



ANALES DE ANTROPOLOGÍA



Anales de Antropología 55-II (julio-diciembre, 2021): 237-247

www.revistas.unam.mx/index.php/antropologia

Artículo

Pasado, presente y futuro de la evaluación de la composición corporal en deportistas cubanos

Past, present and future of the evaluation of body composition in Cuban athletes

Wiliam Carvajal Veitia*

Instituto de Medicina del Deporte, Departamento de Docencia e Investigaciones. Red Iberoamericana de Investigadores en Antropometría Aplicada, Calle 14 entre Ave 100 y Embil, Boyeros, La Habana, Cuba. CP: 10700

Recibido el 23 de julio de 2020; aceptado el 10 de diciembre de 2020.

Resumen

El presente trabajo da una panorámica de la evolución de los estudios de composición corporal (cc) en el sistema médico deportivo cubano. Se transita desde la etapa precursora a nivel internacional, donde se detalla el surgimiento de métodos tradicionales de empleo para la investigación en deportistas; pasando por las primeras contribuciones cubanas, basadas en estudios de pesaje hidrostático, y en propuestas novedosas generalizadas a nivel nacional e internacional. Por último, se resaltan las aportaciones más recientes, donde se profundiza en la importancia del perfeccionamiento en las investigaciones de la cc. Para la exploración se accedió a todas las fuentes documentales existentes, a partir de la búsqueda de las fuentes del Instituto Nacional de Deportes y Recreación de Cuba, así como a partir de la Red Informática Mundial. Se realizó un ordenamiento cronológico de las fuentes que constituyen el hilo conductor de la presente propuesta. La importancia que posee esta investigación es que, de una forma muy sencilla, describe cómo se han dado los grados sucesivos de aproximación a la realidad, al estudio de un pilar de la cineantropometría que aun posee muchas limitaciones para su estudio a nivel internacional “la composición corporal”.

Palabras clave: composición corporal; cineantropometría; pesaje hidrostático

Keywords: body composition; hydrostatic weighing; Kinanthropometry

Abstract

This paper gives an overview of the evolution of body composition studies (cc) in the Cuban medical sports system. It goes from the precursor stage to the international level, where the emergence of traditional methods of employment for research in athletes is detailed; going through the first Cuban contributions, based on studies of hydrostatic weighing, and in generalized novel proposals at a national and international level. Finally, the most recent contributions are highlighted, where it is deepened in its importance in the improvement of cc investigations. For the exploration, all the existing documentary sources were accessed, from the search of the sources of the National Institute of Sports and Recreation of Cuba, as well as from the World Information Network. A chronological ordering of the sources that constitute the common thread of the present proposal was made. The importance of this research is that, in a very simple way, it describes how successive degrees of approximation to reality have been given to the study of a pillar of Kinanthropometry that still has many limitations for its study at the international level “body composition”.

* Correo electrónico: wiliam.carvajal@infomed.sld.cu

Introducción

Desde las revoluciones científicas técnicas relativista e indeterminista, en la física, los exponentes de las ciencias naturales son conscientes de que los resultados científicos solamente representan cierta certidumbre probabilística, grados sucesivos y provisionales de aproximación a la realidad.

En el campo de las ciencias aplicadas al deporte, específicamente en la evaluación de la composición corporal (CC), ya sea en el ámbito deportivo o en la actividad física de manera general, estos grados de aproximación a la realidad permiten un diagnóstico más certero de las cantidades absolutas y relativas de los elementos que la componen (Bilsborough *et al.* 2014; Ryan *et al.* 2017).

El estudio de la composición corporal se basa en la cuantificación de los elementos químicos y/o estructurales que componen el cuerpo humano, desde el punto de vista químico, éste puede ser evaluado a los niveles atómico y molecular, mientras que desde el punto de vista estructural su estudio puede ser abordado a los niveles celular, tisular y corporal total según han explicado Wang *et al.* (1992).

La Cineantropometría, la “ciencia que se dedica al estudio del hombre en movimiento” (Ross y Marfell-Jones, 1982), tiene dentro de sus pilares fundamentales el estudio de la composición corporal. El alcance de los estudios de la CC es muy amplio dentro del ámbito del deporte, ya que a través de éstos se logran los siguientes objetivos (Gutiérrez *et al.* 2010):

- a) Evaluar la CC del deportista en relación con el deporte que practica.
- b) Asesorar la obtención del peso a alcanzar por el deportista que compite por categoría de peso.
- c) Planificar y controlar los cambios de peso a través de la temporada.
- d) Vigilar la evolución del deportista sometido a régimen dietético, ya sea para aumentar o reducir peso corporal.
- e) Estudiar el perfil de distribución de la grasa corporal.
- f) Monitorizar los cambios morfológicos y de la CC en deportistas jóvenes, durante el crecimiento, desarrollo y maduración.
- g) Valorar el perfil de desarrollo muscular a nivel de los diferentes segmentos.

A lo largo de la historia, las tecnologías que surgen para evaluar la CC han arrojado más precisión sobre la determinación de ésta, pero aún no se ha definido un único estándar de oro que constituya la referencia para evaluar la validez del resto, existen muchos métodos cuyos resultados no son intercambiables entre sí.

La determinación de la CC a través del pesaje hidrostático (PH) trae aparejado el error biológico asociado a las constantes en las densidades de la masa libre de grasa (MLG) y en la masa grasa (MG). Su determinación a tra-

vés de pliegues cutáneos trae implícitos errores, ya que considera dentro de la adiposidad total no solo la grasa superficial sino a la grasa asociada a los órganos internos; lo relativo a la comprensibilidad constante de la piel y de la grasa es otra de las problemáticas que surge cuando éstos se miden con plicómetros, mientras se asume que el grosor de la piel en cualquier sitio no es variable a nivel poblacional. Por otra parte, el método basado en el uso de pliegues cutáneos no considera los patrones individuales de distribución de la grasa externa, lo que redundo en grandes errores de predicción de la densidad corporal (DC) (Martin *et al.* 1985).

Con el desarrollo tecnológico en décadas recientes, surgieron métodos como la Bioimpedancia Eléctrica (Thomasset 1962), la Densitometría Absorciónica Dual de Rayos X (Mazess *et al.* 1988), la plestimografía por desplazamiento de aire (Dempster y Aitkens 1995), entre otros con los que se ha buscado compensar las imprecisiones de uno, en los estimados de determinados componentes, para suplirlas con el otro, surgiendo así los modelos de múltiples componentes, donde se utilizan la Bioimpedancia Eléctrica (BIA) por espectroscopía o la dilución por deuterio para la determinación del contenido de agua corporal, el PH o la plestimografía por desplazamiento de aire (PDA) para evaluar el volumen corporal, la Densitometría Absorciónica Dual de Rayos X (DEXA) para la determinación de la cantidad de mineral óseo, volumen corporal o la MLG, entre otros métodos utilizados para obtener niveles de precisión cada vez mayores. Las observaciones indican que los errores de medición sumatorios en los métodos de múltiples componentes no contrarrestan el mejoramiento de la exactitud en la estimación de la grasa sobre la del método tradicional de dos componentes con pesaje bajo el agua (Wang *et al.* 2007).

La historia de los estudios de la CC, en cualquier sistema médico-deportivo, es el testimonio de la búsqueda del perfeccionamiento, es el alcance de grados sucesivos y provisionales de aproximación a la realidad en sus estimaciones. La diversidad de documentos de consensos para la determinación de la CC, así como el empleo de uno u otro método a nivel mundial encierran, en muchas ocasiones, la búsqueda de una perfección.

El objetivo del siguiente artículo es analizar el desarrollo histórico de la evolución de los estudios sobre la CC en Cuba, sus principales aportes, así como sus desafíos a través de las diferentes etapas de su desarrollo.

Panorama internacional de la valoración de la composición corporal en deportistas y sus primeros desafíos en la evaluación del deportista cubano: periodo 1960-1980

El periodo entre los años 1960 y 1980 fue el más fértil en el desarrollo de investigaciones relativas a la obtención de ecuaciones de regresión e introducción de metodologías para estimar los componentes moleculares y tisulares de la CC en la población deportiva a nivel mundial (Yuhasz

1962; Faulkner 1968; Pařízková y Bůžková 1971; Forsyth y Sinning 1973; Wickkiser y Kelly 1975; Jackson *et al.* 1978; Carter y Yuhasz 1984; Pires-Neto y Glaner 2007).

Hasta donde se pudo indagar, la investigación que propuso una de las primeras ecuaciones para estimar la CC en sujetos entrenados fue la titulada “Efecto del entrenamiento deportivo sobre la grasa corporal en hombres con la predicción del peso corporal óptimo”. Esta investigación fue llevada a cabo por Michael Stephen Yuhasz y presentada como tesis doctoral en la Universidad de Illinois (Yuhasz 1962).

Después de esta etapa fueron introducidas nuevas ecuaciones específicas para estimar la CC en la población deportiva, una de ellas es la llamada ecuación de Faulkner (Faulkner 1968), aunque hoy se conoce que es la ecuación de Yuhasz modificada a partir de datos no publicados en 1962 (Pires-Neto y Glaner 2007).

A inicios de los años 1970, Jana Pařízková, una de las investigadoras más relevantes de la historia de la medicina del deporte, obtuvo las primeras ecuaciones específicas para deportistas checoslovacos basadas en la evaluación de cinco panículos con el calibrador Harpenden (Pařízková y Bůžková 1971). Otra de las ecuaciones obtenidas en este periodo fue la de Wickkiser y Kelly (1975), la cual se obtuvo a partir de la evaluación de siete panículos en jugadores de fútbol americano; por su parte, Pollock y su grupo de trabajo obtuvieron una ecuación de regresión múltiple para estimar la CC en corredores de media y larga distancia (Jackson *et al.* 1978). La ecuación desarrollada para una población deportiva más generalizada fue la obtenida por Forsyth y Sinning para la evaluación de la DC a partir de cuatro panículos en una población de 50 individuos colegiales de béisbol, atletas de pista y campo, fútbol americano y tenis (Forsyth y Sinning 1973).

Al final del periodo analizado (1960-1980), Lindsay Carter y Michael Stephen Yuhasz introdujeron la valoración de la CC en los deportistas olímpicos basada en ecuaciones antropométricas. Su propuesta fue utilizar los datos de los estudiantes de Educación Física de la Universidad de Ontario del Este y generar una ecuación a partir de los valores promedio de las tablas que relacionan los pliegues a determinados valores de DC (Carter y Yuhasz 1984). En el marco de este mismo proyecto antropológico, llamado MOGAP (Proyecto Antropológico de los Juegos Olímpicos de Montreal 1976), se introdujo por primera vez el fraccionamiento de la masa corporal basado en la estrategia de Matiegka (Drinkwater y Ross 1980). Previo a su empleo en las muestras del MOGAP, esta última estrategia fue recomendada por la renombrada especialista Jana Pařízková quien reconoció, en 1979, que la CC de los deportistas podía ser evaluada por el fraccionamiento de Matiegka, ya que sus estimados correlacionan bien con los del PH (Pařízková 1979).

En el ámbito iberoamericano, a inicios de la década de 1970, el doctor Mauricio Leal da Rocha y su equipo introdujeron la ecuación de Faulkner en la estimación de la CC en deportistas de Brasil, pero su divulgación en este

país, América del Sur y España se debe a Eduardo Enrique De Rose a través de cursos de Medicina Deportiva realizados en la Escuela Superior de Educación Física de la Universidad Federal de Río Grande del Sur y los trabajos publicados en revistas especializadas en la década de 1980 (Pires-Neto y Glaner 2007).

Los estudios de la CC del deportista cubano vieron la luz en un contexto particular donde el surgimiento de la revolución cubana fomentó la formación del recurso humano en los países del antiguo campo socialista. La institución donde se desarrollaron las condiciones para la investigación de la CC fue el Departamento Médico del Instituto Nacional de Deporte, Educación Física y Recreación, donde se encontraba un laboratorio de desarrollo físico dedicado exclusivamente a la evaluación antropométrica del deportista (Sánchez 2012).

En este periodo, en el desarrollo de la valoración de la CC del deportista cubano se pueden advertir influencias claves como las de Jana Pařízková (Mazorra y Pařízková, 1978), James Tanner (Tanner *et al.* 1964) y las de los alemanes Kurt Tittel y Heinz Wutscherk (Tittel y Wutscherk, 1972) quienes tuvieron una gran colaboración científica con instituciones cubanas en estos primeros años.

Los primeros estimados de la CC en población deportiva cubana fueron realizados a partir de las ecuaciones de Durnin y Rahaman (1967), cuyos resultados proceden de la regresión de la DC a partir de pliegues cutáneos evaluados con el calibrador Harpenden. Desde su introducción, dicha ecuación fue empleada frecuentemente en investigaciones de deportistas a nivel internacional, aunque sus limitaciones para la evaluación de esta población específica fueron descritas por los autores de la misma ya que se sobrestimaba la grasa corporal en sujetos entrenados de la muestra matriz. De este mismo grupo de trabajo se obtuvo la ecuación de Durnin y Womersley (1974), la cual fue utilizada en Cuba después del año 1974 para evaluar la CC de la población general; esta posee bondades para evaluar todo el rango de demandas morfológicas y etarias de la población general, siendo empleada también por algunos sistemas médicos deportivos como el español para evaluar a su población deportiva (Gutiérrez *et al.* 2010).

En este mismo periodo se introdujo la ecuación de Pařízková y Bůžková (1971), la cual rindió resultados satisfactorios en la monitorización de deportistas cubanos. Esta autora desarrolló muchas investigaciones con deportistas del más alto nivel de Checoslovaquia, dejando evidencias de la utilidad de sus métodos (Pařízková 1977). El Índice de Sustancia Corporal Activa (AKS, en sus siglas en alemán) fue el complemento de la evaluación de la CC, pues su valor relativo daba una visión estandarizada de la cantidad de tejido magro existente en un volumen determinado de masa corporal representado por un cubo cuyas aristas tienen como longitud la talla corporal (Tittel y Wutscherk 1972).

La etapa analizada puede ser reconocida como el periodo exploratorio de los estudios de la CC en deportistas

cubanos; la mayoría de las investigaciones fueron descriptivas (Rodríguez y Rodríguez 1976; López y Sánchez 1978; López y Rodríguez 1979; Rodríguez 1979); no hubo aportes metodológicos significativos, pero sí hubo una extensa recopilación de datos que provino de la población deportiva cubana y de deportistas foráneos participantes en competiciones internacionales celebradas en Cuba.

Bajo la jefatura del biólogo-antropólogo Carlos Rodríguez Alonso, quien fuera responsable del Laboratorio de Desarrollo Físico del Instituto de Medicina del Deporte por un periodo de 20 años, se alcanzó el máximo esplendor en el desarrollo de metodología para la valoración de la composición corporal de la población deportiva cubana. Muchas de sus aportaciones se refieren adelante.

Aportaciones iniciales al estudio de la composición corporal del deportista cubano: 1981-2000

La primera investigación destacada de este periodo fue la titulada "Fórmula y nomograma de predicción de la composición corporal en escolares cubanos" que apareciera en su forma abreviada en una selección de temas de biomedicina del XI Congreso Panamericano de Medicina Deportiva (Rodríguez *et al.* 1985), mientras

que su versión ampliada, titulada "Obtención de ecuaciones cubanas de predicción para la determinación de indicadores de la CC de escolares cubanos deportistas" apareció en una edición especial del antiguo Boletín de Trabajo de Antropología (Rodríguez *et al.* 1986).

Los resultados de esta investigación arrojaron las primeras ecuaciones de predicción de la CC para una población deportiva en edades escolares en lo que respecta al contexto latinoamericano. Su autor principal, el biólogo Carlos Alberto Rodríguez Alonso, reconoció: "tanto en América Latina como en Cuba se ha carecido de ecuaciones propias para la determinación de indicadores de la composición corporal a partir de mediciones antropométricas. Esto ha sido producto de haber sido imposible validar en nuestros respectivos países técnicas de determinación directa de estos indicadores o el cálculo de la densidad corporal; debido entre otras razones a los requerimientos de recursos y equipos que las instalaciones exigen, así como de la complejidad de los procedimientos y métodos. Esto provoca que en nuestro medio utilicemos las ecuaciones de regresión aportadas por países europeos y de norte américa, originadas con matrices de población antropológicamente diferentes a las de nuestros países" (Rodríguez *et al.* 1986: 20).

En la investigación se evaluaron 11 panículos adiposos con un calibrador Holtain en 41 niños del sexo masculino entre las edades de 13.5 y 17 años, los cuales fue-

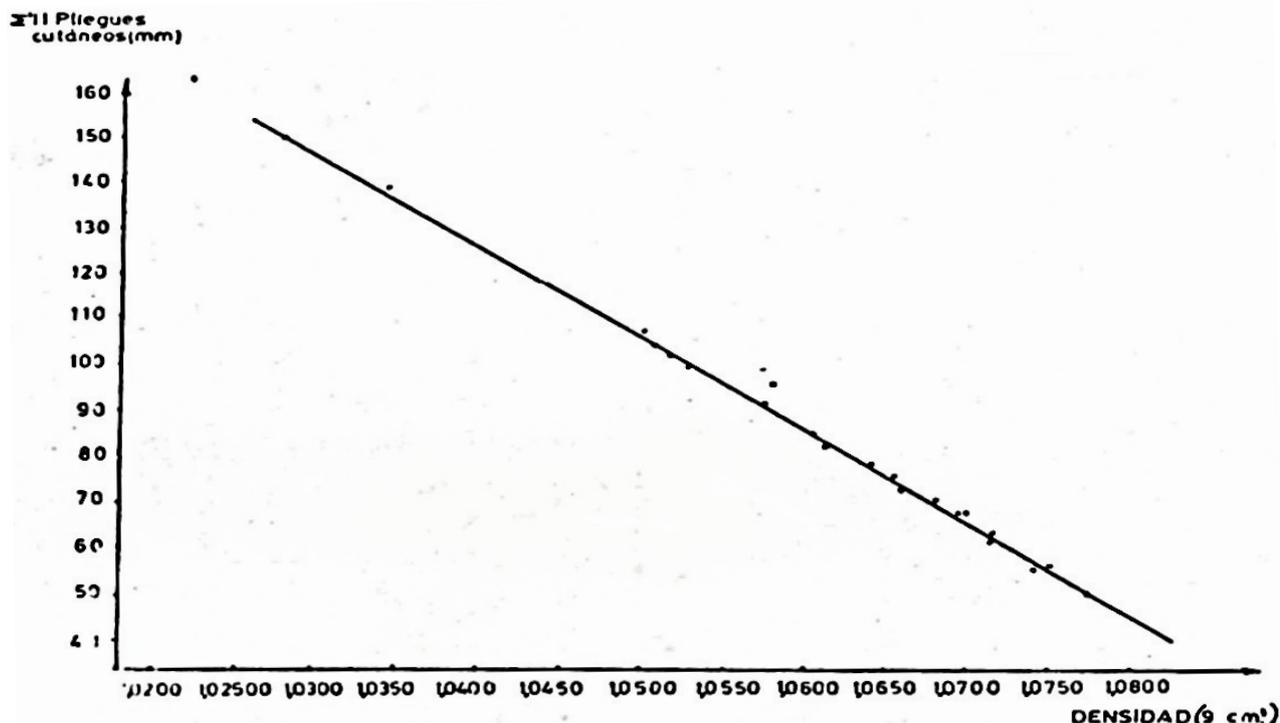


Figura 1. Recta de regresión a partir de la relación entre la densidad (g/cm^3) y la suma de once pliegues cutáneos. Nota: En el análisis, el valor promedio de la suma de once grasas fue de $76,7 \pm 22,5$ mm; la densidad promedio fue de $1,064 \pm 0,012 g/cm^3$, mientras que la correlación entre los valores individuales de estos indicadores fue de 0,97. Adaptado de "Fórmula y nomograma de predicción de la composición corporal en escolares cubanos" (p. 13.), C.A. Rodríguez *et al.* 1985, Selección de temas de biomedicina del deporte presentados en el XI Congreso Panamericano de Medicina Deportiva.

ron sometidos al PH con la corrección del aire residual de los pulmones para obtener la ecuación.

La importancia de la investigación de Rodríguez *et al.* (1986) radicó en el hecho de que se pudo contar con un método de mayor precisión que los existentes hasta esa fecha. La mayoría de las ecuaciones utilizadas para medir grasa corporal relativa procedían de muestras foráneas predominantemente blancas, de ahí que mientras que las ecuaciones proporcionaban estimaciones precisas de porcentaje de grasa corporal para el niño blanco promedio, este mismo modelo no era adecuado para negros y/o mestizos cuya densidad de la masa libre de grasa variaba del valor constante asumido en su modelo original, debido a las diferencias biológicas de cada edad y al origen racial o étnico fundamentalmente (Malina 2007).

En este periodo se realizó la primera conferencia cubana de estandarización antropométrica donde se plantea la necesidad de estandarizar el estudio de la CC a nivel nacional, coincidiendo con el surgimiento de los Centros Provinciales de Medicina del Deporte. Más tarde se reconocieron los métodos dispuestos en la tabla 1 como referentes para evaluar la población deportiva cubana y general a partir de dos componentes (2C), MG y MLG.

Cuadro 1. Métodos de referencia empleados por el sistema médico-deportivo cubano para la valoración de la composición corporal en el periodo 1981-1995.

Grupo de población	Masculinos	Femeninos
Niños y Adolescentes	Slaugther <i>et al.</i> (1980)	Slaugther <i>et al.</i> (1978)
Adultos	Durnin y Womersley (1978)	Durnin y Womersley (1974)
Deportistas	Pařízková y Bůžková (1971)	Durnin y Rahaman (1967)

Para la fecha, la ecuación cuadrática de Slaugther *et al.* (1988) se generalizó en la población deportiva cubana dada su validez para evaluar la CC en poblaciones de niños y adolescentes en los que la maduración biológica provoca un gradiente de cambios a favor del aumento en el contenido mineral, resultando en una MLG más densa. Este método era superior al de Rodríguez *et al.* (1985) y otros existentes a nivel internacional, de ahí que a Rodríguez *et al.* (1996) lo propusieran como instrumento para medir nutrición y reservas de energía en la población cubana general y deportiva entre 8 y 19 años.

En este periodo los aportes de Rodríguez Alonso en la monitorización de la CC tuvieron como antecedentes las investigaciones en boxeadores internacionales de las cuales derivaron los resultados relativos a la modelación de la CC y el peso adecuado (PA), así como al diseño del sistema escala 0 para evaluación de la adiposidad proporcional (AP) que tienen vigencia en la actualidad para los boxeadores a nivel internacional (Rodríguez 1987a;

Rodríguez *et al.* 1987b; Rodríguez *et al.* 1989; Rodríguez *et al.* 1991).

El novedoso sistema de monitorización de la CC utilizó como fundamento una estrategia de carácter matemático, donde el porcentaje de grasa y el AKS para la etapa de la preparación ocuparon el papel central en un sistema que generaba por defecto el PA para la etapa, y el exceso de peso corporal, el cual el médico utilizó para evaluar la adaptación al entrenamiento según los rangos de tolerancia (cuadro 2).

Cuadro 2. Rangos de tolerancia para la evaluación del peso adecuado en deportistas elites cubanos según lo establecido por Rodríguez *et al.* (1989) en la década de 1980.

Calificación		
Muy bien (mb):	P.A. + 0 kg	P.A. + 1 kg
Bien (b):	P.A. + 1,1 kg	P.A. + 2,5 kg
Regular (r):	P.A. + 2,6 kg	P.A. + 5,5 kg
Mal (m):	P.A. + 5,6 kg	P.A. + 9,0 kg
Muy mal (mm):	P.A. > P.A. + 9,9 kg	
Donde:		
P.A.: peso adecuado		

Las modificaciones de la CC bajo diversas exigencias del entrenamiento deportivo fueron modeladas por Rodríguez Alonso, en investigaciones previamente realizadas en todas las modalidades deportivas (Rodríguez 1987a), pero con mayor minuciosidad en boxeadores (Rodríguez 1987b), donde este autor recopiló gran cantidad de datos que permitieron pormenorizar el impacto de las cargas de entrenamiento y de periodos competitivos del más alto nivel en la CC en estos deportistas (figura 2).

Todas las experiencias de Rodríguez Alonso fueron generalizadas a partir de folletos, cursos de actualizaciones nacionales e internacionales, y fueron informatizadas a partir de la creación de Antrosoft, primer sistema automatizado para el diagnóstico y evaluación morfológica en el control biomédico del entrenamiento deportivo (Rodríguez 1987b; Pellón y Rodríguez 1990).

Otro de los aportes de este autor fue la introducción del sistema O-Scale para la valoración de la AP en boxeadores a nivel internacional. Para este estudio se contó con una muestra de 1 246 boxeadores de alto rendimiento que representaron a más de 50 países en competencias internacionales de la categoría A1 de la Federación Internacional de Boxeo Aficionado desde inicio de la década de 1970 hasta finales de los años 1980. A partir de esta valiosa muestra, el autor obtuvo los canales percentilares para evaluar la AP, utilizando un factor de corrección, esta vez sustituido por 173 cm, que es el valor promedio de la muestra de boxeadores a nivel internacional. De acuerdo con los resultados obtenidos, el autor demostró que los deportistas mejores clasificados a nivel internacional se distribuyeron en los canales entre el I y IV de la AP, encontrándose las mayores frecuencias entre el II y III (Rodríguez *et al.* 1991).

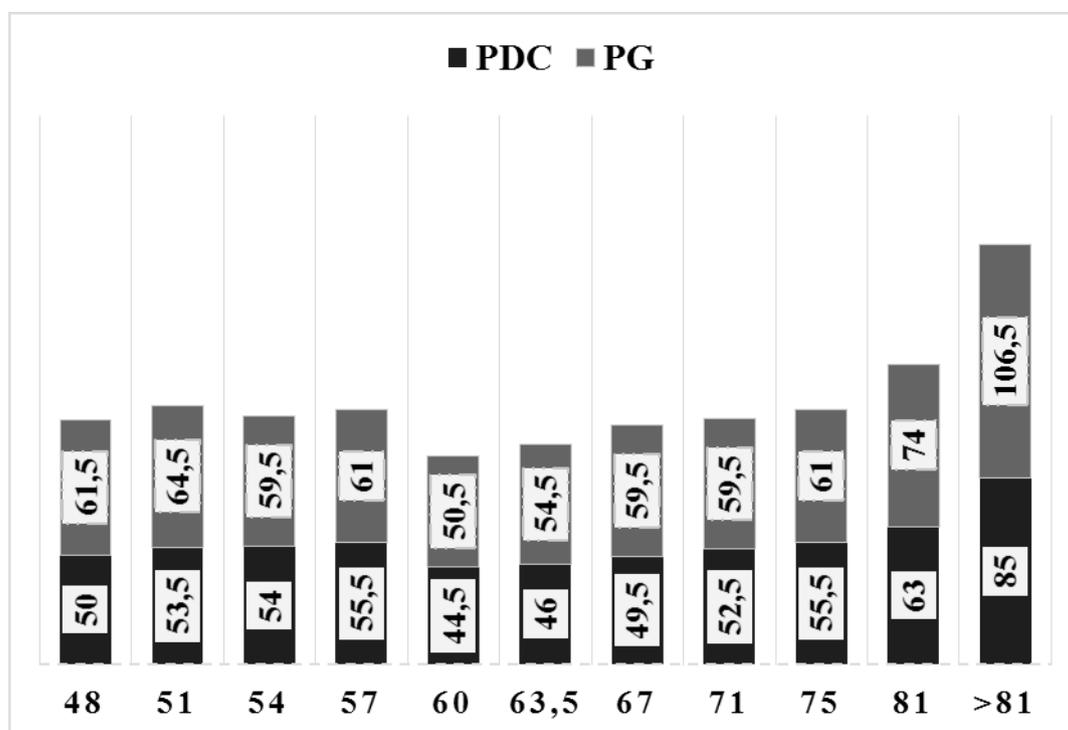


Figura 2. Comparación de la sumatoria de 11 pliegues cutáneos entre la preparación general (PG) y un periodo directo a competencia (PDC) en 11 boxeadores cubanos que realizaron el PDC en la ciudad búlgara de Plovdiv, con vistas al segundo campeonato mundial de Belgrado en 1978. Nota: Véase que en el PDC se encontraron los valores más discretos de adiposidad. Adaptado de “Utilización de indicadores simples de la composición corporal en el control biomédico del entrenamiento deportivo” (Rodríguez et al. 1987b: 27.), C.A. Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física 1(1).

La novedad de la contribución consistía en la especificidad de esta nueva clasificación para evaluar la CC de boxeadores a nivel internacional. Además, Rodríguez *et al.* (1991) demostraron que la corrección de 173 cm para el método era la adecuada en este caso, debido a que el Sistema Avanzado *O-Scale* propuesto originalmente por Richard Ward (Ward 1988) sobrestimaba la adiposidad de boxeadores con estaturas inferiores a un Phantom de 170.18 cm, mientras que en boxeadores con estaturas superiores se subestimaba la adiposidad.

Muchas de estas estrategias se implementaron en la monitorización del deportista cubano rumbo a los Juegos Panamericanos de Indianápolis 1987 y los Juegos Olímpicos de Barcelona 1992 con resultados satisfactorios, los cuales fueron divulgados por los investigadores Rodríguez Alonso y Pancorbo Sandoval en sus experiencias docentes e investigativas en México, España, Brasil y Venezuela fundamentalmente, llegando a difundirse en el resto de América Latina a través de los cursos de la Sociedad para el Avance en Cineantropometría, congresos, asesorías e intercambios científicos (Carvajal 2017).

De la etapa clásica a la actualidad

Los primeros aportes relativos al estudio de la CC en esta nueva etapa fueron obtenidos por el licenciado José Alberto Fernández Vieitez, quien realizó las primeras

investigaciones de comprensibilidad de pliegues cutáneos en cadáveres cubanos. Este autor encontró que la correlación entre la lectura del calibrador y el verdadero grosor del tejido adiposo fue mayor en los sitios contenidos en las ecuaciones de Jackson y Pollock, lo que pudiera explicar por qué éstas se encuentran entre las más utilizadas y precisas. Las mayores correlaciones encontradas en el sexo masculino indican que, en el varón adulto, el valor ofrecido por el calibrador se relaciona más con el real, lo cual podría explicar, al menos en parte, la mayor precisión de las ecuaciones en este sexo (Fernández-Vieitez *et al.* 1999).

Este mismo autor determinó las diferencias, relaciones e intercambiabilidad entre las áreas musculares (AM) de los miembros inferiores (muslo medial y pierna máxima) estimadas por antropometría y tomografía axial computadorizada. Concluyendo que el método antropométrico requiere de ciertas correcciones para estimar con mayor exactitud las AM de los miembros inferiores (Fernández-Vieitez *et al.* 2000; Fernández-Vieitez *et al.* 2001), su resultado constituyó un impulso para el empleo del modelo geométrico de Gurney-Jelliffe en el control y evaluación del entrenamiento deportivo en la década 2000-2010.

Otras de sus contribuciones fue la validación por disección de cadáveres de 7 métodos antropométricos de los 10 existentes para estimar la masa muscular (MM) humana. En este trabajo, las ecuaciones propuestas por

Drinkwater y Ross, así como la de Drinkwater seguidas por la de Matiegka resultaron las más confiables al aplicarlas a la muestra del Brussels Cadaver Study (Fernández-Vieitez 2001). La fórmula de Matiegka, a su vez, resultó la única intercambiable con la de Ross y Kerr, pero el autor precisó que el uso de las fórmulas de MM es más confiable al comparar grupos de individuos y no sujetos aislados como los deportistas (Fernández-Vieitez y Ricardo-Aguilera 2001).

Aunque el uso del método de fraccionamiento antropométrico de la masa corporal (5C) fue introducido por Rodríguez Alonso desde inicio de la década de los años 1990 (Rodríguez 1990; Rodríguez *et al.* 1991), no fue hasta inicios de la década de los años 2000 que hubo una inquietud creciente con el empleo de este método en la valoración del deportista cubano.

Empleado con más frecuencia desde finales de los años 1990, este método de fraccionamiento de la masa corporal dejaba insatisfacciones a sus principales usuarios. Los médicos deportivos desechaban su uso en las valoraciones de la masa corporal, pues, en muchas ocasiones, el método arrojaba grandes diferencias que no sabían a qué componente estructural atribuir (tejido adiposo, músculo, hueso, piel y tejido residual).

Los autores originales del método de fraccionamiento 5C dejaron entrever que éste muestra una buena eficiencia en el cálculo de masas fraccionales del mismo, especialmente en el cálculo de masa ósea y muscular, pero persisten algunos márgenes discretos de subestimación en mujeres y sobrestimación en varones, del tejido adiposo en la muestra cadavérica, hecho traspolable a la aplicación del modelo en seres vivos (Ross y Kerr 1993).

El autor de este artículo y un grupo de colaboradores recopilaron datos provenientes de más de 3 000 evaluaciones del fraccionamiento 5C, realizadas a deportistas de las selecciones nacionales de Cuba, en el periodo 1996-2005, con el objetivo de dar respuesta definitiva a esta problemática. Se arribó a la conclusión que el método fue aceptable en el sexo masculino, donde 60.2% de los deportistas tuvo estimados de la masa corporal con un error menor de 5% del peso en la báscula; en el sexo femenino, solo 22.5% tuvo estimados en este rango. Al igual que hicieron notar los autores originales del método, en la muestra cubana se subestimó más en mujeres (75.5%) y se sobrestimó más en hombres (18.3%). Por su parte, se subestimó en los que tuvieron valores más altos de adiposidad y se sobrestimó en los de valores más elevado de ésta (Carvajal 2008).

En el presente, el método de fraccionamiento antropométrico de la masa corporal de Ross y Kerr es empleado en deportistas cubanos en investigaciones donde se comparan grupos de individuos, pero no constituye el método de referencia como en muchos países de América Latina para evaluar sujetos individuales.

La necesidad de encontrar métodos más informativos para el estudio de la composición corporal y sus adaptaciones a las etapas de la preparación llevó al autor de este trabajo a liderar una investigación donde se evaluaron las

bondades de varios métodos basados en la estimación de la CC y en la suma de pliegues por segmentos y ecuaciones para evaluar la MM (Pena 2007).

La idea consistió en evaluar el poder discriminante de las ecuaciones más empleadas en la monitorización del deportista a nivel internacional. Para la grasa corporal, la ecuación no publicada de Withers y colaboradores y la de Jackson y Pollock fueron más informativas que el resto. El método más discriminante de los cambios adaptativos en la MM fue el de Ross y Kerr.

En la actualidad las ecuaciones de Withers y colaboradores constituyen la referencia empleada para el estudio de la CC en los deportistas cubanos. Recientemente se han hecho aportaciones a la literatura especializada donde se exponen los valores de referencia de la población deportiva cubana empleando este método (Carvajal *et al.* 2018).

Desde el año 2012 Cuba, comenzó a evaluar el uso del Analizador Médico de Composición Corporal (SECA mBCA, en sus siglas en inglés) en la monitorización de los deportistas cubanos, donde la investigación se ha centrado fundamentalmente en evaluar cómo se alteran las propiedades de la célula con el entrenamiento deportivo, aportando valores de referencia para cada deporte, estableciendo las diferencias entre la población deportiva y general, así como evaluando el impacto de factores ambientales como el nivel competitivo o la modalidad deportiva; la modelación a través de los modelos Cole-Cole son la base de estas investigaciones, donde se persigue que éste permita llegar a nivel más profundos de exploración de la CC (Carvajal *et al.* 2017).

Puntos de contacto entre el estudio de la composición corporal de deportistas cubanos e iberoamericanos

La historia de la Cineantropometría en Cuba está muy vinculada al desarrollo histórico de esta ciencia en Iberoamérica. Desde la década de 1980, hasta la actualidad, varios países tuvieron asesoría cubana en esta área, por lo que algunos modelos de regresión para el estudio de la CC, así como los algoritmos para su evaluación, han sido propuestos por asesores cubanos en países como Brasil, México, España y Venezuela, o a través de la especialidad en Medicina del Deporte o cursos internacionales que se ofrecen en el Instituto de Medicina del Deporte (Carvajal 2017).

También existen libros de texto publicados en Brasil y España, en los cuales el dr. Armando Enrique Pancorbo Sandoval transmitió la experiencia cubana en el estudio de la composición corporal, utilizando como ejemplo variados deportes en los que el experto trabajó durante muchos años, en Cuba, Brasil y España. Hoy estos libros constituyen materiales de referencia para las residencias en Medicina Deportiva de Latino América y España (Pancorbo 2002; 2008).

Muchos países de Iberoamérica poseen sus propios documentos de consenso, por ejemplo, España, Cuba y Brasil constituyen ejemplos que poseen estos documentos o metodologías de trabajo bien definidas (Pires-Neto y Glaner 2007; Alvero-Cruz *et al.* 2009; Carvajal *et al.* 2011; Canda 2012; Pons *et al.* 2015; Carvajal *et al.* 2020).

Los métodos empleados por los diferentes países no difieren entre sí en la actualidad; sin embargo, en Argentina y algunos países de América Latina está muy extendido el uso del método de fraccionamiento antropométrico de Ross y Kerr, el cual ha sido propuesto, entre otros expertos, por Francis Holway, nutricionista y antropometrista de la Sociedad para el Avance en Cineantropometría. Este importante autor posee numerosos datos de referencia para la evaluación de la composición corporal de deportistas elite utilizando este valioso método (Holway 2005; Holway *et al.* 2006; Holway y Garavaglia 2009; Holway y Carvajal 2011).

Uno de los pocos países latinoamericanos que no ha adoptado como norma los métodos de fraccionamiento de la masa corporal es Venezuela. La última experiencia cubana sobre asesorías internacionales en el ámbito del estudio de la CC se desarrolló en este país durante el ciclo olímpico 2012-2016. La misma consistió en la dirección del proyecto antropológico “Evaluación de la Composición Corporal en el Control Biomédico de la Preparación de Atletas venezolanos” (Rodríguez *et al.* 2014). Este proyecto arrojó como resultado los baremos para la evaluación de la CC en deportistas juveniles y adultos, a partir de los métodos no publicados de Withers y colaboradores, el método de Carter y Yuhasz, así como el empleo del Sistema Avanzado O-Scale para la valoración del físico humano validado para su empleo en los deportistas venezolanos.

Futuro de los estudios de la composición corporal de deportistas cubanos

El futuro del estudio de la composición corporal en deportistas cubanos estará muy influenciado por el empleo de los analizadores SECA mBCA, los cuales han sido actualizados desde el año 2012 por el fabricante. Hoy en día el campo de acción de esta destacada empresa alemana se ha expandido, pero su impacto en el ámbito del deporte ha aumentado exponencialmente a nivel internacional.

En Latinoamérica, las sucursales de SECA han distribuido estos analizadores, siendo México uno de los países donde más aceptación ha tenido este aparato.

En la población deportiva cubana estos analizadores ya han arrojado los modelos de fraccionamiento para el estudio por deportes de los componentes de la composición corporal (Carvajal *et al.* 2014), se tiene respuesta de la invalidez de este aparato para la valoración de los estimados bicompartimentales grasa y masa libre de grasa (Gracia-Hernández 2020), se conocen las elipses de tole-

rancia de la población deportiva y general para el análisis vectorial de la CC (Carvajal *et al.* 2020), así como también se ha logrado establecer el valor de este método para evaluar los procesos homeostáticos en relación al deporte (Carvajal *et al.* 2017).

Los investigadores cubanos son conscientes de las limitaciones de estos aparatos, pero mientras la literatura especializada en temas relativos al estudio de la CC no ofrece una alternativa satisfactoria por ninguno de los métodos considerados estándares de oro, el estudio con este tipo de analizadores en deportistas se expande (Di Vincenzo 2019; Campa *et al.* 2019).

Para finalizar, mientras se logran aproximaciones sucesivas al estudio de la composición corporal a través de estos analizadores, hacer de la antropometría un arte será un objetivo que complementará el estado del arte de la Cineantropometría en Cuba.

Conclusiones

La etapa clásica se destacó por el uso de esquemas de estandarización antropométrica que les dieron validez a los estudios sobre la CC en deportistas cubanos, así como la generalización de procedimientos propios de la inventiva cubana; la búsqueda de la perfección, en la actualidad, ha permitido alcanzar mayor precisión en la evaluación de la CC, desechando algunos métodos e introduciendo otros. Las ecuaciones actuales son más discriminantes que las usadas en los inicios. Los estudios de los nuevos analizadores, a través de la modelación de la CC, por los modelos Cole-Cole aún pueden arrojar resultados atractivos en el futuro.

Referencias

- Alvero-Cruz, J. R., Cabañas-Armesilla, M.D., Herrero de Lucas, A., Martínez-Riaza, L., Moreno-Pascual, C., Porta-Manzanido, J. (2009). 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. *Archivos de Medicina del Deporte*, 16 (131), 166-179.
- Bilsborough, J.C., Greenway, K., Opar, D., Livingstone, S., Cordy, J., Coutts, A.J. (2014). The accuracy and precision of DXA for assessing body composition in team sport athletes. *Journal of Sports Science*, 32(19):1821-1828.
- Campa, F., Matias, C., Gatterer, H., Toselli, S., Koury, J.C., Andreoli, A *et al.* (2019). Classic Bioelectrical Impedance Vector Reference Values for Assessing Body Composition in Male and Female Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 5066. Disponible

- en <http://doi:10.3390/ijerph16245066> [Consulta: julio de 2021].
- Canda, A.S. (2012). *Variables antropométricas de la población deportista española*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Carter, J. E. L., Yuhasz, M.S. (1984). Skinfold and body composition of Olympic athletes. Carter, J. L. E. (comps.) *Physical Structure of Olympic Athletes* (pp. 144-182). Switzerland: S. Karger Basel.
- Carvajal, W., Betancourt, H., Echevarría, I., Martínez, M. (2008). Validez del Método Antropométrico de Ross y Kerr (1988) en Población Deportiva De uno u Otro Sexo: Experiencia Cubana Durante el Ciclo Olímpico 1996-2000. *PubliCE Standard*.
- Carvajal, W., Deturnel, Y., Echevarría, I., Martínez, M., Castillo, M.E. (2011) Protocolo de valoración de la composición corporal para el control cineantropométrico del entrenamiento deportivo. Documento de consenso del departamento de Cineantropometría del Instituto de Medicina del Deporte de Cuba. *Revista Cubana de Medicina del Deporte, y la Cultura Física*, 5(3). Disponible en <https://www.scribd.com/document/106156571/Protocolo-de-valoracion-de-la-composicioncorporal> [Consulta: julio de 2021].
- Carvajal, W., Deturnel, Y., Expósito, L. R., Echavarría, I. y Aguilera, D. (2014). Generación de valores de referencia para el análisis de la composición corporal en deportistas cubanos basados en bioimpedancia eléctrica. *Informe del proyecto de colaboración conjunta entre seca Germany Medical Scales and Measuring Systems y el Instituto de Medicina del Deporte de Cuba*.
- Carvajal, W. (2017). Contribución de la Bioantropología del deporte al desarrollo del alto rendimiento y sus principales hitos en Cuba. *Anales de Antropología*, 51(2): 203-216.
- Carvajal, W., Deturnel, Y., Echavarría, I., Aguilera, D., Espósito, L. R. y Córdova, A. (2017). Body composition analysis using bioelectrical parameters in the Cuban sporting population. *Archivos de Medicina del Deporte*, 34(4), 207-215.
- Carvajal, W., León, S., González, M. E., Deturnel, Y., Echavarría, I.M. (2018). Anthropometrical characteristics of Cuban sporting population: Reference data from high performance national teams, 1992-2014. *Apuntes de Medicina del Deporte*, 53 (200), 129-137.
- Carvajal, W., Deturnel, Y., León, S. (2020). *Documento de consenso cubano para el estudio cineantropométrico en la red nacional de medicina del deporte*. [Manuscrito no publicado]. Subdirección de Docencia e Investigaciones: Instituto de Medicina Del Deporte.
- Carvajal, W., Deturnel, Y., Frade, D, Echavarría, I., Chávez, D., Catillo, M.E. (2020). *Calidad Celular a través de la determinación del vector bioimpedancia eléctrica (BIVA) en una población cubana saludable entre 18 a 35 años* [Manuscrito presentado para publicación]. Subdirección de docencia e investigaciones. Instituto de Medicina del Deporte.
- Dempster, P., Aitkens, S. (1995). A new air displacement method for the determination of human body composition. *Medicine and science in sports and exercise*, 27, 1692-1697.
- Di Vincenzo, O., Marra, M., Scalfi, L. (2019). Bioelectrical impedance phase angle in sport: a systematic review. *Journal International Society of Sports Nutrition*, 6 (16). Disponible en <http://doi:10.1186/s12970-019-0319-2> [Consulta: julio de 2021].
- Drinkwater, D., Ross, W. (1980). Anthropometric fractionation of body mass. In: Ostyn, W., Beunen, G., Simons, J. (comps.). *Kinanthropometry II*. (pp. 177-188). Baltimore: University Park Press.
- Durnin, J. V. G. A., Rahaman, M. M. (1967). The assessment of the amount of fat in human body from measurement of skinfold thickness. *British Journal of Nutrition*, 21, 681-93.
- Durnin, J. V. G. A., Womersley, J. (1974). Body fat assessment from total body density and its estimation from skinfold thickness. Measurements of 481 men and women aged 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77-97.
- Faulkner, J. A. (1968) Physiology of swimming and diving. H. Falls H (comps.) *Exercise physiology*. (pp. 415-176). Baltimore: Academic Press.
- Fernández-Vieitez, J. A., García, R. M, Rodríguez, C. M. (1999). Compresibilidad del pliegue cutáneo y su relación con algunas variables biológicas. Evidencias en cadáveres humanos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 13 (1), 18-23.
- Fernández-Vieitez, J. A., Álvarez-Cuesta, J. A., Williams-Wilson, L. (2000). Áreas musculares del muslo y la pierna estimadas por antropometría y tomografía axial computadorizada en adultos del sexo masculino. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 14 (2), 109-13.
- Fernández-Vieitez, J. A., Álvarez-Cuesta, J. A., Williams-Wilson, L. (2001). Validez del método de Rolland-Cachera en la estimación de las áreas musculares del muslo y la pierna. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 15(2), 109-14.
- Fernández-Vieitez, J. A. (2001). Validación por disección de cadáveres de 7 métodos antropométricos para estimar la masa muscular humana. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 15(2), 115-20.
- Fernández-Vieitez, J. A., Ricardo-Aguilera, R. (2001). Estimación de la masa muscular por diferentes ecuaciones antropométricas en Levantadores de pesas de alto nivel. *Archivos de Medicina del Deporte*, XVIII (86), 585-91.
- Forsyth, H. L., Sinning, W. E. (1973). The anthropometric estimation of body density and lean body weight of male athletes. *Medicine of Science Sports*, 5, 174-180.

- García-Hernández, C. (2020). Validez de la bioimpedancia mBCA para evaluar la composición corporal en deportistas cubanos. Tesis. La Habana: Instituto de Medicina del Deporte.
- Gutiérrez, F., Canda, A., Heras, M. E., Boraita, A., Rabadán, M., Lillo P. *et al.* (2010). *Análisis, valoración y monitorización del entrenamiento de alto rendimiento deportivo* (pp. 30-50). Madrid: Ministerio de educación y cultura.
- Holway, F. E. (2005). *Datos de referencia antropométricos para el trabajo en ciencias de la salud: Tablas "Argo-ref"*. Disponible en <http://www.nutrinfo.com/pagina/info/argoref.pdf> [Consulta: julio de 2021].
- Holway, F. E., Miguez, J., Pudelka, M., Pastor, M. (2006). Características morfológicas de jugadoras de hockey de elite argentinas. *Revista Electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte*, Vol. 2(6). Disponible en <http://www.francisholway.com/características-morfológicas-de-jugadoras-de-hockey-de-elite/> [Consulta: julio de 2021].
- Holway, F. E., Garavaglia, R. (2009). Kinanthropometry of Group I rugby players in Buenos Aires, Argentina. *Journal of Sport Science*, 27 (11), 1211–20.
- Holway, F., Carvajal, W. (2011). Height-adjusted Differences In Body Composition Tissues In Elite Male Cuban Weight-category. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43 (5), 13-14.
- Jackson, A. S., Pollock, M. L., Gettman, L. R. (1978). Intertester reliability of selected skinfold and circumference measurements and percent fat estimates. *Research Quarterly*, 49, 546-551.
- López, A., Sánchez, G. (1978). Sobre la composición corporal de los Gimnastas: una comparación de dos métodos Antropométricos prácticos. *Boletín Científico Técnico INDER*, 1, 31-36.
- López, A., Rodríguez, L. (1979). Somatotipo de clavadistas jóvenes de Alto Rendimiento. *Boletín Científico Técnico INDER*, 3:23-35.
- Malina, R. (2007). Variación de la composición corporal asociada con sexo y etnicidad. S.B. Heymsfield, T.G. Lohman, Z. Wang, S.B. Going (comps.), *Composición Corporal*. (pp. 271-298). España: McGraw-Hill Interamericana de España S. L.
- Martin, A. D., Ross, W. D., Drinkwater, D. T., Clarys, J. P. (1985) Prediction of body fat by skinfold calliper: assumptions and cadaver evidence. *International Journal of Obesity*, 9, 31-39.
- Mazess, R. B., Peppler, W. W., Gibbons, M. (1984). Total body composition by dual-photon (153Gd) absorptiometry. *American Journal Clinical Nutrition*, 40, 834-839.
- Mazorra, R., Pařízková, J. (1978). Influencia del desarrollo Somático de niños cubanos de 11 a 17 años en zonas montañosas. *Boletín Científico Técnico INDER*, 1, 13-21.
- Pancorbo, A. E. (2002). *Medicina del Deporte y Ciencias Aplicadas al Alto Rendimiento y salud*. España, Caxias do Sul: EDUCS.
- Pancorbo, A.E. (2008). *Medicina y Ciencias del Deporte y la Actividad Física*. España, Madrid: Editorial Ergon.
- Pařízková, J., Bůžková, P. (1971). Relationship between skinfolds. Thickness measured by Harpenden Calliper and densitometry analysis of total body fat in men. *Human Biology*, 43(1), 15-21.
- Pařízková, J. (1977). Body composition and body build of champion athletes in relation to fitness and performance. J. Pařízková (comps.) *Body fat and physical fitness* (pp.197-208). The Hague: Martinus Nijhoff B. V. / Medical Division.
- Pařízková, J. (1979). Role of Body Dimensions and Body Composition and Physical Fitness and performance during growth and adulthood. *Collegium Antropologicum*, 3(1), 49-48.
- Pellón, M., Rodríguez, C. A. (1990). Antrosoft: Sistema automatizado para el diagnóstico y evaluación morfológica en el control biomédico del entrenamiento deportivo. *Boletín Científico Técnico INDER*, 2, 6-16.
- Pena, A. (2007). Evaluación de la masa muscular y grasa por diferentes métodos en deportistas de élite. Tesis. La Habana: Instituto de Medicina del Deporte.
- Pires-Neto, C. S. y Glaner, M.F. (2007). "Equação de Faulkner" para predizer a gordura corporal: o fim de um mito. *Revista Brasileira de Cineantropometria y Desempenho Humano*, 9 (2), 207-21.
- Pons, V., Riera, J., Galilea, P.A., Drobnic, F., Banquells, M., Ruiz, O. (2015). Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts de Medicina del Deporte*, 50, 65-72.
- Rodríguez, L., Rodríguez, C. (1976). Estudios longitudinales del crecimiento y desarrollo en nadadores. *Boletín Científico Técnico INDER*, 1(2), 33-59.
- Rodríguez, L. (1979). Composición corporal y somatotipo del Equipo Nacional de Lucha Libre. *Boletín Científico Técnico INDER*, 4, 27-38.
- Rodríguez, C. A., Orozco, L., Sánchez, G., Argüelles, J., Gómez, M., García, E. *et al.* (1985). Fórmula y nomograma de predicción de la composición corporal en escolares cubanos. *Selección de temas de biomedicina del deporte presentados en el XI Congreso Panamericano de Medicina Deportiva*, La Habana. p. 1-13.
- Rodríguez, C. A., Rubí, A., Sánchez, G., Argüelles, J., Fernández, M.C., Gómez, M, *et al.* (1986). Obtención de ecuaciones cubanas de predicción para la determinación de indicadores de la composición corporal de escolares cubanos deportistas. *Boletín de trabajos de Antropología del Deporte*. Edición Especial. La Habana. p.19-32.

- Rodríguez, C. A. (1987b). Utilización de indicadores simples de la composición corporal en el control biomédico del entrenamiento deportivo. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, 1(1), 25-35.
- Rodríguez, C. A. (1987b). Composición corporal y peso adecuado en diferentes deportes. Folleto mimeografiado. Instituto de Medicina del Deporte, La Habana.
- Rodríguez, C. A., Fernández, M. C., Martínez, M., Martínez, X. (1989). Aproximación hacia el cálculo del peso adecuado en la preparación del deportista. *Boletín Científico-Técnico INDER*, 2, 5-32.
- Rodríguez, C. A. (1990). Un estudio sobre el potencial atlético español. Sistemas de evaluación en atletas escolares de atletismo, voleibol y baloncesto. Instituto de Cultura Educación Física y Deporte. *Convenio de colaboración entre el INDER de Cuba y el Consejo Superior de Deportes de España*. La Habana: Instituto de Cultura Educación Física y Deporte.
- Rodríguez, C. A., Fernández, M. C., Sánchez, G., López, A. (1991). Estudio Nacional de la Reserva deportiva. 1er informe preliminar de indicadores biomédicos: Béisbol y Baloncesto masculino. Instituto de Medicina del Deporte La Habana: Instituto de Cultura Educación Física y Deporte.
- Rodríguez, C. A., Fernández, M. C., Martínez, M., Martínez, X. (1991). Adaptación del sistema 0-Scale (adiposidad) para su aplicación en boxeadores. Consideraciones metodológicas. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, 2(1), 14-22.
- Rodríguez, C. A., Sánchez, G., Norat, T., Fernández, M.C. (1996). Instrumento para medir nutrición y reservas de energía. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, 1(1), 50-57.
- Rodríguez, C., Siret, J. R., Carvajal, W. (2014). Proyecto Antropológico "Evaluación de la Composición Corporal en el Control Biomédico de la Preparación de Atletas venezolanos". Proyecto de investigación. *Informe del proyecto de colaboración conjunta: Ministerio de Deportes de la República Bolivariana de Venezuela y el Instituto Nacional de Deportes, Educación Física y Recreación de la República de Cuba*.
- Ross, W. D. y Marfell-Jones, Y. M. (1982) Kinanthropometry. J. D. MacDougall, H. A. Enger, y H. J. Green (Eds.), *Physiological Testing of the Elite Athlete* (pp. 75-115). Ottawa: Mutual Press.
- Ross, W. D, Kerr, D. A. (1993). Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva. *Apunts de Educació Física y Deporte*, 18:175-87.
- Ryan, A. E., Mock, M. G., Ryan, E. D., Gerstner, G. R., Trexler, E. T., Hirsch. K. R. (2017). Validity and reliability of a 4-compartment body composition model using dual energy x-ray absorptiometry-derived body volume. *Clinical Nutrition*, 36(3), 825-830.
- Sánchez, A. (2012). *Breve historia del Instituto de Medicina del Deporte*. La Habana: Memorias del VI Congreso Internacional de Medicina y Ciencias Aplicadas al Deporte y la Actividad Física (en CD-ROM).
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J. et al. (1980). Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60, 709-723.
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Jarman, S. (1964). *The Physique of Olympic Athlete*. George Allen & Unwind Ltd.
- Tittel, K., Wutscherk, Y. H. (1972). *Sportanthropometrie*. Leipzig: Johann Ambrosius Bath.
- Thomasset, M. A. (1962), Bioelectric properties of tissue. Impedance measurement in clinical medicine. Significance of curves obtained. *Lyon Medical*, 94, 107-118.
- Wang, Z. M., Pierson, R. N., Heymsfield, S. B. (1992) The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 19-28.
- Wang, Z., Shen, W., Withers, R. T., Heymsfield, S. B. (2007). Modelos de múltiples componentes al nivel molecular de análisis de composición corporal. S. B. Heymsfield, T. G. Lohman, Z. Wang, S. B. Going (comps.), *Composición Corporal* (pp. 163-176). España: McGraw-Hill Interamericana de España S. L.
- Ward, R. (1988). *The O-Scale System for Human Physique Assessment*. Tesis. Canada: Simon Fraser University, Burnaby.
- Wickkiser, J. D., Kelly, J. M. (1975). The body composition of a college football team. *Medicine of Science Sports*, 7, 199-202.
- Yuhasz, M. S. (1962) *The effects of sports training on body fat in man with predictions of optimal body weight*. Tesis. Urbana (IL): University of Illinois.

