

Evolución del somatotipo de jugadores cubanos de voleibol en el periodo 1970-2012

William Carvajal Veitía, Noemí Serviat Hung

Instituto de Medicina del Deporte, La Habana, Cuba.

Recibido: 17.04.2013
Aceptado: 21.02.2014

Palabras clave:
Evolución secular.
Voleibolista. Somatotipo.
Físico. Simulación.

Resumen

Objetivo: Determinar la dirección de los cambios de las características antropométricas en voleibolistas cubanos en el periodo 1970-2012.

Material y método: Los datos de 560 jugadores de voleibol de Cuba medidos en los últimos 40 años fueron confrontados para describir la evolución de la talla corporal y la forma (somatotipo) a través del tiempo. Donde solo se presentaron datos de resumen como la media aritmética y la desviación estándar fue usada la simulación de Monte Carlo con el objetivo de obtener pseudodatos. Todos los datos estuvieron disponibles solo para 480 jugadores. Antropometristas entrenados y calificados realizaron las mediciones bajo condiciones experimentales estandarizadas y de acuerdo con los procedimientos descritos por el Programa Biológico Internacional. Estas medidas incluyeron estatura, peso, diámetros (bicondilar del húmero y bicondilar del fémur), circunferencias (brazo flexionado, pantorrilla) y pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal y pantorrilla medial).

Resultados: La tasa de incremento de la estatura fue de 0,18 y 0,22cm/año en el sexo masculino y femenino respectivamente. El incremento de la estatura fue superior al de la población normal (>1 cm por década). Los jugadores de ambos sexos fueron más ectomórficos (0,018 y 0,02 unidades por año), menos endomórficos (-0,01 y -0,02 unidades por año) y mesomórficos (-0,01 y -0,03 unidades por año) que los de décadas anteriores en uno u otro sexo respectivamente.

Conclusiones: El somatotipo del voleibolista cubano ha cambiado en los últimos 40 años hacia una figura más lineal y óptima, también ha habido una declinación secular de la endomorfía y mesomorfía. Los cambios observados pudieran ser consecuencia de la evolución secular de la población o de la adaptación morfológica del deporte.

The evolution of somatotype in cuban volleyball players in the period 1970-2012

Summary

Objective: To determine the size and direction of changes in anthropometric characteristics of Cuban volleyball players in the period 1970-2012.

Material and method: Data on 560 high-standard volleyball players measured between 1967 and 2010 were collated to describe the evolution of body size and shape (somatotype) over the last 40 years. Where only summary statistics like arithmetical mean and standard deviation were presented, Monte Carlo simulation was used to generate pseudo-data. Individual data were available for 480 players. Trained and qualified anthropometrics performed the measurements under standardized experimental conditions and in accordance with the procedures described by the International Biological Programme. These measurements included height, weight, breadths (biacromial femur and biacromial humerus), girths (arm flexed and calf) and skinfold thickness (triceps, subscapular, supraespinal and medial calf).

Results: The rates of increase in stature were 0.18 and 0.22 cm. per year for male and female respectively. The increase in stature (>1.0 cm per decade) was superior to the secular increase. Since 2010-2012, players have been less endomorphic (-0.01 and -0.02 units per decade) and less mesomorphic (-0.01 and -0.03 units per year), but much more mesomorphic (0.018 y 0.02 units per year) than before for male and female respectively.

Conclusions: The somatotype of Cuban volleyball players has changed in the last ones 40 years toward a more linear and optimal figure, also there has been a secular decline in the endomorphy and mesomorphy. The observed changes may be a consequence of population secular trend or sport morphological adaptation.

Key words:
Secular trend.
Volleyball player. Somatotype.
Physique. Simulation.

Correspondencia: William Carvajal Veitía
E-mail: wiliam.carvajal@infomed.sld.cu

Introducción

Uno de los enfoques a partir de los cuales puede ser explicada la evolución del físico de los deportistas es desde el fenómeno conocido como evolución secular (ES), que ha sido descrito por algunos autores¹⁻³. Una de las definiciones de ES refiere que esta es el cambio en el modelo promedio histórico del crecimiento en una población a través de las generaciones⁴.

En el mundo del deporte el fenómeno de evolución secular se da de manera particular, ya que las tendencias en este medio generalmente son más aceleradas, debido a la selección artificial que descansa en la experiencia de los cazadores de talentos y en las ciencias aplicadas al deporte, además de un grupo de factores externos que contribuyen al perfeccionamiento de la estructura física⁵.

En los deportes como el voleibol, el baloncesto, béisbol, rugby, pesos completos del deporte de halterofilia y deportes de combate estas tendencias evolutivas hacen referencia al incremento del tamaño absoluto⁵⁻⁸, en la gimnasia se hace referencia a deportistas contemporáneos más anchos de hombros y estrechos en la pelvis⁹, en el patinaje artístico, así como en deportes de arte competitivo las tendencias aparecen asociada mayormente a una menor endomorfia, mayor linealidad y baja talla¹⁰, mientras que en las carreras de largo aliento como las del atletismo en su modalidad de fondo se describen tendencias asociadas a la estabilidad en el tiempo de el cociente peso/estatura¹¹.

Ross y Ward¹² examinaron la aceleración secular en deportistas masculinos asistentes a olimpiadas, en eventos de pista y campo, desde 1928 hasta 1976 y demostraron que el peso proporcional a la estatura se incrementó drásticamente en los lanzadores de disco, bala y martillo desde 1960, así como también en lanzadores de jabalina, desde 1968. En otros eventos los atletas fueron proporcionalmente más livianos, y no se notó una aceleración secular clara excepto por un incremento gradual del peso proporcional en los velocistas.

En un estudio realizado por Skarbalius¹³ se evaluó la evolución morfológica en el deporte de balonmano durante un periodo que va desde los Juegos Olímpicos de Múnich 1972 a los Juegos Olímpicos de Beijing 2008, en el cual estuvieron involucrados 1.701 deportistas de varias naciones y se concluyó que hubo un incremento estatural de 6cm en un periodo de 36 años ($184,8 \pm 5$ a $190,8 \pm 6,5$ cm), mientras que el peso corporal incrementó de manera significativa en un promedio de 10,1kg en el mismo periodo (Múnich $82,3 \pm 5,6$ kg y Beijing $92,4 \pm 8,6$ kg).

Las causas de los cambios entre generaciones de deportistas han sido ampliamente analizadas por algunos autores^{8,14-16}. La mayoría de los autores refieren que las causas de la evolución secular experimentada por los deportistas son mayormente de origen social y ambiental como son la globalización del deporte y el mayor reclutamiento internacional, mayores incentivos económicos y sociales, métodos especiales de entrenamiento y estímulos para el crecimiento artificial, métodos cada vez más científicos de selección de talentos, entre otras.

El fenómeno de ES para jugadores de voleibol no ha sido documentado en la literatura especializada sin embargo se sabe que la talla absoluta de se ha incrementado a nivel mundial¹⁷. El objetivo de esta investigación es determinar la magnitud de la evolución morfológica

alcanzada en el peso, estatura y somatotipo de Heath y Carter para el voleibolista cubano de uno u otro sexo para describir este fenómeno en una población de un extenso palmarés a nivel mundial, olímpico y en ligas mundiales de voleibol que pueda servir como referente para estudios futuros sobre la misma temática.

Material y método

Tipo de estudio y muestra

Se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo y documental. La población estudiada estuvo constituida por todos los atletas de las preselecciones nacionales masculinas y femeninas que se muestran en la Tabla 1 y que se repiten en décadas diferentes debido a la longevidad de los mismos en el deporte. El promedio de edad del sexo masculino fue de $23,0 \pm 4,2$ años y el del sexo femenino de $21,8 \pm 3,8$ años.

Consideraciones éticas

El comité de ética del instituto de Medicina del Deporte de Cuba (IMD), aprobó el uso de los datos para el desarrollo del estudio debido a que los autores cumplieron con los estatutos de la declaración de Helsinki.

Elección y procesamiento de datos

Para el mismo, fue recopilada la información proveniente de los archivos del laboratorio de Cineantropometría del IMD que existe desde finales de la década de 1960 del siglo XX. En los archivos más antiguos se recogieron los valores de la endomorfia, mesomorfia y ectomorfia, en los más recientes se seleccionaron las dimensiones antropométricas que sirvieron para la determinación del somatotipo de Heath y Carter a través de la aplicación web KINANTROPERFIL PAIMD, la cual es un programa no comercial para el procesamiento de datos cineantropométricos diseñado en el Instituto de Medicina del Deporte de Cuba¹⁸.

El somatotípico antropométrico de Heath y Carter se empleó para definir la figura y la composición corporal en términos de endomorfia (adiposidad relativa), mesomorfia (desarrollo músculo esquelético relativo) y ectomorfia (linealidad relativa). La superioridad de un componente sobre el otro, en más de 0,5 puntos, sirvió como punto de partida para definir las categorías del somatotipo según lo establecido por los autores del método¹⁸.

Tabla 1. Composición de la muestra según año de la medición y sexo.

Década	Masculinos	Femeninos	Total
1970-1979	40	40	80
1980-1989	61	30	91
1990-1999	96	63	159
2000-2009	54	32	86
2010-2012	36	32	68
Total	363	273	560

Adicionalmente se utilizó la fórmula de las Distancias Migratorias (DM) para describir los cambios del somatotipo en el tiempo desde 1970 a 2010 empleando la metodología descrita por Heath y Carter para este proceder¹⁹.

$$DM_{(1970,2010)} = DAS_{(1970;1980)} + DAS_{(1980;1990)} + DAS_{(1990;2000)} + DAS_{(2000;2010)}$$

Donde: $DAS_{(1970;1980)}$ es la Distancia Altitudinal Somatotípica entre el somatotipo promedio de la generación de 1970 y la de 1980;... y $DAS_{(2000;2010)}$ es la Distancia Altitudinal Somatotípica entre el somatotipo promedio de la generación de 2000 y la de 2010.

La distancia Altitudinal del Somatotipo entre una u otra década fue determinada siguiendo la metodología descrita por Duquet and Hebbelinck²⁰ en la cual:

$$DAS = \sqrt{(I_1 - I_2)^2 + (II_1 - II_2)^2 + (III_1 - III_2)^2}$$

Donde I_1, II_1, III_1 son los puntajes de los componentes del somatotipo de Heath y Carter: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia en la década de referencia e I_2, II_2, III_2 son los puntajes de los mismos componentes del somatotipo en la década comparada.

Antropometristas bien entrenados y calificados realizaron las mediciones bajo condiciones experimentales estandarizadas y de acuerdo con los procedimientos descritos por el Programa Biológico Internacional²¹. Estas medidas incluyeron estatura en cm, peso en kg, diámetros en cm (bicondilar del húmero y bicondilar del fémur), circunferencias en cm (brazo flexionado, pantorrilla) y pliegues cutáneos en mm (tríceps, subescapular, supraespinal y pantorrilla medial).

Se empleó un calibrador marca Holtain para la toma de los pliegues cutáneos y un estadiómetro de la misma marca para la determinación de la estatura. Los diámetros óseos fueron medidos con un compás de corredera marca Holtain y la cinta metálica anticorrosiva fue empleada para determinación de las circunferencias. El peso corporal fue establecido utilizando una balanza de contrapeso de la marca Detecto Medic.

Análisis estadístico

La estadística descriptiva se reflejó en tablas en las cuales se muestra la media (X) como indicador de tendencia central y la Desviación Estándar (DE) como indicador de dispersión. Como medida de la evolución

se utilizó el resultado del análisis de regresión lineal: la pendiente de regresión y la r de Pearson. En este caso se utilizaron como variables dependientes los indicadores: talla, peso corporal, Endomorfia (Endo), Mesomorfia (Meso) y Ectomorfia (Ecto). Como variables independientes fue utilizado el año de la medición del sujeto.

Se utilizó la simulación de Monte Carlo para generar pseudo-datos en algunos años de los que no se conservaban planillas y solo los registros promedios del equipo. El total de pseudodatos utilizados en el estudio se corresponde con la información de 100 individuos de ambos sexos en el periodo 1980-1989. Esta metodología fue aplicada previamente por Olds¹ en un estudio similar realizado en jugadores de Rugby.

Se empleó el Análisis Multivariado de Varianza (MANOVA) para probar la hipótesis nula de igualdad de los vectores promedio que conforman los componentes del somatotipo (Endomorfia, Mesomorfia, Ectomorfia) entre cada década en uno u otro sexo. Previamente fue realizado un contraste de para verificar el cumplimiento del supuesto de igualdad de covarianzas.

La somatocarta fue utilizada como medida ilustrativa del comportamiento migratorio de los somatotipos promedios entre década y dos gráficas de correlación muestran la tendencia de la estatura de las poblaciones de voleibolistas en el periodo estudiado.

La significación de todas las pruebas estadísticas utilizadas fue fijada en $p \leq 0,05$.

Para el procesamiento estadístico se utilizaron los paquetes estadísticos Statistical 8.0 y NCCS PASS GUESS.

Resultados

Los valores de los componentes del somatotipo de Heath y Carter en el voleibolista cubano de uno u otro sexo se muestran en la Tabla 2.

En ambos sexos, la estatura muestra una tendencia al incremento en todos los periodos señalados, mientras que el peso corporal permanece más o menos constante después de la década de 1980.

En el sexo masculino existe, en todos los periodos señalados, un somatotipo predominantemente mesoectomórfico, aunque se aprecia un incremento de la ectomorfia promedio que es de 3,6 unidades y un decrecimiento de los valores de endomorfia y mesomorfia manifiestos en el periodo 2010~2012.

Tabla 2. Estadística descriptiva del somatotipo de Heath-Carter (X ±DE) por sexos y año de medición en la población de voleibolistas cubanos.

AM	Masculinos					Femenino				
	Peso	Estatura	Endo	Meso	Ecto	Peso	Estatura	Endo	Meso	Ecto
1970-1979	80,0±8,0	186,9±6,4	2,0±0,3	5,1±0,9	2,8±0,9	66,0±4,2	174,5±5,5	3,7±2,8	4,5±1,6	2,9±1,0
1980-1989	87,2±6,7	192,5±4,4	2,4±0,8	4,5±1,0	3,2±0,9	72,5±6,3	179,9±3,1	2,8±0,9	3,5±0,6	3,0±0,7
1990-1999	87,8±8	194,5±6,5	1,8±0,6	4,2±1,1	3,5±1	73,9±6,6	180,4±4,5	2,7±0,7	3,5±0,8	2,9±0,9
2000-2009	89,6±7,8	195,2±0	1,7±0,6	4,5±1,0	3,3±1,1	73,8±8,8	182,3±4,0	3,0±1,3	3,3±0,9	3,4±1,2
2010-2012	88,4±8,0	197,6±8,8	1,4±0,4	4,4±0,5	3,6±0,8	74,8±6,8	183,8±4,0	2,2±0,6	3,2±0,9	3,2±0,8
Total	87,1±8,4	193,1±6,8	1,9±0,7	4,5±1,0	3,3±1,0	72,5±7,2	180,0±5,3	2,8±1,0	3,6±1,1	3,0±0,9

AM: Año de la Medición; End: Endomorfia; Mes: Mesomorfia; Ect: Ectomorfia

En el sexo femenino se aprecia que el somatotipo cambia de categoría de mesoendomórfico (1970-1979), Mesomórfico Balanceado (1980-1989 y 1990-1999), Central (2000-2009) hasta Mesomórfico-Ectomórfico (2010-2012). Existe un descenso de la endomorfia y mesomorfia promedio y un incremento de la ectomorfia hasta 3,4 unidades en el periodo 2010-2012.

El contraste MANOVA mostró diferencias significativas entre los vectores que conformaron los somatotipos promedios para la comparación entre décadas para el sexo masculino (λ de Wilks=1,78; $p=0,04$); y también mostró diferencias entre vectores somatotípicos para el sexo femenino (λ de Wilks=1,99; $p=0,02$).

La somatocarta que se muestra en la Figura 1 muestra que la migración del somatotipo en el sexo masculino ha estado alrededor de una zona limitada de la somatocarta que va desde el polo donde se encuentran los somatotipos balanceados y se ha ido alejando hacia zonas en las cuales se encuentran individuos más ectomórficos y menos mesomórficos que los de el periodo 1970-1979.

En el sexo femenino (somatocarta de la derecha) se evidencia que el movimiento se desarrolla en la zona central de la somatocarta, pero va desde una zona de dominancia del componente endomórfico hasta una de dominancia de la ectomorfia.

Al determinar las Distancias Migratorias en ambos sexos, el sexo femenino mostró mayor migración con un valor de 2,8 unidades; mientras que el sexo masculino cambio menos con un valor de 2,3 unidades.

La Tabla 3 muestra la estadística correspondiente al análisis de regresión de las variables peso, estatura, endomorfia, mesomorfia y ectomorfia vs el año del examen. Se aprecia que existe una regresión significativa con respecto a la fecha del examen para todas las variables ($p<0,05$), exceptuando el peso corporal en el sexo masculino ($p=0,06$).

La estatura fue la que mostró un incremento significativo mayor a través del tiempo en ambos sexos, con incrementos de la pendiente de regresión (P) de 0,18 cm/año (1,8 cm/década) para el sexo masculino y 0,22 cm/año (2,2cm/década) para el sexo femenino. Las mayores correlaciones con la fecha del examen las produjo el sexo femenino para todas las variables que aparecen en la Tabla 3.

El peso, en el sexo femenino, evidenció incrementos significativos de 1,1Kg./década (0,11 cm/año) ($p<0,05$), mientras que los hombres no mostraron significación alguna para esta variable ($p=0,06$).

Los componentes del somatotipo cambiaron a una menor velocidad en correspondencia con la menor escala de estos, mostrando correlaciones con el año del examen de $r=0,19$ y $r=0,18$ para el sexo femenino y masculino respectivamente. Hubo una disminución de la endomorfia y mesomorfia en el tiempo dado por una pendiente de regresión negativa ($p<0,05$), mientras que la ectomorfia mostró un incremento significativo ($P=+0,02$; $p=0,004$).

Para cada variable se muestra, la r de Pearson, probabilidad asociada (p), la pendiente de regresión (P) y el intervalo de confianza de la pendiente al 95% (IC).

Las Figuras 2 y 3 muestran las tendencias estaturales en uno u otro sexo en la muestra estudiada.

En el sexo masculino se aprecia una gran heterogeneidad en la estatura de los deportistas, sin embargo existe una tendencia marcada al aumento manifestado por la línea de regresión de pendiente positiva (Figura 2).

Figura 1. Somatocarta mostrando la evolución del somatotipo en el voleibolista del sexo masculino (izquierda) y femenino (derecha). La dirección de la flecha indica la migración del somatotipo de Heath-Carter y la punta de esta el lugar donde estuvo ubicado este en los periodos 1970-1979, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009 y 2010-2012.

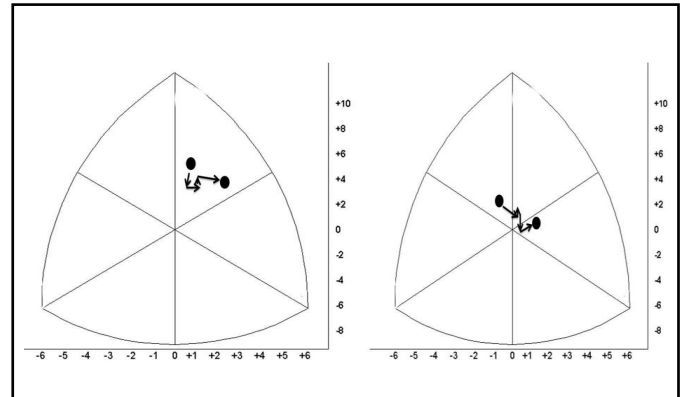


Tabla 3. Cambios en peso, estatura, endomorfia, mesomorfia y ectomorfia en las preselecciones nacionales de voleibol de Cuba en el periodo 1967-1912.

	Masculinos	Femeninos
Peso (Kg.)		
r	0,08	0,16
p	0,119	0,02
P	0,06	0,11
IC ₉₅	0,017 a 0,14	0,02 a 0,20
Estatura (cm.)		
r	0,27	0,47
p	0,000	0,000
P	0,18	0,22
IC ₉₅	0,12 a 0,25	0,17 a 0,28
Endomorfia		
r	0,19	0,26
p	0,000	0,000
P	-0,01	-0,02
IC ₉₅	-0,012 a 0,006	-0,03 a -0,01
Mesomorfia		
r	0,20	0,28
p	0,000	0,000
P	-0,01	-0,03
IC ₉₅	-0,028 a -0,010	-0,04 a -0,02
Ectomorfia		
r	0,19	0,19
p	0,000	0,004
P	0,018	0,02
IC ₉₅	0,009 a 0,027	0,005 a 0,03

Figura 2. Regresión de la estatura vs el año del examen en voleibolistas cubanos del sexo masculino en el periodo 1970-2012. Las líneas discontinuas representan el intervalo de confianza al 95%.

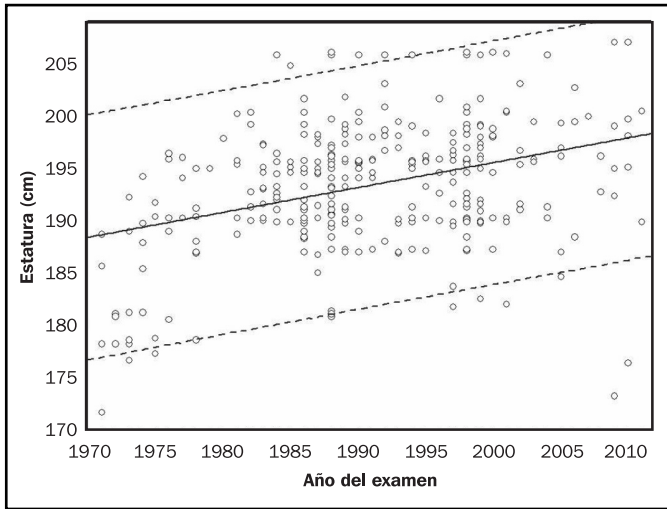
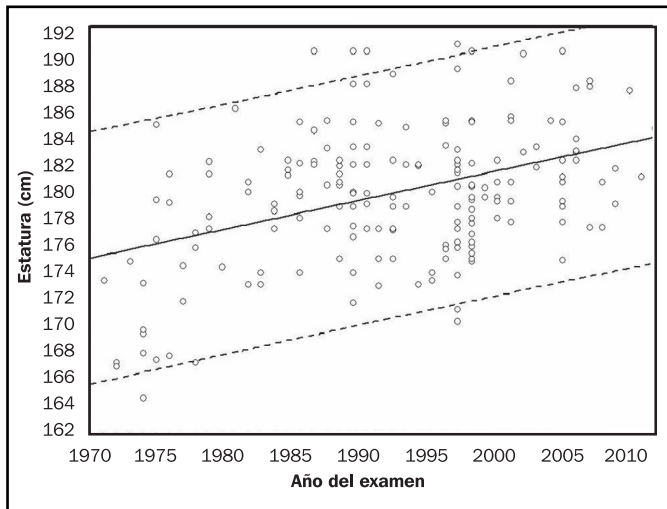


Figura 3. Regresión de la estatura vs el año del examen en voleibolistas cubanos del sexo masculino en el periodo 1970-2012. Las líneas discontinuas representan el intervalo de confianza al 95%.



En el sexo femenino se la línea de regresión muestra un comienzo en valores entre 174-176 cm de estatura y hacia el año 2012 muestra una tendencia hacia valores superiores a 180 cm, aunque al igual que en el sexo masculino se aprecia cierta heterogeneidad (Figura 3).

Discusión

En las últimas décadas del siglo XX y principios del siglo XXI, Cuba fue uno de los países dominantes del voleibol a nivel mundial; sin embargo en la actualidad ha perdido ese estatus de potencia otorgado por la Federación Internacional de Voleibol durante la última década del siglo XX^{22,23}, debido sobre todo a fenómenos migratorios de los principales

jugadores a otras ligas del mundo. Este fenómeno de evolución secular promovido por incentivos financieros fue explicado por Norton y Olds⁸ en uno de los escritos más relevantes sobre la evolución morfológica del deportista a nivel mundial.

A pesar de esta problemática social se ha constatado, en este estudio, que el voleibolista de Cuba no ha dejado de mostrar una evolución morfológica en correspondencia a las exigencias de la elite. Los universos cada vez más jóvenes de jugadores de voleibol muestran promedios estaturales mayores que el de la generación que le antecede debido a la aparición de sujetos cada vez más idóneos para la práctica de este deporte a pesar del descenso poblacional cubano en la estatura promedio del sexo masculino (de 169,2 a 168 cm) y el femenino (de 157 a 156 cm) en 1 cm en los últimos 30 años y un periodo de crisis económicas y sociales muy prolongado que ha sido descrito como uno de los factores limitantes para mostrar una mejoras en la condición física⁴.

En la década de 1970, Rodríguez *et al*²⁴, describieron una estatura promedio para el sexo masculino de 187,0 cm mientras que el equipo de Italia subcampeón del mundo en 1978 mostraba una estatura de 194,5 cm²⁵. En la década de 1980, la preselección del equipo campeón Panamericano que representó a Cuba en Indianápolis mostró una estatura de 189,8 cm; mientras que el equipo campeón olímpico de Estados Unidos ostentaba 194 cm¹⁹. En la década de 1990 Cuba muestra una estatura promedio de 195,6 cm y los campeones de liga mundial de Italia mostraron 195,2 cm²⁶ y finalmente, en la década de 2000, los cubanos medallistas de bronce en la liga mundial del 2005 mostraron una estatura de 197,6 cm; mientras que el campeón olímpico de Brasil mostró en el 2006 una estatura de 196,5 cm en la liga mundial de ese año²⁷.

En el sexo femenino Carter (X= 179,6)¹⁹ y Vivolo *et al* (X=175,5)²⁸ encontraron valores por debajo de 180 en la década del 1980 similares a los mostrados en la voleibolista cubana, mientras que Aytek²⁹ ha reportado estaturas de similares a las encontradas en este estudio para jugadoras de China (X= 185,66) y Brasil (X=183,4) en la actualidad que coinciden con la estatura actual de Cuba.

En un estudio citado por Norton y Olds⁸ el cambio estatural en voleibolistas del sexo masculino ocurre entre 1,5 y 2,0 cm por década. En este estudio el cambio estatural, ya sea por uno u otro sexo ocurre en correspondencia a lo encontrado por estos autores, ya que se encontraron tasas de cambio de 1,8 y 2,2 cm/década para el sexo masculino y femenino respectivamente.

En la recopilación de las publicaciones especializadas se ha podido demostrar que entre 1964 y 1999 el cambio de la estatura de los voleibolistas del sexo masculino fue de 2 cm por década ($r = 0,31$, $P < 0,0001$, $n = 261$) y en el sexo femenino fue de 2,8 ($r = 0,51$, $P < 0,0001$, $n = 138$)¹, esta medida de evolución coincide con la encontrada en este estudio en el cual el sexo femenino evoluciona más rápido.

En este estudio el peso mostró una tasa de cambio de 1,1kg./década para el sexo femenino, mientras que en el sexo masculino no hubo cambio significativo alguno de esta variable en el tiempo ($p < 0,05$), coincidiendo por lo encontrado por Norton y Olds⁸, que describen una tasa de cambio baja para esta dimensión de 0,5Kg/década.

La revisión bibliográfica realizada en la *U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health*, hasta Abril del 2013, permite concluir que la mayoría de los estudios realizados sobre ES han estado encaminados a explicar alguna problemática en la población normal, pero los realizados en poblaciones específicas como la deportiva han estado limitados y

solo constituyen el 2,4% (33/1356). De estos solo se han encontrado 2 que explican la evolución del somatotipo^{1,9}, en la citada base de datos, y otros dos estudios en otras bases de datos existentes^{5,9}. Solo uno de esos estudios hizo alusión a la evolución del somatotipo del voleibolista, pero en la misma población estudiada aquí⁵.

El voleibolista cubano de la actualidad es más ectomórfico y menos mesomórfico que el de décadas anteriores. También posee menor adiposidad relativa, lo que está en correspondencia con una figura más lineal. En una revisión realizada por Carvajal *et al*²³, concluyó que la voleibolista cubana promedio, en la actualidad es más mesomórfica y ectomórfica que sus similares de Grecia, Italia y Estados Unidos, mientras que la adiposidad relativa fue menor para las cubanas. En el sexo masculino se puede establecer que desde el periodo de 1990-1999 los cubanos actuales son menos endomórficos que sus similares italianos³⁰.

Es importante aclarar que el somatotipo de Heath y Carter está influenciado por la estatura y los incrementos de esta se vieron reflejados en la disminución de la endomorfia y mesomorfia e incrementos de la ectomorfia relativas en uno u otro sexo.

Algunos autores han hecho referencia a la evolución de la figura de otros deportes: Según Olds¹, durante 1975 los jugadores de Rugby fueron menos endomórficos y menos ectomórficos, pero más mesomórficos que antes. Kraemer *et al*³¹ también señalaron incrementos en la masa corporal de futbolistas de la liga nacional norteamericana de fútbol americano; sin embargo señalan que la grasa corporal y la estatura no cambiaron drásticamente en un periodo que va desde 1970 hasta los años 2000. Štěpnička³² atribuyó el cambio somatotípico de los saltadores de alto a los cambios sufridos por la técnica de salto, de la misma manera consideró que el aumento del tejido muscular esquelético de judocas y baloncestistas se debía a que el desarrollo de la fuerza relativa constituye una ventaja para el progreso de la técnica en estos deportes.

Los autores piensan el elevado nivel competitivo mostrado por la voleibolista cubana desde la década de 1970, exigió un perfeccionamiento continuo en los métodos de selección del talento y de entrenamiento que está aparejado al alcance de un amplio palmarés respaldado por tres títulos olímpico consecutivos, esto trajo consigo una evolución más marcada que el sexo masculino para mantener ese estatus. Norton y Olds⁸, han planteado que entre las causas de la evolución morfológica de deportistas se encuentran la adecuada selección del talento, incremento de la participación en el deporte profesional, consumo de esteroides anabolizantes, los incentivos financieros, el reclutamiento internacional, entre otras causas.

En la Cuba actual existen al menos cuatro deportes dentro de los que se encuentra el voleibol, que favorecidos por el número creciente de torneos internacionales con incorporación del profesionalismo han hecho posibles que exista una mayor predilección por parte de los practicantes que ven en las carreras deportivas un medio de vida debido a los incentivos por parte de las federaciones internacionales.

Conclusiones

Después de describir las características en diferentes etapas del desarrollo evolutivo del voleibolista cubano de uno u otro sexo, se llega a la conclusión que el voleibolista cubano ha evolucionado hacia una

mayor talla absoluta en los últimos 40 años, con una marcada tendencia a la linealidad y a una menor adiposidad relativa en el somatotipo de Heath y Carter. Dado los destacados resultados competitivos alcanzados por el voleibol cubano este estudio pudiera contribuir a la selección del talento deportivo y al control médico entrenamiento deportivo como una herramienta eficaz para la búsqueda de la optimización morfológica.

Bibliografía

- Olds T. The evolution of physique in male rugby union players in the twentieth century. *J Sports Sci.* 2001;19(4):253-62.
- Al-Lawati JA, Mabry R, Mohammed AJ. The contribution of psychosocial stress to the obesity epidemic: an evolutionary approach. Addressing the threat of chronic diseases in Oman. *Prevention of Chronic Disease.* 2008;5(3):A99.
- Cardoso HF, Caninas M. Secular trends in social class differences of height, weight and BMI of boys from two schools in Lisbon, Portugal (1910-2000). *Economic of Human Biology.* 2010;8(1):111-20.
- Vercauteren M. Evolución secular en el siglo XX. En: *Para comprender la Antropología Biológica. Evolución y Biología Humana.* Eds. Rebató E, Suzanne C y Chiarelli B. Editorial Verbo Divino Estella. España, 2005; pp: 547-56.
- Carvajal W, Ríos A, Echeverría I, Martínez M, Castillo ME. Tendencia secular en deportistas cubanos de alto rendimiento: periodo 1976-2008. *Rev Española Antrop Biol.* 2008;28:69-77.
- Carter JEL, Ackland T, Kerr D, Stapff AB. Somatotype and size of elite female basketball players. *Journal of Sports Sciences.* 2005;23(10):1057-63.
- Saint Onge JM, Krueger PM, Rogers RG. Historical trends in height, weight, and body mass: Data from U.S. Major League Baseball players, 1869-1983. *Economics and Human Biology.* 2008;6:482-8.
- Norton K, Olds T. Morphological evolution of athletes over the 20th century: causes and consequences. *Sport Med.* 2001;31(11):763-83.
- Čuk I, Korenčič T, Tomazo-Ravnik T, Peček M, Bučar M, Hraski Z. Differences in morphologic characteristics between top level gymnasts of year 1933 and 2000. *Coll Antropol.* 2007;31(2):613-9.
- Monsma DV, Malina RM. Anthropometry and somatotype of competitive female figure skaters 11-22 years. Variation by competitive level and discipline. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45(4):491-500.
- Norton K, Olds T, Craig N, Olive S. Antropometría y performance deportiva. En: Norton K, Olds T editores. *Antropométrica.* Biosystem, Servicio Educativo, Rosario, 2000.
- Ross WD, Ward R. Proportionality of Olympic athletes. En: JEL Carter (ed) *Physical Structure of Olympic Athletes. Medicine and Sport Sciences.* Basel: Karger; 1984;18:110-43.
- Skarbalius A. Olimpijų žaidynių vyrų rankininkų ūgio, kūno masės, amžiaus, varžybinės patirties tendencijos ir ryšio su sportiniais rezultatais ypatumai. *Ugdymas Kūno Kultūra Sportas* nr. 1 (72); 2009; 123-30; Socialiniai Mokslai.
- Ackland, T.R, Ong KB, Kerr DA, Ridge B. Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2003;6(3):285-94.
- Lozovina V, Pavičević L. Anthropometric Changes in Elite Male Water Polo Players: Survey in 1980 and 1995. *Croat Med J.* 2004;45:202-5.
- Lozovina V, Lozovina M. Morphological optimisation, overlap zones and secular trend in selection Pressures. *Acta Kinesiológica.* 2008;2:35-41.
- Carvajal W. Selección natural y deporte: un acercamiento al estudio de la evolución morfológica del deportista de alto rendimiento. *An Antrop.* 2013;47(1):189-210.
- Carvajal W, Deturnel Y. Kinantropoperfil PAIMD: Aplicación web para el análisis del perfil cineantropométrico del deportista cubano. Instituto de Medicina del Deporte (no publicada). 2012.
- Carter JE, Heath BH. *Somatotyping: development and applications*, 1st edition. New York: Cambridge University Press; 1990.
- Duquet W, Carter L. Somatotyping. En: Eston R, Reilly T, editors. *Kinantropometry and exercise physiology laboratory manual. Test, procedures and data* (3rd Edition). Oxon: Routledge; 2009;54-72.
- Weiner JS and Lourie JA. *Human Biology: a guide to field methods.* International Biological Programme. Oxford: Blackwell Scientific. 1969.
- Wossaert R. Voleibol: entre los sobresalientes del movimiento deportivo cubano [Internet]. Somos Jóvenes. 2012 Mar 1-8 [cited 2012 Mar 05]; [about screen]. Disponible en: <http://www.somosjovenes.cu/index/semana226/voleibol.htm#top>. Spanish.

23. Carvajal W, Betancourt H, León S, Deturnell Y, Martínez M, Echavarría M, Castillo M, et al. Kinanthropometric Profile of Cuban Women Olympic Volleyball Champions. *MEDICC Review*. 2012;14(2).
24. Rodríguez CA, Sánchez G, García E, Martínez M, Cabrera T. Contribution to the study of the morphological profile of highly competitive male Cuban athletes. *Boletín Científico-Técnico Inder Cuba*. 1986;1(2):6-24.
25. Bosco C, Pittera C. *Les effets de l'entraînement de nouveaux exercices de saut relevés dans la forcé "explosive". Volleyball*. Nouvelle Edition 1982 N. 6- Juillet-Septembre.
26. FIVB. Reporte de la final de la Liga Mundial de Voleibol del año 1993. Confederación brasileña de voleibol, Brasil, 1993.
27. FIVB. Programa de la Liga Mundial de Voleibol del año 2006. Federación Cubana de Voleibol, La Habana. Cuba, 2006.
28. Vivolo MA, Caldeira S, Matsudo VKR. [Anthropometric study of Japanese volleyball female national team according to Heath-Carter somatotype method]. In: *Celafise Dez Anos de Contribuicao as Ciencias do Esporte*. Sao Caetano do Sul: Laboratorio de Aptidao Fisica de Sao Caetano do Sul; 1986. Portuguese.
29. Aytek AI. Body composition of Turkish volleyball players. In: Intensive course in Biological Anthropology: 1st Summer School of the European Anthropological Association. 30 June, 2007, Prague, Czech Republic. Prague: EAA Summer School eBook; 2007;203-8.
30. Gualdi-Russo E, Zaccagni L. Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41(2):256-62.
31. Kraemer WJ, Torine JC, Silvestre R, French DN, Ratamess NA, Spiering BA, et al. Body size and composition of National Football League players. *Journal of Strength Conditioning Res*. 2005;19(3):485-9.
32. Štěpnička J. Somatotype in relation to physical performance, sports and body posture. En: *Kinanthropometry III*, ed. Reilly, J, Watkins & J.Borms. London, 1986; pp.39-52.