

PROTOCOLO DE VALORACION DE LA COMPOSICION CORPORAL PARA EL CONTROL CINEANTROPOMÉTRICO DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO. DOCUMENTO DE CONSENSO DEL DEPARTAMENTO DE CINEANTROPOMETRIA DEL INSTITUTO DE MEDICINA DEL DEPORTE DE CUBA

PROTOCOL OF BODY COMPOSITION EVALUATION FOR KINANTHROPOMETRIC CONTROL OF SPORTS TRAINING. DOCUMENT OF CONSENT FROM KINANTHROPOMETRY'S DEPARTMENT OF THE CUBAN SPORTS MEDICINE INSTITUTE

Wiliam Carvajal- Veitía¹, Yanell Deturnell- Campos², Ivis Echevarría-García², Miriam Martínez- Acosta², María Eugenia Castillo-Rodríguez ²

¹ Departamento de Investigaciones, Instituto de Medicina del Deporte

²Departamento de Cineantropometría, Instituto de Medicina del Deporte

RESUMEN

El siguiente documento describe la estrategia de trabajo a seguir por el departamento de Cineantropometría del Instituto de Medicina del Deporte (IMD) y las filiales provinciales (Centros Provinciales de Medicina del Deporte) en los años venideros. Esta nueva estrategia surge a partir de resultados de algunas tesis de maestría e investigaciones realizadas por el departamento de Cineantropometría del IMD en los últimos 10 años. Conjuntamente con esto, la introducción de la metodología de la Sociedad Internacional para el Avance en Kinantropometría (ISAK, por sus siglas en Inglés) y el uso generalizado de algunos métodos antropométricos a nivel mundial son argumentos adicionales para modificar una estrategia de trabajo que se había generalizado desde la década de los años 1970 y que no se adapta a las exigencias actuales del Control Biomédico del Entrenamiento Deportivo.

Palabras Clave: Cineantropometría, Método antropométrico, Control Biomédico del Entrenamiento Deportivo

Correspondencia: Wiliam Carvajal Veitía,
Laboratorio de Investigaciones Médico Biológicas,
Instituto de Medicina del Deporte,
Calle 10 esquina 100. Embil, La Habana, Cuba
Email: wiliam.carvajal@infomed.sld.cu

Recibido: 2 de Febrero 2011

Aceptado: 2 Abril 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
Carvajal- Veitía, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

ABSTRACT

The following document describes the strategy of work to follow for Cineanthropometry's department of Sports Medicine Institute (SMI) and provincial departments (Provincial Centers of Sports Medicine) in the next years. This new strategy starting from results of some Mastery theses and investigations accomplished by Cineanthropometry's department of SMI in the last 10 years. Jointly with this, the introduction of the methodology of **International Society the for the Advance of Kinanthropometry (ISAK)** and the generalized use of some anthropometric world methods are additional arguments to modify an strategy of work that had become general since the decade of 1970 and that is not correspondent with nowadays requirements of Biomedical Control of sport training.

Keywords: Cineanthropometry , anthropometric Method, Biomedical Control of sport training

INTRODUCCIÓN

A decir de Ross y Marfell-Jones, la composición corporal (CC) se define como la combinación de los componentes químicos y/o estructurales que comprenden la totalidad del organismo. Químicamente pueden discriminarse en agua, lípidos, proteínas y minerales; estructuralmente en términos de tejidos, masas, órganos o subsistemas de órganos¹.

Esta puede ser explorada a diferentes niveles de organización de la materia dentro de los que se encuentran: 1) Atómico, 2) Molecular, 3) Celular, 4) Tisular y 5) Corporal total².

El estudio de la CC tiene un espectro de utilidades muy amplio. El estudio de la misma es importante para evaluar el estado nutricional en sujetos sanos como en enfermos³⁻⁷, para comprobar el impacto de una u otra metodología de entrenamiento, en individuos de la población normal o en deportistas⁸⁻¹², puede auxiliar la descripción biológica del proceso de crecimiento, desarrollo y maduración del atleta en edad escolar, así como el proceso de desentrenamiento del deportista en edad adulta, etc.

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

Una gran cantidad de métodos exploratorios son utilizados en la actualidad; pero los que más se emplean son la bioimpedancia eléctrica, en cualquiera de sus variantes y la antropometría que sin lugar a dudas es el de más reproducibilidad debido a lo poco invasiva que es esta técnica y a su bajo costo¹³.

En la actualidad se emplean más de cien ecuaciones que han sido validadas por más de cinco GOLD ESTÁNDAR dentro de los que se encuentran: La densitometría, la Tomografía Axial Computarizada, la Resonancia Magnética Nuclear, la Absorciometría Fotónica Dual de Rayos X, el Ultrasonido y la Bioimpedancia Eléctrica¹⁴⁻¹⁸.

Las ecuaciones estiman algún que otro componente, ya sea Masa Grasa, Tejido Adiposo, Masa Magra, Masa Libre de Grasa, Masa Muscular, Masa Ósea, etc¹⁹⁻²⁵.

Independientemente del error que se comete, ya sea por lo erróneo del fundamento teórico del método, por los errores conceptuales a la hora de nombrar uno u otro elemento según la técnica que se utiliza o por el error técnico asociado al medidor, si las ecuaciones se usan de manera sistemática en una población y si es posible utilizarlas en el mismo grupo de edad, sexo y etnia de la cual fueron obtenidas, es un instrumento de mucha utilidad para describir los cambios adaptativos del organismo^{9,13}.

Desde la década del 1970 en Cuba hubo un consenso para utilizar los métodos de Pařízková y Bůžková²⁶, Durnin y Rahaman²⁷, Durnin y Womersley²⁸, Boileau et al²⁹, etc., como estrategias fundamentales para la determinación de la composición corporal en hombre, mujeres y niños respectivamente.

Desde el año 1998 se han introducido varios métodos que han arrojado algunos resultados halagüeños.

El método de Ross y Kerr fue validado satisfactoriamente en población deportiva cubana³⁰, y se demostró posteriormente que dos de sus fórmulas poseen utilidad en el seguimiento longitudinal de poblaciones deportivas aun cuando posean errores de estimación.

Las ecuaciones de Withers et al, Carter-Yuhasz y Jackson y Pollock fueron mejores discriminantes de los cambios adaptativos producto del entrenamiento

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

deportivo cuando fueron comparadas con otras siete ecuaciones dentro de las que se encuentran la de Pařízková y Bůžková, Faulkner, etc¹³.

Lo encontrado en el periodo desde 1998-2005 obligó a poner en prueba algunas de estas ecuaciones y métodos citados para confirmar los resultados obtenidos como parte de trabajos de Maestrías y la experimentación de laboratorio. Finalmente lo observado en la experimentación confirmó los criterios emitidos por autores como Lohman³¹ Carter, Pacheco del Cerro³², Martin, Ross, Drinkwater y Clarys³³, etc.

Debido a esto, y después de un periodo largo de prueba, se decidió por el departamento de Kinantropometría del Instituto de Medicina del Deporte (IMD) desarrollar un documento de consenso que dictará las pautas de trabajo en los años venideros para el control kinantropométrico del entrenamiento deportivo (CKIED).

El objetivo principal es tener un documento con referencias claras y adecuadas en cuanto a las ecuaciones utilizables para cada población.

Recomendaciones Biomatemáticas para la selección de los métodos de determinación de la composición corporal

El uso de variables antropométricas para la estimación de la CC tiene inconvenientes por lo que recomendamos tomar algunas medidas para minimizarlos:

En primer lugar lo correcto es utilizar ecuaciones que hayan sido validadas en la población en estudio, para reducir el error debido al efecto de las variaciones poblacionales, principio conocido como la especificidad poblacional de las ecuaciones de estimación³².

Como segunda condición se sugiere utilizar ecuaciones específicas, si se realiza el estudio en poblaciones definidas como la población deportiva, estudiantes universitarios, etc. Para aplicar las mismas se debe tener en cuenta la edad de los estudiados, la diversidad dentro del grupo específico, la diversidad racial, etc., tratando de buscar similitudes en las poblaciones de referencia y estudiada.

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
Carvajal- Veitía, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

En tercer lugar hay que considerar estimadores estadísticos como los Coeficientes de Correlación de la regresión(r), el Coeficiente de Determinación (R^2) y el Error Estándar del Estimado (EEE) de la regresión lineal, cuadrática, etc., ya que estos representan la bondad de ajuste de la ecuación que va a ser utilizada³⁴.

En cuarto lugar se debe seleccionar la combinación de pliegues cutáneos adecuada, para garantizar la representatividad de la adiposidad general.

Con respecto a esta cuarta proposición Pacheco del Cerro³² afirma que para considerar apropiada una ecuación de estimación del % GC, el número de pliegues a tener en cuenta debe ser de seis como mínimo y su localización equitativa entre el tronco y las extremidades, para equilibrar las variaciones individuales de distribución de la grasa corporal.

Por otra parte, algunos estudios realizados^{31,33} plantean que cualquier ecuación que utilice pliegues debe incluir: el abdominal, el muslo medio y el subescapular, pues estos son los más representativos.

Método de los pliegues cutáneos

Este método se basa en la medida del grosor del panículo adiposo teniendo en cuenta cada uno de los protocolos de medición establecidos.

Para minimizar los errores que se cometen al estimar la composición corporal hay que tener en cuenta que se debe reproducir la metodología exacta del autor que describe el método. Al utilizar una variación de un pliegue cutáneo la ecuación de regresión pierde fiabilidad a la hora de realizar el estimado.

El folleto. "Dimensiones Antropométricas y controles de calidad" realiza una descripción exacta de todas las variaciones existentes en cuanto a cada una de las medidas³⁵. De igual manera se pudieran contrastar las diferencias entre los protocolos del ISAK y el PBI con respecto a una misma medida³⁶.

Por solo citar dos ejemplos, existen variaciones en la localización del sitio Suprailíaco y abdominal que incluyen el uso de pliegues tomados en forma vertical, horizontal y oblicua, en diferentes distancias, etc.

Pliegue Suprailiaco

- Técnica de Ross³⁷

El pliegue se localiza sobre el aspecto inferior de la espina iliaca anterior superior sobre el borde de la línea axilar anterior; el pliegue corre hacia abajo aproximadamente 45° de la horizontal.

- Técnica del PBI³⁸

El pliegue se toma a 1 cm. hacia arriba y 2 hacia la región medial con respecto a la espina iliaca anterior superior (punto ilioespinal anterior). El pellizco, es en este caso, oblicuo hacia arriba y hacia afuera.

- Técnica de Brozek^{27,28,39}

El sitio se localiza justo sobre la cresta iliaca, en la línea axilar media, con el pliegue perpendicular a ella, es decir horizontal.

- Técnica de Allen⁴⁰

El sitio se localiza sobre la cadera encima de la cresta iliaca, en el punto de intersección la prolongación de la línea axilar anterior. La dirección del pliegue es de acuerdo al clivaje del hueso ilíaco.

- Técnica de Airlie⁴¹

El pliegue se mide en la línea axilar media inmediatamente superior a la cresta iliaca. Se hará un pellizco oblicuo, justo posterior a la línea axilar media, siguiendo el clivaje natural de la piel.

Pliegue Abdominal

- Técnica de Skerlj, Brozek y Hunt⁴²

El pliegue se toma adyacente al ombligo.

- Técnica del PBI³⁸

El pliegue se toma a nivel del ombligo, 2 "(5cm) hacia la izquierda de éste.

- Técnica de Pařízková⁴³

El pliegue se toma sobre el abdomen (sobre la línea que conecta el ombligo y la espina iliaca ventral (espina iliaca anterior superior), a un cuarto de la distancia más cercano al ombligo.

- Técnica de Airlie⁴¹

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

El sujeto erecto con la pared muscular abdominal relajada y el peso de su cuerpo repartido entre ambos pies. Se selecciona un sitio 3 cm lateral al punto medio del ombligo y 1 cm inferior a éste. La dirección del pliegue es horizontal. Por último, al igual que Alberó y colaboradores⁴⁴ pensamos que en individuos obesos, debido a las dificultades que tiene la toma de pliegues cutáneos y dada la variabilidad de las medidas en este tipo de sujetos, se debe valorar el uso de circunferencias y de las relaciones peso-talla. La toma de pliegues en este tipo de sujetos crea desconfianza debido que se subestiman los elementos relacionados con la adiposidad y se sobreestima el tejido metabólicamente activo. La toma de pliegues en estos sujetos se convierte en un paso integrador de la valoración.

MATERIAL Y MÉTODO

Material antropométrico recomendado

- Báscula con precisión de 100g
- Estadiómetro o Tallímetro de pared (precisión de 1mm)
- Calibradores de pliegues cutáneos: Harpenden y Holtain (precisión de 0,2mm), y Slimguide (precisión 0,5mm).
- Compás de corredera: Holtain, Rosscraft (precisión 1mm)
- Cinta métrica: Holtain, Rosscraft, Gaucho, Sunny (precisión 1mm). Debe ser metálica, anticorrosivo, estrecha e inextensible.
- Antropómetro: Holtain, GPM (precisión 1mm).

Grupos de población a los que se dirige la propuesta

La propuesta esta dirigida a los mismos grupos de población descritos por Alberó y colaboradores⁴⁴ para población española en el documento de consenso del Grupo Español de Kinantropometría (GREK), tomado de referencia para el convenio cubano. Esta incluye 8 grupos bien diferenciados que son Niños, Adolescente, Adultos 1, Adultos 2, Adultos 3, Mayores, Deportistas y Obesos.

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

Tabla 1. Grupos poblacionales en relación con su edad.

Grupo de población	Edad(años)
Niños	8-12/14
Adolescentes	13-15/17
Adultos1	19-30
Adultos2	31-55
Adulto3	56-65
Mayores	>65
Deportistas	-
Obesos	-

Propuesta de estimación de los componentes de la composición corporal

Las ecuaciones propuestas para la estimación corporal se muestran en la tabla # 2 en orden de prioridad. A continuación se describirán a las características poblacionales de cada una de las ecuaciones propuestas según edad y sexo.

Tabla 2. Recomendación de ecuaciones de la composición corporal según grupo etareo.

Grupo de población	MG	MM	MO
Niños	Slaughter	Poortmans	Rocha
Adolescentes	Slaughter	Poortmans	Rocha
Adultos1	Durnin-Womersley	Lee	Ross y Kerr
Adultos2	Durnin-Womersley	Lee	Ross y Kerr
Adulto3	Durnin-Womersley	Lee	Ross y Kerr
Mayores	Durnin-Womersley	Lee	
Deportistas	Withers y colaboradores Carter-Yuhasz	Ross y Kerr ,Lee	Ross y Kerr
Obesos	Weltman	Lee	Rocha

MG: Masa Grasa MM: Masa Muscular MO: Masa Ósea

Niños, Niñas y adolescentes

Masa Grasa

Existen creencias por parte de algunos deportólogos de que mientras más pliegues se utilicen para la predicción de la grasa en niños, mayor valor posee el estimado de la adiposidad y se resisten a usar ecuaciones como las de Slaughter y colaboradores, sin embargo algunos autores como Gaskin y Walker⁴⁵, Lohman y Going⁴⁶ y Magarey et al⁴⁷ refieren que las mediciones de grosor del tríceps y subescapular son las más útiles en edades pediátricas.

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

Además, las mediciones de pliegues cutáneos están sujetas a una variabilidad bastante alta entre un observador y otro.

Una de las propuestas para la determinación de la CC en niños y adolescentes es la ecuación de Slaughter y colaboradores. El estudio original fue realizado en la Universidad de Illinois y replicado en la Universidad de Arizona¹⁹. Esta ecuación generalizada cuenta con referencias para población cubana para niños de la Escuela Nacional de Gimnasia basadas en una recopilación de datos desde el año 2002 hasta el 2008⁴⁸.

Muestra original: 310 niños (174 niños y 136 niñas) de diferentes niveles de maduración entre 8 y 18 años. Las medidas fueron realizadas con un calibrador Harpenden y con un error estándar del estimado de 3,8%.

Existe una gama muy amplia de ecuaciones que incluyen como variables independientes el pliegue Subescapular y Tríceps, además de considerar 3 estadios de maduración (prepuberal, puberal y pospuberal y el estatus racial; pero en este caso se recomiendan las ecuaciones generalizadas que aparecen a continuación.

Slaughter et al¹⁹

Niños blancos y negros

% de Grasa = $0.735 * (\text{tríceps} + \text{pierna medial}) + 1$

Niñas blancas o negras

% de Grasa = $0.61 * (\text{tríceps} + \text{pierna medial}) + 5.1$

Masa Ósea

La ecuación de Rocha es la más utilizada en la realidad y aunque no fue obtenida en niños pensamos que puede servir de utilidad para realizar las estimaciones de la Masa Ósea en niños²².

La misma esta basada en la fórmula de Von Döbeln e inspirada en los estudios de Matiegka.

La muestra utilizada para el estudio original de Rocha fue de 2545 individuos de ambos sexos (1517 mujeres y 1028 hombres) con medidas del diámetro del fémur y la muñeca en un solo hemicuerpo y un rango de edades entre 17 y 25 años. Von Döbeln realizó el mismo estudio utilizando ambos lados del cuerpo.

Masa Ósea (Kg.) = $3,02 * [\text{Talla}^2 * \text{DF} * \text{DM} * 400]$

Donde:

DF: Diámetro del fémur

DM: Diámetro de la muñeca

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo- Rodríguez

Masa Muscular

La mayoría de las ecuaciones de Masa Muscular existentes han sido obtenidas en adultos, debido a esto se utilizará la ecuación de Poortmans recomendada por el Grupo Español de Kinantropometría (GREC), ya que es aplicable a niños, niñas y adolescentes entre 7 y 16 años y adultos jóvenes entre 20 y 24 años ²³.

La muestra original utilizada por Poortmans fue de 39 niños adolescentes y 20 adultos de 20-24 años.

La ecuación fue obtenida por regresión entre la antropometría de circunferencias corregidas por los pliegues cutáneos y la Absorciometría Fotónica Dual de Rayos X. El coeficiente de determinación obtenido para la regresión fue $R^2=0,96(p<0,01)$.

En la fórmula cada perímetro es corregido por la décima parte del pliegue cutáneo que se encuentra al mismo nivel en el que se mide la circunferencia.

$$\text{MME (Kg.)} = \text{Talla} * [(0,0064 * \text{PBC}^2) + (0,0032 * \text{PMC}^2) + (0,0015 * \text{PGC}^2)] + (2,56 * \text{Sexo}) + (0,136 * \text{Edad})$$

Donde:

PBC: Circunferencia del brazo corregido por el pliegue del tríceps

PMC: Circunferencia del muslo corregido por el pliegue del muslo anterior.

PGC: Circunferencia de la pierna corregida por el pliegue de la pierna media

Sexo: Hombre=1; Mujer=0

Adultos

Masa Grasa

Para estas edades se utilizará la ecuación de Durnin y Womersley de estimación de la densidad corporal y se sustituye en la ecuación de Siri para obtener el porcentaje de grasa corporal ²⁸.

La muestra que utilizaron los autores estaba compuesta de 209 hombres y 272 mujeres en edades entre 16 y 72 años. El calibrador utilizado fue de la marca Holtain.

Las ecuaciones propuestas por Durnin y Womersley aparecen en la tabla 3.

Tabla 3. Ecuaciones propuestas por Durnin y Womersley

Genero	Edad	Ecuación de regresión
Hombres	16-72	$D = 1.1765 - 0.0744 * \text{Log } 10 (\text{Tríceps} + \text{Bíceps} + \text{Subescapular} + \text{Suprailíaco})$
Mujeres	16-72	$D = 1.1567 - 0.0717 * \text{log}10 (\text{tríceps} + \text{bíceps} + \text{subescapular} + \text{Suprailíaco})$

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
Carvajal- Veitía, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

La ecuación de Yuhasz es propuesta para la estimación de la composición corporal en adultos porque ha arrojado buenos resultados en el personal asistente a la consulta de antropometría nutricional del IMD; aunque originalmente no fue obtenida para este tipo de población.

Masa Ósea

Para determinación de la masa ósea se proponen las ecuaciones de Ross y Kerr.

Ross y Kerr ²⁵

Masa Ósea de la Cabeza (MOCA)

Puntaje Relativo al Phantom (PRF) = (Perímetro Cefálico - 56.0) / 1.44

MOCA (Kg.) = ((PRF * 0.18)) + 1.20

Masa Ósea del Cuerpo (MOCU)

Suma de Diámetros (SD) = (DBC + DBA + 2 * DH + 2 * DF)

Puntaje Relativo al Phantom (PRF) = (SD * (170.18 / Talla) - 98.88) + 5.33

MOCU (Kg.) = ((PRF * 1.34) + 6.70) / (170.18 / Talla)³

Masa Ósea Total = MOCA + MOCU

Donde:

DBC: Diámetro Bicrestal; DBA: Diámetro Biacromial; DH: Diámetro del Húmero; DF: Diámetro del Fémur

Masa Muscular

Para la determinación de la Masa Muscular proponemos la fórmula de Lee y colaboradores ¹⁵ diseñada para este tipo de población. La muestra original que uso este investigador estaba compuesta por 324 individuos (244 no obesos y 80 obesos). Las medidas fueron tomadas según las referencias de Lohman expuestas en el manual de estandarización antropométrica.

MME (Kg.) = Talla * (0,00744 * PBC² + 0,00088 * PMC² + 0,00441 * PPC²) + (2,4 * Sexo) - (0,0048 * Edad) + Etnia + 7,8

Donde:

PBC: perímetro del brazo relajado - (3,14 * (Pliegue del Tríceps / 10)); PMC: perímetro del muslo relajado - (3,14 * (Pliegue del muslo anterior / 10)); PPC: perímetro de la pantorrilla - (3,14 * (Pliegue de la pantorrilla medial / 10)); Sexo: Mujeres = 0, Hombres = 1; Edad en años; Etnia: 2 para los asiáticos, 1,1 para los afroamericanos, 0 para los caucásicos e hispánicos, talla en metros, perímetros en cm. y pliegues en mm.

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

Deportistas Hombres

Es precisamente en esta área donde se tienen más experiencias en lo que respecta a la utilidad práctica de las ecuaciones. De un total de 10 ecuaciones utilizadas en el ámbito del deporte las más aceptadas para describir las variaciones que sufren los deportistas por efecto de entrenamiento son las de Wither y colaboradores, Carter-Yuhasz, Jackson y Pollock y otras que incluyen 6 pliegues cutáneos o más.¹³

Withers y colaboradores

La ecuación de Wither y colaboradores ha dado buenos resultados en el CKED. Según Carter la misma es una de las que más se utilizan hoy en día en el ámbito del deporte a nivel mundial y se ha implementado por Rodríguez y Siret en países de América Latina como Venezuela durante un proyecto que esta en desarrollo en estos momentos.

En el laboratorio de Kinantropometría del IMD la misma se introdujo como parte del Control Médico en el año 2005 y ha dado buenos resultados. Aunque no se tienen referencias porque el informe final esta en proceso de elaboración.

Para la obtención de esta ecuación se estudió una muestra de 207 deportistas de 18 equipos australianos de deportes individuales y colectivos. La edad de los sujetos fue de $24,2 \pm 4,7$ años con un rango de 15 a 39 años. El método de referencia usado fue la densitometría y las mediciones antropométricas realizadas a los deportistas se llevaron a cabo según la metodología del ISAK.

El rango de valores de % de grasa encontrado estuvo entre 1 y 27% ($10,0 \pm 2,7\%$).

Los deportes incluidos en la muestra original son Bádminton, Baloncesto, Ciclismo, Hockey sobre césped, Carrera a campo traviesa, Fútbol americano, Gimnasia artística, Levantamiento de pesas, Fútbol, Natación, Atletismo y Voleibol.

El coeficiente de determinación (R^2) y el error estándar del estimado para el porcentaje de grasa y para la densidad corporal fueron 0,738; 2,5% y $0,00579\text{g/cm}^3$ respectivamente.

Este estudio incluye una validación cruzada interna y externa. Los resultados del mismo permiten obtener estimados puntuales de densidad que

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

posteriormente permitirán obtener porcentajes de grasa a través de la sustitución en la ecuación de Siri.

Withers, Craig, Bourdon y Norton ¹⁸

$D=1.10326-0.00031$ (Edad)- $0.00036*($ Subescapular+ Tríceps+ Suprailiaco + Abdominal+ Muslo Medio+ Pierna Media)

Carter-Yuhasz ²⁰

La ecuación de Carter, que se emplea en el IMD desde el año 2002, deriva de la ecuación de Yuhasz y es conocida como el estándar de oro de las poblaciones deportivas. Carter la emplea en atletas olímpicos y la publica durante el Proyecto Antropológico de los Juegos Olímpicos de Montreal 1976 conocido por MOGAP (en sus siglas en inglés).

$\%Graso=1,1051*($ tríceps + subescapular + Suprailiaco + Abdominal + Muslo + Pierna Medial) $+2,58$

Masa Ósea

Aunque este tejido no posee importancia práctica para el control médico del entrenamiento deportivo, proponemos que se usen, en caso de ser necesario, las ecuaciones de Ross y Kerr por ser las únicas que poseen referencias en población deportiva cubana de uno u otro sexo. ⁴⁸

Masa Ósea de la Cabeza (MOCA)

Puntaje Relativo al Phantom(PRF)= (Perímetro Cefálico -56.0) /1.44

MOCA (Kg.) = ((PRF*0.18)) +1.20

Masa Ósea del Cuerpo (MOCU)

Suma de Diámetros (SD) = (DBC + DBA +2*DH + 2*DF)

Puntaje Relativo al Phantom(PRF) =(SD*(170,18/Talla)-98.88)+5.33

MOCU(Kg.)=((PRF*1.34))+6.70)/(170.18/Talla)³

Masa Ósea Total =MOCA+MOCU

Donde:

DBC: Diámetro Bicrestal; DBA: Diámetro Biacromial; DH: Diámetro del Húmero; DF: Diámetro del Fémur

Masa Muscular

De 8 de las 10 ecuaciones existentes para estimar la masa muscular en humanos, las más útiles en el ámbito del deporte cubano han sido la de Lee y colaboradores ¹⁵ y la de Ross y Kerr ²⁵.

Lee y colaboradores

MME (Kg.)= $Talla*(0,00744*PBC^2+0,00088*PMC^2+0,00441*PPC^2)+ (2,4*Sexo)-(0,0048*Edad)+Etnia+7,8)$

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

Donde:

PBC: Perímetro del Brazo Relajado-(3,14*(Pliegue del Tríceps/10)); PMC: Perímetro del Muslo -(3,14*(Pliegue del Muslo Anterior/10)); PPC: Perímetro de la Pantorrilla-(3,14*(Pliegue de la Pantorrilla Medial/10)); Sexo: Mujeres=0, Hombres=1; Edad en años; Etnia: 2 para los asiáticos, 1,1 para los afroamericanos, 0 para los caucásicos e hispánicos, talla en metros, perímetros en cm. y pliegues en mm.

Ross y Kerr

Suma de Perímetros corregidos (SPC)= (PBE-3.1416*(Tríceps/10)
+Antebrazo+ (PTN-3.1416*(Subescapular/10)) + (PMM-
3.1416*(Muslo/10))+ (PPM-3.1416* (Pantorrilla/10))

Puntaje Relativo al Phantom (PRP)= ((SPC*(170.18/Talla)) -207.21)/13.74

MM (Kg.) =((PRP*5.4)+24.5)/(170.18/Talla)**3

PBE: Perímetro del Brazo Relajado; PAB: Perímetro del Antebrazo; PTN: Perímetro del Tórax Normal; PMM: Perímetro del Muslo; PPM: Perímetro de la Pierna Máxima; Tríceps: Pliegue del Tríceps; Antebrazo: Pliegue del Antebrazo; Subescapular: Pliegue subescapular; Muslo: Pliegue del muslo medial; Pantorrilla: Pliegue de la Pantorrilla Medial

Deportistas mujeres

Al igual que en el sexo masculino, aquí se han obtenido resultados relevantes utilizando las fórmulas de Wither y colaboradores y la de Carter-Yuhasz.

Withers, Whittingham, Norton, Laforgia, Ellis y Crockett ¹⁷

Para la obtención de esta ecuación se estudió una muestra de 182 deportistas de 14 equipos australianos de deportes individuales y colectivos. La edad de los sujetos fue de 22,5±5,2 años con un rango de 11 a 41 años. El método de referencia usado fue la densitometría y las mediciones antropométricas realizadas a los deportistas se llevaron a cabo según la metodología del ISAK.

El rango de valores de % de grasa encontrado estuvo entre 8 y 36%(18,5±5,2%).

El coeficiente de determinación (R²) y el error estándar del estimado para el porcentaje de grasa y para la densidad corporal fueron 0,841; 2,8% y 0,00624g/cm³ respectivamente.

$D = 1,07878 - (0,00035 * (\text{Subescapular} + \text{Tríceps} + \text{Suprailiaco} + \text{Abdominal} + \text{Muslo Medio} + \text{Pierna Media})) + (0,00032 * \text{Edad})$

Carter-Yuhasz ²⁰

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez
 $\%Graso=1,1548*(Tríceps+ Subescapular + Suprailiaco + Abdominal + Muslo + Pierna Medial)+3,58$

Masa Ósea

Aunque este tejido no posee importancia práctica para el control médico del entrenamiento deportivo, proponemos que se usen, en caso de ser necesario, las ecuaciones de Ross y Kerr por ser las únicas que poseen referencias en población deportiva cubana de uno u otro sexo. ⁴⁸

Masa Ósea de la Cabeza (MOCA)

Puntaje Relativo al Phantom(PRF)= (Perímetro Cefálico -56.0) /1.44

MOCA (Kg.) = ((PRF*0.18)) +1.20

Masa Ósea del Cuerpo (MOCU)

Suma de Diámetros (SD) = (DBC + DBA +2*DH + 2*DF)

Puntaje Relativo al Phantom(PRF) =(SD*(170,18/Talla)-98.88)+5.33

MOCU (Kg.) = ((PRF*1.34))+6.70)/(170.18/Talla)³

Masa Ósea Total =MOCA+MOCU

Donde:

DBC: Diámetro Bicrestal; DBA: Diámetro Biacromial; DH: Diámetro del Húmero; DF: Diámetro del Fémur

Masa Muscular

De la misma forma que en la masa ósea, en la estimación de la masa muscular proponemos que se usen la ecuación de Lee y colaboradores ¹⁵ y la de Ross y Kerr²⁵ por ser estas las de mejores resultados en el ámbito del deporte cubano.

Lee y colaboradores

MME (Kg.)=Talla* (0,00744*PBC²+0,00088*PMC²+0,00441*PPC²)+ (2,4*Sexo)-(0,0048*Edad)+Etnia+7,8)

Donde:

PBC: perímetro del brazo relajado-(3,14*(Pliegue del Tríceps/10)); PMC: perímetro del muslo relajado-(3,14*(Pliegue del muslo anterior/10)); PPC: perímetro de la pantorrilla-(3,14*(Pliegue de la pantorrilla medial/10)); Sexo: Mujeres=0, Hombres=1; Edad en años; Etnia: 2 para los asiáticos, 1,1 para los afroamericanos, 0 para los caucásicos e hispánicos, talla en metros, perímetros en cm. y pliegues en mm.

Ross y Kerr

Suma de Perímetros corregidos (SPC)= (PBE-3.1416*(Tríceps/10) +Antebrazo+ (PTN-3.1416*(Subescapular/10)) + (PMM-3.1416*(Muslo/10))+ (PPM-3.1416*(Pantorrilla/10))

Puntaje Relativo al Phantom(PRP)= ((SPC*(170.18/Talla)) -207.21)/13.74

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

$$MM \text{ (Kg.)} = ((PRP * 5.4) + 24.5) / (170.18 / \text{Talla})^{**3}$$

PBE: Perímetro del Brazo Relajado; PAB: Perímetro del Antebrazo; PTN: Perímetro del Tórax Normal; PMM: Perímetro del Muslo; PPM: Perímetro de la Pierna Máxima; Tríceps: Pliegue del tríceps; Antebrazo: Pliegue del antebrazo; Subescapular: Pliegue subescapular; Muslo: Pliegue del muslo medial; Pantorrilla: Pliegue de la pantorrilla medial

Obesos y Obesas: Casos de promoción de salud

La fórmula obtenida por Weltman⁴⁹ para sujetos del sexo masculino esta basada en sujetos con características muy particulares. La muestra original quedo compuesta de 127 individuos con un rango de edad entre 24 y 60 años y con un peso promedio de $94,5 \pm 13$ años y un porcentaje de grasa > 30 .

Aunque la correlación entre el pesaje hidrostático vs. el perímetro abdominal y el peso fue medianamente significativa ($r=0,54$) el error estándar del estimado para le error estándar para del porcentaje de grasa fue de 2,88%.

$$\%G = 0,31457 * \text{CAbd} - 0,10969 * \text{Peso} + 10,8336$$

Donde:

CAbd (Perímetro Abdominal Medio) = $\text{CAbd1} + \text{CAbd2} / 2$ y

CAbd1: Entre las ultimas costillas y las crestas iliacas y por la parte anterior entre el punto xifoexternal y el ombligo

CAbd2: A nivel de las crestas iliacas y por delante a nivel del ombligo.

La fórmula obtenida por Weltman²⁴ para el sexo femenino esta basada en una muestra que quedo compuesta de 110 individuos con un rango de edad entre 24 y 60 años y con un peso promedio de 88 ± 16 años y un porcentaje de grasa > 30 .

Aquí la correlación entre el pesaje hidrostático vs. el perímetro abdominal y el peso fue altamente significativa ($r=0,76$) el error estándar del estimado para le error estándar para del porcentaje de grasa fue de 2,9%.

$$\%G = 0,11077 * \text{CAbd} - 0,17666 * \text{Talla} + 0,14354 * \text{Peso} + 10,8336 + 51,03301$$

Donde:

CAbd (Perímetro Abdominal Medio) = $\text{CAbd1} + \text{CAbd2} / 2$ y

CAbd1: Entre las ultimas costillas y las crestas iliacas y por la parte anterior entre el punto xifoexternal y el ombligo

CAbd2: A nivel de las crestas iliacas y por delante a nivel del ombligo.

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

Las muestras de hombres y mujeres fueron sometidas a validación cruzada con 43 y 46 individuos respectivamente.

Consideraciones sobre el uso de métodos de fraccionamiento y de las ecuaciones de masa muscular.

La técnica de Ross y Kerr no posee un gran valor discriminante para determinaciones longitudinales por efecto del entrenamiento deportivo; pero es el único método de fraccionamiento que posee valores de referencia en población deportiva cubana debido a los años de experimentación a los que el mismo fue sometido en el laboratorio de Kinantropometría del IMD. El mismo fue validado satisfactoriamente con resultados que están en el entorno de los múltiples estudios de validación a los que ha sido sometido el mismo.³⁰

Por lo tanto recomendamos que este método sea empleado como método de fraccionamiento de referencia y que los valores absolutos y relativos de las fracciones Masa Grasa, Masa Muscular, Masa Ósea, Masa Residual y Masa Piel que aparecen el folleto para Control Cineantropométrico del Entrenamiento Deportivo sean utilizadas como estándares comparativos⁴⁸.

El Grupo Español de Cineantropometría⁴⁴ propone el método de fraccionamiento de Drinkwater y Ross, ya que la desviación debido al valor 100% que se obtiene de la suma de los cuatro componentes que este método estima, arroja un valor que refleja el estimado del error que se comete al calcular el peso estructurado. El método de Ross y Kerr también tiene en cuenta este aspecto y aun y cuando existen errores en la estimación de la Masa Piel²⁵, a decir de sus autores, en población deportiva cubana se ha implementado satisfactoriamente.

Pensamos que la estrategia de los brasileños De Rose y Guimarães, que ha sido empleada de manera extensiva como método de fraccionamiento de la masa corporal, encierra mayor incertidumbre que los métodos de fraccionamiento mencionados con anterioridad, pues el cálculo de la masa muscular se hace a partir de la diferencia que arroja el peso corporal con respecto a tres componentes estimados⁵⁰

Debido a la incertidumbre que posee la estimación de la Masa Muscular por esta última estrategia y a los elementos adicionales que esta involucra, debido a la no corrección de los perímetros que reflejan la hipertrofia, este método

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

arroja diferencias significativas para la masa muscular en momentos diferentes de la preparación deportiva que pueden estar sesgadas por los elementos que no se tienen en cuenta en la estimación de la masa muscular.

Ante las evidencias que se han presentado producto de los estudios realizados, es más fácil pensar que la masa muscular en deportistas elites posee valores estables debido al proceso de optimización morfológica⁵¹.

Este planteamiento se refiere a periodos cortos de tiempo dentro del cual se desarrollan los mesomacros habituales y no a periodos prolongados o a deportes de divisiones en los cuales los individuos modifican la masa muscular debido al crecimiento y desarrollo, al cambio de división o al rebote en el peso corporal.

Las ecuaciones de Lee y colaboradores 2¹⁵ y la de De Rose y Guimarães⁵⁰ son las que más modificaciones significativas muestran cuando se monitorean en el tiempo. Casualmente estas no muestran correcciones de ningún tipo ni miden la hipertrofia de ninguno de los segmentos involucrados en el desarrollo muscular humano. Mientras que el resto de las ecuaciones monitorizadas, incluidas la de Matiegka, Ross y Kerr, Martin y colaboradores, Lee y colaboradores 1, no discriminan con mucha facilidad entre etapas de la preparación deportiva⁵².

Cuando se siguió el comportamiento de la grasa corporal no hubo dudas al entender que cuatro de las ecuaciones que incluyen los pliegues cutáneos abdominal y muslo medio discriminaron más que las seis restantes que no integraban estos panículos a la fórmula, sin embargo en las mismas muestras la ecuación de Lee y colaboradores 1 que solo incluye el peso corporal y la estatura y la de De Rose y Guimarães que es la sustracción de los componentes con respecto al peso corporal total fueron las únicas que mostraron diferencias significativas.

Esto lleva pensar que las mismas ofrecen un resultado que esta sesgado por la variación de los pliegues cutáneos cuando se hace el seguimiento longitudinal de la masa muscular y por lo tanto no deben ser utilizadas en este sentido.

El uso del método de Ross y Kerr, además de ser el método de fraccionamiento propuesto por el ISAK posee abundantes datos de referencia

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

para la población deportiva cubana de uno y otro sexo, este es el argumento más importante que hay a su favor para su uso en el CKED.

Por otra parte el mismo ha sido validado en múltiples muestras de deportistas foráneos, demostrando su utilidad en el deporte.^{25, 30}

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ross W.D., Marfell Jones M.J. Kinanthropometry. In *Physiol Testing of Elite Athl.* Mac Dougall J.D. Wenger H.A., Green H.J. (eds.). Mov Publ, Inc., N. York Chap VI: pp 75-115, 1982 a. 1982.
2. Wang Z. S. Heshka R.N. Pierson S.B. Heymsfield. 1995 Systematic organization of body composition methodology: an overview with emphasis on component-based, *Am Jour Clin Nutr*1995; 61: 457-465.
3. Heymsfield SB, Nunez C, Testolin C y col. Anthropometry and methods of body composition measurement for research and field application in the elderly. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(Suppl 3): S26-S32.
4. Seidell JC. Relationships of total and regional body composition to morbidity and mortality. En: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human Body Composition* Champaign: Human Kinetics, 1996: 345-353.
5. Bales CB, Ritchie CS. Sarcopenia, weight loss, and nutritional frailty in the elderly. *Annu Rev Nutr* 2002; 22:309-323.
6. Welle S. Cellular and molecular basis of age-related sarcopenia. *Can J Appl Physiol* 2002; 27:19-41. 12.
7. Marcell TJ. Sarcopenia: causes, consequences, and preventions. *J Gerontol Med Sci*2003; 58A:911-916.
8. 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.
9. Carvajal W. Valoración del comportamiento de los diferentes indicadores antropométricos en el voleibol cubano de élite en el período 1992 – 2000 y sus tendencias. Tesis en opción al título académico de Máster en Antropología Univ. Habana, 2005.
10. Kerr, Deborah A. and Ross, W. D. and Norton, Kevin and Hume, Patricia and Kagawa, Masaharu. Olympic Lightweight and Open-Class Rowers Possess Distinctive Physical and Proportionately Characteristics. *Journal of Sports Sciences* 2007; 25(1):pp. 43-53.
11. Franchini E, Nunes AV, Moraes JM, Del Vecchio FB. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *J Physiol Anthropol.* 2007 Mar; 26(2):59-67.
12. Tahara Y, Moji K, Tsunawake N, Fukuda R, Nakayama M, Nakagaichi M, et al. Physique, body composition and maximum oxygen consumption of selected soccer players of Kunimi High School, Nagasaki, Japan *J Physiol Anthropol.* 2006, Jul; 25(4):291-7.
13. Pena, A. Evaluación de la masa muscular y grasa por diferentes métodos en deportistas de élite. Tesis de Maestría en Control Médico del

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

- entrenamiento deportivo. Instituto de Medicina del Deporte. La Habana, Cuba. 2007.
14. Fernández Vieitez J A, Álvarez Cuesta JA, Williams Wilson L. Áreas musculares del muslo y la pierna estimadas por antropometría y tomografía axial computadorizada en adultos del sexo masculino. *Rev Cubana Aliment Nutr* 2000; 14:109-113.
 15. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr*. 2000 Sep; 72(3):796-803. Erratum in: *Am J Clin Nutr* 2001 May; 73(5):995.
 16. Clark RR, Bartok C, Sullivan JC, Schoeller DA Is leg-to-leg BIA valid for predicting minimum weight in wrestlers? *Med Sci Sports Exerc*. 2005 Jun; 37(6):1061-8.
 17. Withers, R.T., Whittingham, N.O., Norton, K.I., La Forgia, J, Ellis, M.W. & Crockett, A. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of female athletes. *European J. Applied Physiology*, 1987; 56:169-180.
 18. Withers, R.T., Craig, N.P., Bourdon, P.C. & Norton, K.I. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European J. Applied Physiology*, 1987; 56:191-200.
 19. Slaughter M, Lohman T, Boileau R, Horswill C, Stillman R, Van Loan M, et al. Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988; 60:709-23.
 20. Carter JEL, Yuhasz MS. Skinfolds and body composition of Olympic athletes. *Medicine Sport Scie.*, Karger, Basel 1984; 18:144-182.
 21. Faulkner, J. A. *Physiology of Swimming and Diving*. In: FALLS, H. *Exercise Physiology*. Baltimore: Academic Press, 1968.
 22. Rocha M. Peso osseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 anos. Rio de Janeiro.
 23. Poortmans J, Boisseau N, Moraine J, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37:316-22.
 24. Weltman A, Levine S, Seip R, Tran Z. Accurate assessment of body composition in obese females. *Am J Clinical Nutrition* 1988; 48:1179-83.
 25. Ross, W.D., Kerr D.A. Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Apuntes*, 1991; 18: 175-187.
 26. Pařízková J, Bůžková P. Relationship between skinfold. Thickness measured by Harpenden Caliper and densitometric analysis of total body fat in men. *J. Biology* 1971; 43(1): 15-21.
 27. Durnin JVGA, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in human body from measurement of skinfold thickness. *Br J Nutr* 1967; 21:681-93.
 28. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessment from total body density and its estimation from skinfold thickness. measurements of 481 men and women aged 16 to 72 years. *Brit J Nutr*, 32:77-97, 1974.
 29. Boileau, R.; Lohman, T.; Slaughter, M. *Exercise and Body Composition of Children and Youth*. *Scandinavian Journal Sports Science*. 7:17-27, 1985.

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

30. Carvajal W, Betancourt H, Echevarría I, Martínez M. 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. 03/11/2008. Pid: 1050.
31. Lohman TG. Skinfold and body density and their relation to body fatness; a review. Hum.Biol, 53, 2:181-225, 1981.
32. Pacheco del Cerro JL. Valoración antropométrica de la masa grasa en atletas elites. En: Métodos de estudio de la composición corporal en deportistas. ED. Ministerio de educación y cultura, Madrid IDC 1996; 8:27-49.
33. Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP. Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. Int. J. Obesity, 9, Suppl. 1:31-39.1985
34. García G, Alayon AM. Validez del método de fraccionamiento de la masa corporal en población atlética de uno y otro sexo. Rev. Esp. Biol.1999; 20:147-162.
35. Sánchez G, Rodríguez C. Dimensiones antropométricas y controles de calidad. Material mimeografiado. Instituto de Medicina del Deporte, La Habana.1987.
36. Norton K, Whittingham N, Carter J, Kerr D, Gore C, Marfell-Jones M. Measurement techniques in anthropometry. En: K N, T O, (eds). Anthropometrica. Sydney: UNSW Press 1996.
37. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: Mac Dougall JD and Green HJ (eds). Physiological testing of the elite athlete. Ottawa, Canada. Canadian Association of Sport Sciences. 1982. pp: 75-115.
38. Weiner JS, Lourie JA. Human Biology. A guide to field method. International Biological Programme. Handbook No. 9. Oxford. Blackwell Scientific Publications. 1969, pp: 3-16.
39. Johnston F et al. Skinfold thickness of youth 12-17 years, United States, US Vital and Health Statistic. Serie 11, No. 132, 1974.
40. Allen, TH et al. Prediction of total adiposity from skinfolds and curvilinear relationship between external and internal adiposity. Metabolism, 5:346-352, 1956.
41. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standarization Reference. Illinois. Human Kinetics Books. 1988, 177 pág.
42. Skerlj B, Brozek JB, Hunt EE. Subcutaneous fat and age changes in body build and body form in women. Am. J. Phys. Anthropol., 11:577-600, 1953.
43. Pařízková J. Body Fat and Physical Fitness. Martinus Nijhoff B. V. The Hague. 1977, 279 pág.
44. Albero JR, Cabañas MA, Herrero A, Martínez L, Moreno C, Porta 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. ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE 2009; 26(131):166-179.
45. Gasking PS, Walker SP. Obesity in a cohort of black Jamaican children as estimated by BMI and other indices of adiposity. Eur J Clin Nutr 57; 420-6.2003.

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
Carvajal- Veitia, Deturnell- Campos, Echevarría- García, Martínez- Acosta, Castillo-Rodríguez

46. Lohman TG, Going SB. Assessment of body composition and energy balance. In S. Lamb & R. Murray (Eds), Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, 11, Exercise, Nutrition and Control of Body Weight (pp 61-105) Carmel, IN: Cooper.1998.
47. Margarey AM, Daniels LA, Boulton TJ & Cockington RA. Does fat intake predict adiposity in healthy children and adolescents aged 2-15 y? A longitudinal analysis. Eur J Clin Nutr 55:471-81. 2001.
48. Carvajal W. Valores de referencia para evaluación de la Composición Corporal y el Somatotipo en el deporte cubano de alta maestría. Manual para el Control Cineantropométrico del Entrenamiento Deportivo. Material mimeografiado. Instituto de Medicina del Deporte.2007.
49. Weltman A, Levine S, Seip R, Tran Z. Practical assessment of body composition in adult obese males. Hum Biol 1987; 59(3):523-55.
50. De Rose, E.H., Guimaraes, A.A. A model for optimization of somatotype in young athletes. In: Ostyn M. Buenen G Simons, J. Kinanthropometry II. Baltimore, University Park Press. 1980.
51. Lozovina V, Lozovina M. Morphological optimization, overlap zones and secular trend in selection pressures. Acta Kinesiológica 2 (2008) 1:35-41.
52. Vega JF. Utilidad de siete ecuaciones de Masa Muscular en el Control Biomédico del Entrenamiento Deportivo. Tesis para optar por el título de Especialista en Medicina del Deporte. Instituto de Medicina del Deporte. La Habana. 2011