Heath-Carter, el sumatori de sis plecs cutanis i l'índex de massa corporal activa. Aquest coneixement ajuda la pràctica del control mèdic de l'entrenament esportiu, també ofereix ajuda pràctica als entrenadors en la selecció adequada de la modalitat esportiva i en correspondència amb les característiques antropomètriques ideals d'una població esportiva d'elit. Per altra banda, nosaltres vam introduir estimacions de greix corporal mitjançant les equacions de Withers i col·laboradors, que es van obtenir d'una base de dades d'esportistes d'alt rendiment.

© 2018 FC Barcelona. Publicat per Elsevier España, S.L.U. Tots els drets reservats.

* Autor per a la correspondència.

Correu electrònic: wiliam.carvajal@hotmail.com, wiliamcarvajal790@gmail.com (W. Carvajal).

KEYWORDS

Body composition;
Kinanthropometry;
Somatotype

Anthropometrical characteristics of Cuban sporting population: Reference data from a high performance national teams, 1992-2014

Abstract

Physical structures in Cuban sporting population have changed according to secular trend, sport morphological adaptation, more qualified international championship and changes within the game. The purpose of this study was to provide new anthropometrical references data for many sporting disciplines in a form that may be readily utilized to practice the medical management of athletic training. Primary information source was the Anthropological Project database "Morphological Evolution of Cuban Sporting Population, 1970-2014", available through the Sports Medicine Institute's Kinanthropometry Department. Forty subjects were selected for each team sport, while ten subjects were selected for each individual sport or positions and roles within sports. Using all the data, a set of references tables have been obtained based on Withers et al. equation to estimate percentage body fat, Heath-Carter somatotyping, the sum of six skinfolds, and Fat Free Mass Index. This knowledge offers support to practice the medical management of athletic training, can also offer practical assistance to coaches in the suitable selection for the correct sporting modalities and physical development of elite athletes, by means of diet and training, in accordance with the model anthropometric characteristics of an elite sporting population. On the other hand, we estimated Withers et al. six-site skinfold equations, which were derived from high-performance athletes data set.

© 2018 FC Barcelona. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducció

Conèixer l'estructura física d'un atleta exitós és un punt de partida necessari per a la selecció de talents, la base del fenomen conegut com a optimització morfològica, que pretén aconseguir una estructura física, una composició corporal i un somatotip òptims per a un rendiment esportiu més eficient en tots els esports. L'optimització morfològica és un procés gradual, l'evolució del qual ha estat descrita en diferents poblacions esportives¹.

Els processos d'«optimització morfològica de l'esport» s'esdevenen durant i al llarg de generacions. En aquestes circumstàncies la forma i la composició finals del cos en un esport determinat produeix un nou model conceptual morfològic per tal de practicar el control mèdic de l'entrenament esportiu².

Els models conceptuals morfològics sempre tenen canvis, tant en l'esport professional com en l'amateur. Per exemple, Olds³ reportà que la forma i la composició dels jugadors de rugbi havien canviat des de 1975; en conseqüència, el somatotip mitjà dels jugadors de rugbi canvià de 3,8-4,8-2,0 el 1975 a 3,2-7,2-1,2 el 1995-1999. Ackland et al.⁴ establiren que la morfologia dels remers de canoes evolucionà entre 1975 i 2000 vers un tipus més compacte. Cùk et al.⁵ mostraren que hi havia una diferència significativa en l'amplada de les espatlles i la pelvis dels gimnastes el 1933 i en els del 2000, els atletes contemporanis eren més amples d'espatlles i més estrets de pelvis. Lozovina et al.⁶ també trobaren que l'estructura corporal dels jugadors de waterpolo croates havia canviat, com a resultat de l'optimització morfològica, entre 1980 i 2008, en major altura i extremitats més llargues, cintura més prima i espatlles més amples. D'altra banda, Sands et al.⁷ mostraren que les dones gimnastes olímpiques vers els anys vuitanta i començaments dels noranta es tornaven més petites. Des d'alesho-

res, la talla d'aquestes gimnastes femenines ha augmentat, i un somatotip més mesomorf pot ser més avantatjós. Sedeaud et al.⁸ van veure un augment secular de pes, altura i índex de massa corporal en els jugadors dels quatre principals esports dels Estats Units (futbol americà, bàsquet, beisbol i hoquei) d'acord amb un patró de funcionament multiexponencial.

La darrera contribució al perfil morfològic de la població esportiva cubana tingué lloc durant el cicle olímpic 1976-1980⁹. Trenta anys després, Carvajal et al.¹⁰ manifestaren que la composició corporal i l'estructura física de la població esportiva cubana havia canviat d'acord amb la tendència secular, la selecció diferencial de la grandària del cos, l'adaptació morfològica esportiva, els campionats internacionals més qualificats i els canvis en el joc. Aquests autors¹⁰ trobaren canvis significatius en el pes, l'altura i el somatotip en un grup d'esportistes cubans que incloïa jugadors de voleibol, gimnastes de gimnàstica rítmica i artística entre 1976 i 2008.

Tenint en compte que Cuba ha figurat com a potència esportiva en el context internacional des de la dècada de 1970, el propòsit d'aquest estudi fou proporcionar noves dades de referències antropomètriques de diferents disciplines esportives de manera que poguessin ser utilitzades fàcilment per dur a terme el control mèdic de l'entrenament esportiu.

Mètodes**Tipus d'estudi i univers**

Es realitzà un estudi descriptiu i retrospectiu per crear el perfil cineantropomètric de la població esportiva cubana.

Els 1.255 esportistes (845 homes i 410 dones) que donaren el consentiment per participar en aquesta recerca eren tots membres d'equips esportius nacionals de Cuba durant els anys 1992-2014. No fou un estudi multicentre.

De cada esport d'equip foren seleccionats 40 subjectes, mentre que en foren seleccionats 10 de cada esport individual o posicions i rols dins els esports (de 24 esports i 57 modalitats esportives). El nombre màxim d'esportistes seleccionats de tots els esports d'equip fou 20 de cada període entre 1992-2002 i 2004-2014 (més del 85% dels esportistes de l'equip nacional de cada període). En total, en els esports individuals foren seleccionats cinc esportistes de cada període. La mostra consistí en un 50% de campions centreamericans, un 40% de campions panamericans, un 14,7% de medallistes olímpics (incloent-hi un 6% de campions olímpics), un 15% de campions mundials i un 75% de medallistes internacionals d'altres competicions. La mitjana d'edat dels participants fou de $21,6 \pm 4,8$ anys. La mitjana d'experiència esportiva fou de $8,6 \pm 4,1$ anys. El rang d'edat fou de 16 a 35 anys en homes i de 15 a 23 anys en dones. La distribució ètnica de la mostra fou 53,0% africana ($n = 665$), 31,0% mixta caucàsica amb africana ($n = 389$) i 16,0% caucàsica ($n = 201$).

Críteris d'inclusió

En tots els esports se seleccionaren esportistes que participaven com a membres de l'equip nacional com a mínim en una competició internacional oficial durant el cicle olímpic en què foren esportistes actius.

Recollida de dades

La font d'informació primària fou la base de dades del projecte antropològic «Evolució Morfològica de la Població Deportiva Cubana, 1970-2014», disponible a través del departament de Cineantropometria de l'Institut de Medicina del Deporte.

Totes les mesures antropomètriques es calcularen d'acord amb les recomanacions de la Societat Internacional per a l'Avenç de la Cineantropometria (*International Society for the Advancement of Kinanthropometry [ISAK]*)¹¹: pes, altura, amplada biepicondilar de l'húmer i del fèmur, perímetre del braç i panxell flexionats, plec cutani del bíceps, plec cutani del tríceps, plec cutani del subescapular, plec cutani abdominal, cuixa frontal, panxell medial i plec cutani supraespinós.

Amb la informació derivada d'aquestes mesures s'obtingué el somatotip antropomòrfic de Heath-Carter, mentre que el somatopunt es col·locà a la somatocarta d'acord amb els procediments de Heath-Carter¹², la suma de sis plecs cutanis (Σ plc: tríceps, subescapular, supraespinós, abdominal, cuixa anterior i panxell medial), la densitat cor-

poral (DC) es determinà d'acord amb Withers et al., les equacions dels sis plecs cutanis es van derivar del conjunt de dades de 1987^{13,14}, però no es publicaren en l'estudi original (Lindsay Carter, comunicació personal, 27 de juny de 2013) en què la DC fou convertida en una estimació del percentatge de greix corporal (GC) utilitzant l'equació de Siri¹⁵: $\% GC = 495 / DC - 450$. La massa lliure de greix (MLG) es determinà amb la fórmula de Tittel i Wutscherk com a massa lliure de greix : índex d'altura (g/cm^3)¹⁶.

Anàlisi de les dades

Les dades de la base del projecte antropològic es compilaren en un full de càlcul Excel i es van fer els càlculs per determinar el GC, el somatotip, la suma de sis plecs cutanis i l'índex de massa magra. La mitjana i la desviació estàndard (DE) es calcularen i expressaren com a $X \pm DE$.

Resultats

Les dades descriptives sobre les característiques físiques de 1.255 esportistes cubans es presenten a la taula 1 com a valors mitjans de cada modalitat esportiva, així com les desviacions estàndard associades ($X \pm DE$).

En general, els atletes masculins que practiquen esports en què s'ha d'establir una categoria de pes per competir, com la boxa, la lluita, el judo i l'halterofília, esdeveniments com la gimnàstica artística i el busseig, i l'atletisme de pista i els salts (salt de longitud, salt d'alçada, 110 m tanques i 100, 200, 400, 800, > 800 m) mostraren un percentatge de greix menor (< 8%) i endomorf (< 2,5) que la població mitjana.

Les dones esportistes que practiquen esports en què s'estableix una categoria de pes per competir-hi, el judo, les proves atlètiques, com els 100 m obstacles i curses de 100, 200, 400, 800 i > 800 m, els esports estètics com la gimnàstica artística i la gimnàstica rítmica, i els esports com el voleibol, l'esgrima i el ciclisme (carretera i pista), mostraren un menor percentatge de greix (< 14,3%) i d'endomorf (< 2,9) que la mitjana de la població.

D'altra banda, els homes esportistes que practiquen esports en què la grandària del cos és un clar avantatge, com el beisbol, llançaments d'atletisme (llançament de pes, javelina i disc), judo > 100, halterofília > 105 i esports en què s'estableix una categoria de pes per competir-hi, com la lluita lliure, el judo i l'halterofília, tendiren a tenir un índex d'MLG (> 1,30 g/cm^3) i mesomorf (> 6,2) majors que la mitjana de la població.

Les dones esportistes que practiquen esports en què la grandària del cos és un clar avantatge, com els llançaments d'atletisme (llançament de pes i de disc) i judo > 78, esports en què s'estableix una categoria de pes per competir,

Sexe femení

DC = $1,07878 - 0,00035(\Sigma\text{plc}) + 0,00032(\text{Edat})$
 Coeficient de determinació = 0,841, error estàndard = 0,00624 g/cc , i 2,8% GC
 Rang d'edat: 11-41 anys

Sexe masculí

DC = $1,10326 - 0,00031(\text{Edat}) - 0,000036(\Sigma\text{plc})$
 Coeficient de determinació = 0,738, error estàndard = 0,00579, i 2,5% GC
 Rang d'edat: 15-39 anys

Taula 1 Estadística de la grandària corporal, somatotip i composició corporal per modalitats esportives i sexe

Esport	Mod	Sexe	Edat	Pes	Altura	End	Mes	Ect	Σ6plc	% GC	IMLG
Atletisme	400/800 m	M	22,6 ± 4,5	74,0 ± 6,0	185,0 ± 6,8	1,8 ± 0,7	4,2 ± 0,5	3,6 ± 0,5	34,0 ± 4,3	7,0 ± 0,6	1,09 ± 0,05
		F	22,4 ± 6,1	55,0 ± 4,1	167,9 ± 3,2	1,0 ± 0,5	3,2 ± 0,7	3,7 ± 0,4	43,2 ± 10,9	12,1 ± 1,8	1,02 ± 0,04
	> 800 m	M	24,6 ± 3,2	58,5 ± 2,4	170,0 ± 3,6	1,9 ± 0,8	4,0 ± 0,8	3,7 ± 0,6	36,5 ± 4,4	7,3 ± 0,6	1,08 ± 0,06
		F	24,2 ± 6,1	56,4 ± 6,4	164,4 ± 2,7	1,9 ± 0,3	3,4 ± 1,1	3,4 ± 0,9	42,8 ± 6,6	9,5 ± 2,5	1,14 ± 0,08
	110 m tanques	M	24,3 ± 5,1	76,0 ± 3,4	186,0 ± 4,0	1,8 ± 0,4	5,9 ± 0,8	2,7 ± 0,8	38,0 ± 6,9	7,4 ± 1,3	1,09 ± 0,09
		F	22,3 ± 4,1	61,8 ± 5,2	167,9 ± 3,1	2,2 ± 0,8	3,5 ± 0,9	2,8 ± 1,0	48,6 ± 16,1	11,3 ± 3,4	1,15 ± 1,10
	100-200 m	M	22,8 ± 3,0	76,0 ± 9,0	179,0 ± 6,4	1,4 ± 0,3	5,3 ± 1,3	2,7 ± 1,1	34,9 ± 3,7	6,8 ± 0,6	1,23 ± 0,12
		F	22,0 ± 3,7	58,5 ± 2,0	168,8 ± 3,3	2,9 ± 1,7	4,2 ± 0,9	2,7 ± 0,7	45,2 ± 25,4	11,3 ± 3,3	1,07 ± 0,08
	Llançaments	M	22,5 ± 3,4	101,0 ± 4,0	190,0 ± 2,0	2,4 ± 0,8	6,6 ± 1,4	1,4 ± 0,6	70,5 ± 9,4	12,6 ± 1,5	1,40 ± 0,6
		F	23,5 ± 4,0	87,6 ± 7,2	178,7 ± 4,6	4,5 ± 0,6	6,2 ± 0,9	0,9 ± 0,5	120,0 ± 28,1	23,3 ± 4,1	1,24 ± 0,08
	Disc	M	23,9 ± 4,5	100,0 ± 5,2	188,0 ± 2,2	2,4 ± 0,8	6,6 ± 1,4	1,5 ± 0,8	52,0 ± 32,4	9,7 ± 5,1	1,50 ± 0,8
		F	23,0 ± 2,3	84,5 ± 4,2	180,0 ± 1,7	5,5 ± 0,6	4,7 ± 0,5	1,3 ± 0,5	105,2 ± 25,9	20,1 ± 4,4	1,19 ± 0,05
Javelina	M	24,2 ± 3,1	100,0 ± 2,0	185,0 ± 2,7	2,1 ± 0,5	6,5 ± 0,9	1,8 ± 0,7	47,1 ± 11,0	8,9 ± 1,9	1,43 ± 0,1	
	F	24,2 ± 1,9	77,0 ± 4,0	178,0 ± 3,0	3,5 ± 2,1	5,6 ± 1,8	1,7 ± 0,7	77,0 ± 18,9	17,1 ± 3,0	1,13 ± 0,07	
Salt d'altura	M	22,2 ± 5,0	76,0 ± 3,2	198,0 ± 1,2	1,5 ± 0,3	4,1 ± 0,8	4,2 ± 0,9	34,6 ± 5,2	7,0 ± 1,0	0,91 ± 0,08	
	M	21,6 ± 2,9	75,0 ± 4,2	177,0 ± 4,3	1,5 ± 0,3	5,2 ± 1,1	2,7 ± 0,8	33,3 ± 5,3	6,4 ± 0,8	1,12 ± 0,1	
Triple salt	M	23,5 ± 2,6	75,0 ± 3,7	186,0 ± 7,0	2,2 ± 0,3	5,2 ± 0,7	2,9 ± 0,6	45,4 ± 4,8	8,5 ± 0,8	1,06 ± 0,06	
	M	24,3 ± 2,5	86 ± 9,3	194,3 ± 7,4	1,9 ± 0,6	4,1 ± 1,2	3,7 ± 1,1	42,4 ± 12,2	8,2 ± 2,0	1,07 ± 0,11	
Basquetbol		F	23,1 ± 4,3	76,6 ± 9,0	181,5 ± 8,0	2,5 ± 0,7	2,9 ± 1,1	3,1 ± 1,0	64,0 ± 19,5	14,4 ± 3,9	1,09 ± 0,09
Handbol	M	22,5 ± 6,1	87,8 ± 7,3	190,4 ± 6,9	2,1 ± 0,5	5,6 ± 1,0	2,4 ± 0,9	46,2 ± 20,4	8,3 ± 3,4	1,16 ± 0,09	
	F	22,9 ± 3,5	69,5 ± 10,0	173,0 ± 5,1	2,8 ± 0,6	4,4 ± 1,0	2,4 ± 0,9	74,1 ± 18,8	15,5 ± 4,1	1,13 ± 0,09	
Futbol	M	21,8 ± 4,3	73,9 ± 5,2	176,5 ± 6,6	1,8 ± 0,5	5,1 ± 1,0	2,6 ± 0,8	42,2 ± 10,3	7,7 ± 1,7	1,24 ± 0,09	
	M	21,2 ± 3,9	72,8 ± 8,2	175,8 ± 7,2	1,9 ± 0,5	5,1 ± 1,0	2,6 ± 0,9	44,3 ± 12,2	8,0 ± 2,1	1,23 ± 0,09	
Tennis taula	F	22,2 ± 3,6	59,4 ± 7,0	163,4 ± 5,9	3,1 ± 0,5	3,7 ± 0,8	2,2 ± 0,8	75,6 ± 15,3	15,6 ± 3,5	1,14 ± 0,08	
	M	19,7 ± 3,8	67,2 ± 10,7	174,6 ± 7,7	1,9 ± 0,5	4,4 ± 1,3	3,1 ± 1,2	43,5 ± 10,0	7,9 ± 1,7	1,16 ± 0,13	
Voleibol	M	21,8 ± 4,9	85,7 ± 8,5	196,0 ± 5,3	1,6 ± 0,9	3,8 ± 1,1	3,9 ± 1,1	40,2 ± 14,2	7,6 ± 2,3	1,05 ± 0,11	
	F	19,2 ± 5,2	73,8 ± 8,8	182,4 ± 4,1	2,4 ± 1,0	3,3 ± 1,2	3,7 ± 1,0	62,0 ± 16,0	11,1 ± 3,5	1,08 ± 0,1	
Waterpolo	M	22,3 ± 4,7	86,8 ± 8,2	186,5 ± 3,5	2,7 ± 1,0	5,8 ± 0,9	2,4 ± 1,1	57,2 ± 20,5	9,6 ± 3,5	1,21 ± 0,09	
	M	24,1 ± 4,9	92,9 ± 11,9	179,7 ± 6,0	2,7 ± 1,1	6,0 ± 1,1	1,2 ± 0,8	66 ± 22,8	12,1 ± 3,6	1,40 ± 0,11	
Beisbol	M	20,7 ± 2,3	75,3 ± 6,5	176,0 ± 9,0	2,2 ± 1,0	4,7 ± 1,3	2,2 ± 0,9	46,4 ± 25,8	8,4 ± 4,0	1,26 ± 0,07	
	F	24,5 ± 9,9	61,0 ± 5,0	169,5 ± 3,8	3,8 ± 0,5	4,9 ± 0,3	2,5 ± 1,5	76,7 ± 10,3	14,8 ± 1,1	1,06 ± 0,15	

Taula 1 (continuació)

Esport	Mod	Sexe	Estat	Pes	Altura	End	Mes	Ect	Σdplc	% GC	IMLG
Canoa/Caiac		M	25,1 ± 4,6	80,5 ± 5,4	178,4 ± 5,4	1,8 ± 0,4	6,4 ± 0,7	1,9 ± 0,8	44,6 ± 12,4	8,1 ± 2,0	1,30 ± 0,09
		F	21,3 ± 4,5	63,6 ± 6,0	167,3 ± 4,1	2,9 ± 0,5	5,2 ± 0,6	1,9 ± 0,7	74,6 ± 15,5	14,4 ± 3,7	1,16 ± 0,10
Vela		M	24,0 ± 5,1	70,8 ± 8,1	175,0 ± 6,2	1,9 ± 0,5	4,9 ± 0,6	2,3 ± 1,0	50,1 ± 15,3	9,5 ± 2,5	1,19 ± 0,10
		M	20,1 ± 2,4	75,0 ± 3,3	181,6 ± 3,6	2,3 ± 0,2	5,5 ± 0,2	2,8 ± 0,5	50,2 ± 10,6	8,3 ± 1,6	1,15 ± 0,05
Natació		F	16,7 ± 3,8	59,4 ± 2,9	169,8 ± 3,7	2,4 ± 0,3	4,4 ± 0,2	3,3 ± 0,4	72,4 ± 11,8	18,1 ± 3,2	1,00 ± 0,05
		M	23,5 ± 5,4	68,5 ± 5,8	173,8 ± 5,6	1,9 ± 0,3	5,3 ± 0,9	2,7 ± 0,7	39,4 ± 7,7	7,7 ± 1,2	1,20 ± 0,08
Ciclisme	Carretera	F	23,0 ± 4,4	61,5 ± 7,8	165,3 ± 5,0	2,9 ± 0,7	4,6 ± 0,9	2,3 ± 0,7	70,4 ± 16,3	12,5 ± 2,7	1,19 ± 0,06
		M	22,6 ± 5,4	71,8 ± 7,1	176,4 ± 5,4	2,1 ± 0,5	5,7 ± 0,8	2,2 ± 0,7	46,3 ± 14,1	8,5 ± 2,3	1,19 ± 0,09
Rem	Pista	F	19,7 ± 2,7	64,3 ± 2,5	167,0 ± 3,0	2,9 ± 1,1	3,8 ± 0,7	1,9 ± 0,7	73,7 ± 18,0	12,2 ± 4,9	1,22 ± 0,13
		M	26,7 ± 2,8	82,0 ± 17,7	179,7 ± 3,4	1,6 ± 0,3	4,9 ± 1,0	1,7 ± 0,8	41,2 ± 12,5	7,5 ± 2,0	1,16 ± 0,23
Gimnasia artística	Pes lleuger	M	23,2 ± 2,3	91,0 ± 10,8	188,5 ± 7,0	2,0 ± 0,8	5,1 ± 0,7	2,4 ± 0,7	45,4 ± 17,9	8,2 ± 3,7	1,14 ± 0,08
		F	24,5 ± 3,7	60,6 ± 2,5	170,4 ± 3,5	2,3 ± 0,6	3,3 ± 0,8	3,3 ± 0,6	64,5 ± 16,9	16,0 ± 4,1	1,02 ± 0,07
Buceo	Pes pesat	M	21,0 ± 2,9	62,3 ± 4,4	166 ± 3,3	1,4 ± 0,2	6,4 ± 0,8	2,0 ± 0,6	32,0 ± 4,4	5,9 ± 0,0	1,28 ± 0,07
		F	15,7 ± 3,2	42,7 ± 6,0	151,2 ± 6,0	1,5 ± 0,5	3,8 ± 0,8	3,3 ± 0,1	37,3 ± 71,2	7,6 ± 3,6	1,14 ± 0,09
Gimnàstica rítmica	Pes lleuger	M	21,6 ± 3,6	66,0 ± 4,6	169,7 ± 3,2	2,0 ± 0,2	6,1 ± 0,6	1,8 ± 0,4	41,6 ± 13,8	7,7 ± 2,2	1,26 ± 0,05
		F	21,1 ± 5,2	49,7 ± 3,2	157,0 ± 5,7	3,2 ± 1,0	4,9 ± 1,1	1,9 ± 0,6	77,7 ± 24,1	15,4 ± 5,0	1,08 ± 0,09
Natació sincronitzada		F	17,2 ± 3,4	46,2 ± 4,2	162 ± 5,0	1,7 ± 0,5	2,4 ± 0,5	4,1 ± 0,8	45,4 ± 10,7	12,0 ± 3,7	0,95 ± 0,06
		F	17,0 ± 3,0	56,3 ± 5,0	163,9 ± 4,3	3,4 ± 0,9	3,6 ± 0,7	3,0 ± 0,9	73,0 ± 16,2	15,7 ± 3,6	1,07 ± 0,07
Esgrima		M	21,7 ± 4,5	74,1 ± 6,5	179 ± 5,6	2,3 ± 0,8	4,6 ± 0,9	2,5 ± 0,8	44,7 ± 13,9	8,2 ± 2,2	1,18 ± 0,08
		F	21,4 ± 4,1	59,8 ± 3,4	167,3 ± 4,0	2,1 ± 0,5	3,6 ± 0,6	3,0 ± 0,5	64,5 ± 11,9	11,2 ± 1,9	1,11 ± 0,05

Esport	Mod	Sexe	Estat	Pes	Altura	End	Mes	Ect	Σdplc	% GC	IMLG
Boxa	M	M	22,0 ± 3,5	51,1 ± 1,5	163,5 ± 4,4	2,0 ± 0,5	4,2 ± 0,4	3,7 ± 0,7	33,4 ± 4,7	6,8 ± 0,9	1,09 ± 0,09
		M	20,9 ± 3,6	54,6 ± 2,0	165,0 ± 3,3	2,1 ± 0,6	5,0 ± 0,8	2,7 ± 0,8	37,0 ± 9,0	7,5 ± 1,8	1,12 ± 0,06
Lluita	M	M	21,3 ± 4,0	58,5 ± 2,5	168,0 ± 3,8	1,6 ± 0,3	4,3 ± 0,5	3,1 ± 0,8	37,3 ± 5,4	7,4 ± 1,0	1,15 ± 0,8
		M	23,8 ± 2,9	60,5 ± 1,6	169,5 ± 3,6	1,6 ± 0,3	4,4 ± 0,6	3,0 ± 0,4	37,6 ± 5,6	7,5 ± 1,1	1,15 ± 0,08
Lluita	M	M	22,1 ± 2,2	63,7 ± 2,8	173,9 ± 3,7	1,8 ± 0,5	4,9 ± 1,2	3,1 ± 1,0	36,4 ± 6,6	7,1 ± 1,2	1,13 ± 0,07
		M	23,4 ± 2,9	66,8 ± 2,0	175,2 ± 3,4	1,6 ± 0,2	4,1 ± 1,4	3,0 ± 0,6	36,4 ± 3,6	7,2 ± 0,7	1,15 ± 0,07
Lluita	M	M	22,4 ± 3,9	70,5 ± 2,6	178,3 ± 3,3	1,8 ± 0,4	4,6 ± 1,1	3,0 ± 0,7	41,3 ± 6,6	8,2 ± 1,2	1,14 ± 0,07
		M	23,1 ± 1,3	76,2 ± 3,5	181,1 ± 5,5	1,8 ± 0,5	5,5 ± 0,8	2,7 ± 1,0	44,7 ± 12,9	8,8 ± 2,5	1,17 ± 0,10
Lluita	M	M	21,9 ± 2,3	82,2 ± 3,5	182,1 ± 4,1	2,0 ± 0,5	6,5 ± 0,8	2,1 ± 0,4	44,8 ± 15,3	8,8 ± 2,9	1,25 ± 0,08
		M	23,6 ± 5,3	91,7 ± 3,4	187,6 ± 5,3	2,5 ± 0,8	5,7 ± 1,2	2,0 ± 0,8	53,8 ± 14,6	10,4 ± 2,7	1,25 ± 0,09
Lluita	M	M	23,8 ± 4,0	98,3 ± 8,7	189,9 ± 6,5	3,6 ± 1,3	6,3 ± 1,8	1,7 ± 1,2	65,8 ± 24,7	12,9 ± 4,7	1,25 ± 0,08
		M	22,0 ± 2,0	59,7 ± 1,5	160,9 ± 3,1	1,7 ± 0,2	5,9 ± 0,7	1,6 ± 0,4	34,2 ± 4,4	6,4 ± 1,0	1,34 ± 0,05
Lluita	M	M	21,6 ± 2,8	64,1 ± 1,8	162,4 ± 3,4	1,9 ± 0,2	6,4 ± 0,9	1,1 ± 0,5	40,0 ± 6,4	7,0 ± 0,9	1,39 ± 0,08
		M	25,7 ± 5,0	69,5 ± 1,8	170,1 ± 2,7	1,7 ± 0,3	6,1 ± 0,7	1,7 ± 0,4	35,9 ± 4,0	7,1 ± 0,6	1,31 ± 0,05
Lluita	M	M	23,0 ± 4,1	74,6 ± 1,8	170,5 ± 3,0	1,9 ± 0,3	6,5 ± 0,6	1,1 ± 0,5	39,7 ± 5,8	7,2 ± 0,6	1,40 ± 0,08
		M	23,7 ± 2,3	80,5 ± 2,5	177,5 ± 3,1	1,7 ± 0,1	7,0 ± 1,0	1,5 ± 0,5	35,5 ± 3,5	6,8 ± 0,3	1,34 ± 0,07
Lluita	M	M	23,9 ± 1,9	92,0 ± 2,9	180,2 ± 3,2	2,0 ± 0,5	7,5 ± 0,8	0,7 ± 0,5	44,6 ± 12,6	8,0 ± 1,8	1,45 ± 0,07
		M	24,7 ± 4,3	99,8 ± 5,3	185,5 ± 5,3	2,9 ± 0,3	6,8 ± 0,7	0,7 ± 0,4	65,0 ± 8,9	10,8 ± 1,8	1,39 ± 0,07
Lluita	M	M	24,3 ± 4,5	120,4 ± 9,5	188,0 ± 2,9	3,0 ± 0,2	7,0 ± 0,5	2,4 ± 0,7	79,6 ± 12,0	11,7 ± 2,7	1,59 ± 0,05

Taula 1 (continuació)

Esport	Mod	Sexe	Edat	Pes	Altura	End	Mes	Ect	Σ6plc	% GC	IMLG
Judo	56	M	18,2 ± 1,5	62,2 ± 3,3	163,2 ± 1,2	1,8 ± 0,1	6,0 ± 0,3	1,6 ± 0,7	37,6 ± 3,5	6,2 ± 0,6	1,34 ± 0,08
	48	F	16,0 ± 2,0	49,7 ± 1,3	151,4 ± 2,1	1,4 ± 0,4	4,5 ± 0,8	1,4 ± 0,7	52,0 ± 10,0	13,9 ± 1,7	1,25 ± 0,06
	60	M	18,2 ± 2,0	63,9 ± 1,4	165,0 ± 2,5	1,8 ± 0,2	6,2 ± 0,8	1,7 ± 0,5	41,9 ± 5,1	6,8 ± 0,5	1,33 ± 0,08
	52	F	22,5 ± 4,3	54,0 ± 1,5	156,7 ± 3,3	1,9 ± 0,4	5,2 ± 0,9	1,8 ± 0,8	42,7 ± 6,4	12,2 ± 1,3	1,24 ± 0,09
	66	M	22,8 ± 2,5	69,2 ± 1,7	166,5 ± 1,7	1,6 ± 0,2	6,9 ± 0,6	1,1 ± 0,3	37,6 ± 3,4	6,9 ± 0,6	1,40 ± 0,04
	57	F	19,3 ± 3,4	60,0 ± 1,7	161,4 ± 5,3	2,6 ± 0,9	5,3 ± 1,1	1,6 ± 1,1	53,4 ± 11,0	14,3 ± 2,2	1,23 ± 0,12
	73	M	19,3 ± 1,2	76,8 ± 1,9	171,4 ± 3,9	1,5 ± 0,1	7,2 ± 0,9	1,0 ± 0,9	33,6 ± 2,3	5,8 ± 0,2	1,44 ± 0,13
	63	F	19,5 ± 3,2	65,1 ± 0,6	165,6 ± 6,4	1,9 ± 0,4	5,6 ± 1,5	1,6 ± 1,2	44,1 ± 8,1	12,8 ± 1,3	1,26 ± 0,14
	81	M	20,7 ± 1,2	84,5 ± 2,4	178,5 ± 0,4	2,0 ± 0,4	6,9 ± 0,4	1,2 ± 0,3	45,0 ± 7,5	7,5 ± 1,2	1,37 ± 0,04
	70	F	23,0 ± 4,6	73,5 ± 2,5	171,3 ± 7,4	2,3 ± 0,2	5,5 ± 1,0	1,4 ± 1,0	55,5 ± 4,9	14,0 ± 1,4	1,26 ± 0,14
Halterofília	90	M	19,8 ± 1,3	93,9 ± 1,6	188,3 ± 2,8	1,7 ± 0,1	9,1 ± 7,1	1,8 ± 0,5	41,0 ± 3,7	6,9 ± 0,3	1,31 ± 0,07
	78	F	22,3 ± 2,5	78,5 ± 2,0	171,0 ± 3,3	3,0 ± 0,7	6,4 ± 0,7	0,7 ± 0,5	74,2 ± 13,8	17,0 ± 1,8	1,30 ± 0,05
	100	M	20,0 ± 2,3	98,9 ± 7,9	185,8 ± 2,3	2,9 ± 0,9	7,6 ± 0,9	1,0 ± 0,5	67,2 ± 22,2	10,3 ± 3,2	1,38 ± 0,06
	> 78	F	23,1 ± 6,6	108,0 ± 23,5	174,4 ± 6,7	6,5 ± 2,1	7,8 ± 1,0	0,5 ± 0,7	148,9 ± 51,9	28,8 ± 7,7	1,42 ± 0,06
	> 100	M	23,4 ± 3,0	130,0 ± 27,0	187,5 ± 2,2	5,0 ± 0,5	9,0 ± 0,4	0,5 ± 0,3	116,0 ± 43,0	19,8 ± 11,7	1,55 ± 0,11
	56	M	19,2 ± 2,2	56,4 ± 3,3	153,7 ± 3,6	2,1 ± 0,4	6,7 ± 1,3	0,9 ± 1,0	39,1 ± 8,8	6,3 ± 0,9	1,46 ± 0,14
	62	M	22,3 ± 3,2	64,1 ± 0,9	156,5 ± 2,6	2,1 ± 0,3	7,5 ± 0,4	0,5 ± 0,1	41,4 ± 9,3	6,7 ± 1,1	1,56 ± 0,08
	69	M	21,2 ± 2,3	68,9 ± 1,5	162,7 ± 3,7	2,2 ± 0,4	7,3 ± 0,6	0,7 ± 0,4	43,9 ± 7,8	7,2 ± 1,1	1,49 ± 0,08
	77	M	23,4 ± 2,3	76,5 ± 3,7	164,1 ± 4,2	2,3 ± 1,0	8,0 ± 1,6	0,7 ± 0,3	53,9 ± 18,0	8,2 ± 2,4	1,59 ± 0,16
	85	M	19,0 ± 4,0	84,4 ± 0,8	172,5 ± 6,5	2,3 ± 0,7	7,7 ± 0,7	0,8 ± 0,3	49,0 ± 11,1	7,8 ± 1,3	1,52 ± 0,14
Total	94	M	21,5 ± 5,3	87,0 ± 4,5	176,0 ± 3,7	2,3 ± 0,2	6,8 ± 1,4	0,9 ± 0,6	54,6 ± 2,6	8,9 ± 1,0	1,46 ± 0,15
	105	M	24,7 ± 3,4	104,0 ± 7,9	176,4 ± 3,7	3,8 ± 0,1	9,6 ± 0,7	0,5 ± 0,4	70,3 ± 8,8	14,1 ± 1,5	1,60 ± 0,12
	> 105	M	23,0 ± 4,3	115,8 ± 10,6	178,7 ± 4,5	5,4 ± 0,5	9,1 ± 1,2	0,5 ± 0,3	119,0 ± 12,0	22,2 ± 2,0	1,58 ± 0,12
		M	22,0 ± 4,6	77,1 ± 12,7	179,8 ± 10,2	2,5 ± 0,8	5,3 ± 1,4	2,4 ± 1,2	48,3 ± 17,8	8,0 ± 2,1	1,30 ± 0,13
		F	20,9 ± 5,0	61,1 ± 12,3	168,2 ± 9,0	2,9 ± 1,2	4,0 ± 1,3	2,8 ± 1,2	67,6 ± 26,6	14,3 ± 4,9	1,19 ± 1,2

Mod: modalitat; Pes: pes en kg; Altura: alçada en cm; End: endomorf; Mes: mesomorf; Ect: ectomorf; Σ6plc: suma de sis plecs cutanis, en mm; % GC: percentatge de greix corporal; IMLG: índex de massa lliure de greix, en g/cm³; M: masculí; F: femení.

ciades. Degut a l'històric alt nivell de rendiment assolit per la mostra cubana estudiada, és probable que la composició corporal hi estigui relacionada.

En general, les modalitats esportives cubanes són conformes a les regles d'optimització morfològica de l'esport: els esportistes que practiquen un esport en què el pes corporal és suportat, com en canoa i caiac, rem i natació, tenien valors mitjans de percentatge de GC. Els esportistes que participen en esports en què s'ha d'establir una categoria de pes per competir, com en atletisme, en totes les modalitats de pista, salt d'alçada i longitud, que són de tipus molt anaeròbic, així com esports extremadament aeròbics, com els > 800 m, mostraren valors més baixos de percentatge de GC. En canvi, els esportistes que participen en esports en què la grandària del cos és un avantatge important, com el bàsquet, els llançaments l'atletisme i els judokes de pes pesat > 100, s'halterofília > 105 i els lluitadors, tingueren un major índex d'MLG.

Aquests resultats foren qualitativament similars als dels esportistes olímpics. Fleck dirigí un estudi amb una mostra de 826 atletes que participaven en proves olímpiques i veié que els atletes que practicaven un esport en què el seu pes era suportat, com en canoa, caiac i natació, tenien valors més elevats de percentatge de GC. Els esportistes que practiquen esports en què s'estableix una categoria de pes per competir, com la boxa i la lluita, o amb proves com els 100, 200 i 400 m, que són de naturalesa molt anaeròbica, i proves extremadament aeròbiques com la maratón, mostraren valors inferiors en percentatge de GC. Els esportistes que participen en esports en què la grandària del cos és un avantatge concret, com en el bàsquet i el voleibol, tendiren a tenir una massa corporal magra major²⁰.

Quant a la metodologia emprada, el 1982, sis anys després del *Montreal Olympic Game Anthropological Project* (MOGAP), Lindsay Carter introduí l'equació de Yuhasz de sis plecs cutanis per valorar el percentatge de GC dels esportistes d'elit de diferents disciplines². Degut a aquest fet, el projecte MOGAP i la bibliografia de recerca proporcionen abundants valors de referència sobre el greix corporal calculats per Yuhasz^{2,18,19,21}. Malgrat la clara diferència amb una altra equació, la de Withers et al.^{13,14}, és la única que s'ha desenvolupat en un gran nombre d'esportistes d'elit adults de diferents esports.

La literatura científica internacional mostra més dades basades en l'ús de les equacions de Yuhasz i Faulkner^{2,21-23} que en les equacions de Withers et al. i el seu índex d'MLG. Les equacions dels sis plecs cutanis de Withers et al. foren introduïdes a Cuba per Carvajal et al.²⁴, els quals observaren que aquest mètode era més sensible per constatar petits canvis del GC dels atletes d'elit. Aquest mètode també fou proposat per Rodríguez et al.¹⁹ a Veneçuela, si bé Alvero et al.²⁵ i Canda¹⁸ van proposar dues variants diferents de les equacions de Withers et al. a Espanya.

Segons Tittel i Wutscherk¹⁶, l'índex d'MLG pot distingir entre diferents tipus de modalitats esportives i entre nivells de competició, i és l'índex generalment més emprat per valorar els efectes de l'entrenament esportiu sobre la massa lliure de greix corresponent. Aquest mètode fou proposat primerament per Tittel i Wutscherk¹⁶; després de 1970 fou recomanat per Rodríguez⁹, Pancorbo²⁶, Canda¹⁸ i Carvajal et al.²⁷. En aquest estudi, els esportistes implicats en esports

en què la talla del cos és un avantatge definitiu tingueren un índex d'MLG major.

Conclusió

Aquest estudi aporta nous valors de referència per valorar la composició corporal i el somatotip dels esportistes cubans. Aquest coneixement ajuda en la pràctica de la gestió mèdica de l'entrenament esportiu, i també pot oferir ajuda als entrenadors en la selecció adequada de les modalitats esportives correctes, segons les característiques del model antropomètric d'una població esportiva d'elit. D'altra banda, varem introduir l'equació de Withers et al. de valoració dels sis plecs cutanis dels esportistes d'alt rendiment, que s'obtingueren d'un conjunt de dades d'esportistes d'alt rendiment.

Finançament

No n'hi ha hagut.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Bibliografia

- Olds T. Body composition and sports performance. A: Olympic Textbook of Science in Sport. Volum XV de la Encyclopedia of Sports Medicine. A JOC Medical Commission Publication. Garsington Road, Oxford: Wiley; 2009.
- Carter JEL. Physical Structure of Olympic athletes. Part 1: The Montreal Olympic Games Anthropological Project. *Medicine and Sports*, 16. Basel: Karger; 1982.
- Olds T. The evolution of physique in male rugby union players in the twentieth century. *J Sports Sci*. 2001;19:253-62.
- Ackland TR, Ong KB, Kerr DA, Ridge B. Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. *J Sci Med Sport*. 2003;6:285-94.
- Ck I, Korencić T, Tomazo-Ravnik T, Pecek M, Bucar M, Hraski M. Differences in morphologic characteristics between top level gymnasts of year 1933 and 2000. *Coll Antropol*. 2007;31:613-9.
- Lozovina V, Lozovina M, Pavičić L. Morphological changes in elite male water polo players. *Acta Kinesiol*. 2012;6:85-90.
- Sands WA, Slater C, McNeal JR, Murray SR, Stone MH. Historical trends in the size of US Olympic female artistic gymnasts. *Int J Sports Phys Perform*. 2012;7:350-6.
- Sedeaud A, Marc A, Schipman J, Schaal K, Danial M, Guillaume M, et al. Secular trend: Morphology and performance. *J Sports Sci*. 2014, <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2014.88984>
- Rodríguez CA, Sanchez G, Garcia E, Martinez M, Cabrera T. Contribution to the study of the morphological profile of highly competitive male Cuban athletes. *Boletín Científico Técnico INDER*. 1986;1:6-24.
- Carvajal W, Ríos A, Echeverría I, Martínez M, Castillo ME. Tendència secular en deportistas cubanos de alto rendimiento: periodo 1976-2008. *Rev Esp Antrop Fís*. 2008;28:71-9.
- Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, de Ridder H. International Standards for Anthropometric Assessment ISAK. New Zealand: Lower Hutt; 2011.

12. Carter JEL, Heath BH. Somatotyping: Development and Applications. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1990.
13. Withers RT, Whittingham NO, Norton KI, La Forgia J, Ellis MW, Crockett A. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of female athletes. *Eur J Appl Physiol.* 1987;56:169-80.
14. Withers RT, Craig NP, Bourdon PC, Norton KI. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *Eur J Appl Physiol.* 1987;56:191-200.
15. Siri WEV. Body composition from fluid spaces and density. A: Brozek J, Henshel A, editors. *Techniques for Measuring Body Composition.* Washington, DC: National Academy Sciences; 1961. pp. 223-4.
16. Tittel K, Wutscherk H. *Sportanthropometrie.* Leipzig: Johann Ambrosius Bath; 1972. pp. 106-7.
17. Ross WD, Carr RV, Carter JEL. *Anthropometry illustrated [CDROM].* The human animal series, 1. Toronto: Turnpike Electronic Publications Inc.; 1999. pp. 106-7.
18. Canda AS. Variables antropométricas de la población deportista española. Ministerio de Educación y Cultura. Madrid: ICD; 2012, 239 pp.
19. Rodríguez CA, Siret JR, Carvajal W. Evaluación de la Composición Corporal en el Control Biomédico de la Preparación de Atletas Venezolanos. Proyecto de colaboración conjunta entre el INDER y el Instituto Nacional de Deportes de Venezuela. 2014.
20. Fleck S. Body composition of elite American athletes. *Am J Sports Med.* 1983;11:398-403.
21. Cabañas MD, Esparza F. *Compendio de cineantropometría.* Madrid: CTO Editorial; 2009.
22. Pons V, Riera J, Galilea PA, Drobnic F, Banquells M, Ruiz O. Características antropométricas, composición corporal y somatipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts Med Esport.* 2015;50:65-72.
23. Fernández S, Alvero JR. La producción científica en cineantropometría: datos de referencia de composición corporal y somatipo. *Arch Med Deporte.* 2006;23:17-35.
24. Carvajal W, Deturnel Y, Echevarría I, Martínez M, Castillo ME. Protocolo de valoración de la composición corporal para el control cineantropométrico del entrenamiento deportivo. Documento de consenso del departamento de Kinantropometría del Instituto de Medicina del Deporte de Cuba. *Rev Cub Med Dep Cul Fis.* 2010;5(3) [consultat 22 Nov 2016]. Disponible a: <https://www.scribd.com/document/106156571/Protocolo-de-valoracion-de-la-composicion-corporal>
25. Alvero Cruz JR, Cabañas Armesilla MD, Herrero de Lucas A, Martínez Riaza L, Moreno Pascual C, Porta Manzañido J, et al. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte.* 2009;26:166-79.
26. Pancorbo AE. *Medicina del Deporte y Ciencias Aplicadas al Alto Rendimiento y salud.* Caxias do Sul: EDUCS; 2002.
27. Carvajal W, Deturnel Y. Exigencias para los indicadores de la composición corporal en deportistas cubanos de alto rendimiento: periodo 2011-2016. Folleto de consulta. Instituto de Medicina del Deporte, La Habana. 2011.