

# PROCESO DE EVALUACIÓN DEL DESARROLLO FÍSICO Y CONSTITUCIONAL

Lic. Heeydi de la C. Martínez Ferrer<sup>1</sup>, Lic. Yiliani Reyes González<sup>2</sup>, Dr.C. Abel Gallardo Sarmiento<sup>3</sup>.

1. *Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3 1/2, Matanzas, Cuba. heeydi.martínez@umcc.cu*
2. *Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.31/2, Matanzas, Cuba. Yiliani.reyes@umcc.cu*
3. *Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.31/2, Matanzas, Cuba.abel.gallardo@umcc.cu*

## Resumen

El estudio del desarrollo físico y constitucional constituye uno de los contenidos y métodos de los exámenes médicos del practicante de actividad física en sus distintas modalidades. De ellas se derivan los análisis del somatotipo (individuales y colectivos), de composición corporal, índices antropométricos de proporcionalidad y maduración, y todos estos aportarán una información necesaria para establecer la valoración del estado nutricional del deportista y la asimilación de las cargas de entrenamiento. De ahí lo necesario y oportuno de un control rigurosos de sus variables.

**Palabras claves:** *cineantropometría, somatotipo, composición corporal, índices antropométricos.*

---

## La cineantropometría como ciencia

Acosta y García, 2013 plantean que la cineantropometría como concepto, fue definida por primera vez por Ross y Martell-Jones como una *“Ciencia que estudia la interconexión entre la estructura humana y la función; entre la anatomía y el performance”*.

Según Sillero Quintana, 2005, este término proviene de raíces griegas como:

- Kinein, que significa movimiento.
- Anthropos, relativo a la especie humana.
- Metrein, medida.

Por lo tanto, según la traducción sería la *“medición del hombre en movimiento”*. Desde este punto de vista el término es erróneo, pues todas las mediciones se realizan en condiciones de reposo, sin embargo, tiene innumerables aplicaciones en el campo de la Actividad Física y el Deporte.

Chapier et al., 2004, coinciden que la antropometría aplicada a los movimientos fue definida por William Ross en 1972 como cineantropometría, *“ciencia que abarca el estudio de la morfología y composición corporal en relación con el movimiento y la función, comprende el estudio del ser humano en cuanto a tamaño, forma, proporción, composición, maduración y función grosera contribuyendo a la comprensión del crecimiento, la nutrición, el ejercicio y la performance”*.

Según Herrero de Lucas, 2004, Ross en el Congreso Internacional de Ciencias de la Actividad Física, Montreal, 1976, plantea que la cineantropometría es: *“Utilización de la medida, en el estudio del tamaño, forma, proporcionalidad, composición y maduración del cuerpo humano, con el objetivo de un mejor conocimiento del comportamiento humano en relación con el crecimiento, la actividad física y el estado nutricional”*.

Díaz, 200?, manifiesta que otro concepto de cineantropometría aportado por William Ross en el año 1982, el cual la define como: *“una especialidad científica que aplica métodos para la medición del tamaño, la forma, las proporciones, la composición, la maduración y la función grosera de la estructura corporal. Es considerada una disciplina básica para la solución de problemas relacionados con el crecimiento, el desarrollo, el ejercicio, la nutrición, y la performance, que constituye un eslabón cuantitativo entre estructura y función, o una interfase entre anatomía y fisiología o performance. Describe la estructura morfológica del individuo (sea este deportista competitivo o recreativo) en su desarrollo longitudinal, y las modificaciones provocadas por el crecimiento y por el entrenamiento”*.

El diccionario Paidotribo de la Actividad Física y el Deporte, 1999, define la cineantropometría como: *“Especialidad antropométrica definida como la interfase cuantitativa entre anatomía y fisiología o entre estructura y función. La cineantropometría evalúa, a través de medidas diversas, las características humanas de tamaño, forma,*

*proporción, composición, maduración y función bruta, y estudia los problemas relacionados con el crecimiento, el ejercicio, el rendimiento y la nutrición. Se centra en el deportista como individuo y ofrece evaluación detallada de su estatus estructural en un momento determinado, facilitando la cuantificación del crecimiento diferencial y de las influencias del entrenamiento, por lo que proporciona las bases estructurales esenciales para la consideración del rendimiento deportivo”.* (Herrero de Lucas, 2004)

El concepto al cual se acoge la autora de la investigación es el emitido por el grupo ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) citado por Herrero de Lucas, 2004, que define la cineantropometría como: *“especialización científica relacionada con la medición del ser humano en su múltiple variedad de perspectivas morfológicas, su aplicación al movimiento y los diversos factores que influyen al mismo, incluyendo los diferentes elementos de la composición corporal, medidas corporales, proporciones, composición, forma y maduración, habilidad motora y capacidad cardiorrespiratoria y la actividad física que incluye tanto a las de tipo recreativo como la práctica de deportes altamente especializados”.*

Existen varios términos relacionados con la Cineantropometría como: la Antropología Física o Biológica, la Antropometría y la Auxología.

Según Sillero, 2005 y Herrero de Lucas 2004, definen a la antropología física o biológica como: *“El estudio de la variabilidad biológica humana y su herramienta principal es la antropometría”.*

Sillero, 2005, define la auxología: *“Es el estudio científico del crecimiento del organismo”.*

Sillero, 2005, define a la antropometría como: *“La ciencia que se ocupa de las mediciones comparativas del cuerpo humano, sus diferentes partes y sus proporciones; generalmente con objeto de establecer la frecuencia con que se encuentran en diferentes culturas, razas, sexos, grupos de edad, cohortes, entre otras.”*

Vargas, 2007, define la antropometría como: *“(…) un complejo de métodos para medir y observar las variables en el cuerpo humano. Es decir que es simplemente una técnica y no se puede considerar como una ciencia. Los resultados de las mediciones y observaciones sólo ayudan a obtener buenas conclusiones. Las conclusiones de una investigación no pueden estar constituidas únicamente por cuadros métricos, siempre hay que hacer generalizaciones sobre la base de éstos. Y sólo las generalizaciones constituyen lo científico, lo biológico en estos trabajos.*

Tojo et al., 2001 citados por Cabañas, 2008, plantean que los métodos antropométricos son válidos para estimar con cierta aproximación las reservas de los distintos tejidos, como parte de la exploración del estado nutricional.

Los pilares básicos de la Cineantropometría son:

- ✓ El somatotipo
- ✓ Composición corporal
- ✓ Índices antropométricos o de proporcionalidad.

El somatotipo

La somatometría exige determinadas condiciones e instrumentos. Inicialmente se exponen algunas recomendaciones previas, las cuales hay que mantener en todas las investigaciones de este tipo. (Vargas, 2007)

*Primero, se debe utilizar siempre un instrumental apropiado, unificado y bien revisado para obtener una gran exactitud. Por eso, hay que mantenerlo limpio, sin corrosión. Si las medidas se refieren a todo el cuerpo, el sujeto debe estar desnudo o, a lo sumo, conservar una pequeña trusa: nunca se deben efectuar las mediciones con ropa puesta. Por eso, para facilitar el trabajo, los individuos del sexo femenino, deben ser examinados, si ello es posible, por personal femenino, y de igual forma se debe con los individuos masculinos. Hay que fijar con toda precisión los puntos antropométricos y seguir siempre las normas conocidas para su determinación.* (Vargas, 2007)

Albornoz, 2014, relata que Sheldon, Stevens y Tucker en el año 1940 describen las variaciones de la forma humana, creando un concepto de Somatotipo como: “... tres componentes primarios: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia, haciendo referencia a adiposidad, robustez, músculo-esquelética y esbeltez relativas”.

Herrero de Lucas, 2004, afirma que Sheldon en el propio año define como al somatotipo como la “cuantificación de los tres componentes primarios del cuerpo humano que configuran la morfología del individuo, expresado en tres cifras”.

Martínez, 2008, menciona que Carter definió el somatotipo como: “la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado”.

Heath y Carter (1990) definen el somatotipo como: “la constitución morfológica de un individuo mediante tres cifras consecutivas que cuantifican los tres componentes denominados: endomórfico, mesomórfico y ectomórfico”. (Herrero de Lucas, 2004)

El somatotipo es un sistema de clasificación del físico del ser humano, sin precisar aspectos más específicos relativos a las dimensiones corporales. Se puede aplicar en ambos sexos y en todas las edades para describir y comparar atletas en sus diferentes niveles de competición; caracterizar los cambios morfológicos durante el crecimiento, envejecimiento y entrenamiento deportivo; comparar la forma relativa entre hombres y mujeres y finalmente utilizarse como un instrumento para el análisis de la imagen corporal.

Pero antes de esta proposición final del somatotipo, existieron otras clasificaciones, que provenían de otras escuelas biotipológicas, las cuales se relacionan a continuación:

Hipócrates y Galeno utilizaban una clasificación la cual incluía dos tipos de sujetos:

- ✓ Tísicos o delgados, que eran los que tenían un mayor desarrollo en el eje longitudinal y, normalmente, tenían una personalidad más extrovertida.
- ✓ Apopléticos o musculosos, que tenían un mayor desarrollo en el eje transversal y poseían una personalidad más extrovertida.

Leonardo da Vinci, en su búsqueda del ideal de belleza clásico, establece un modelo estético en función de las proporciones corporales.

A partir del siglo XVII comienzan a aparecer distintas Escuelas Biotipológicas con distintos criterios de carácter somático, psíquico o somático-psíquico. Entre ellas se destacan:

- ✓ Escuela Italiana: Tenía un epicentro en la Universidad de Padua. Era una escuela esencialmente antropométrica.
- ✓ Viola de Bologna definió tres tipos morfológicos:
  - Branquitipo.
  - Normotipo.
  - Longotipo.
- ✓ Nicola Pende, por su parte, consideraba únicamente dos tipos de sujetos:
  - Longilíneo (Asténico o Esténico), que se caracterizaba por un desarrollo de las extremidades con respecto al tronco, del sistema nervioso y de la musculatura.
  - Brevilíneo (Asténico o Esténico), con un mayor desarrollo del tronco respecto a las extremidades y una mayor vida vegetativa.

Escuela Francesa: Tenía un carácter esencialmente anatómico.

- ✓ Hallé. Definió tres temperamentos (Vascular, Muscular y Nervioso) en función de tres regiones (Cefálica, Torácica o Abdominal).
- ✓ Sigaud. Determinó los biotipos en función de la influencia que ejercía el medio ambiente sobre ellos (Atmosférico, Alimenticio y Ambiente Social).

Escuela Alemana: Estuvo representada por Ernst Kretschmer, quien clasificó a los individuos en función de sus hábitos y su carácter psíquico.

- ✓ Leptosomáticos.
- ✓ Atlético.
- ✓ Pícnico.
- ✓ Displásico. Por primera vez aparece una clasificación para aquellos que individuos “anormales”.

Escuela Americana: Su máximo exponente fue Sheldon, que definió un método basado en el estudio de fotografías denominado el método fotoscópico de Sheldon. Para ello se tomaban tres fotografías con tres planos diferentes, de las cuales, con un calibre especial y muy preciso, se tomaban 17 medidas sobre los negativos. Sheldon desarrolló este método con una muestra de 4000 sujetos y definió el somatotipo, por primera vez.

El formato de somatotipo que se conoce más en la actualidad fue una modificación que Bárbara Heath (1948- 1953) hizo del método fotoscópico de Sheldon. En 1964, con J.E.L. Carter, crea el método Heath –Carter (Heath y Carter, 1990).

Este método es el más utilizado desde entonces, y podemos encontrar de manera muy sencilla datos de referencia en los distintos deportes en muchos libros y revistas. Como ejemplo están los numerosos estudios en distintos Juegos Olímpicos.

El somatotipo es, en realidad, una “descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado”. Carter de manera contraria a lo de Sheldon pensaba, sí entendía que la tipología del individuo podía estar influida por factores exógenos como la edad y el sexo, el crecimiento, la actividad física, la alimentación, factores ambientales, el medio socio-cultural (y la raza). (Sillero, 2005)

Sheldon en su concepto de somatotipo planteaba que estaba predeterminado de manera genética y que no se podía modificar, pero, Heath y Carter, sobre la base estudios y resultados, demostraron el predominio del aspecto fenotípico y por tanto que puede ser modificados sobre la base de una influencia del crecimiento, edad, ejercicio y nutrición.

Para Sheldon, el sujeto se podía clasificar dentro de uno de estos tres grupos:

- ✓ Endomorfo: el sujeto tendría un predominio del sistema vegetativo y tendencia a la obesidad. Tienen un bajo peso específico, y son flácidos y con formas redondeadas.
- ✓ Mesomorfo: pertenecerían a esta clasificación los sujetos con un predominio de los huesos, los músculos y el tejido conjuntivo. Tendrían un mayor peso específico que los endomorfos.
- ✓ Ectomorfo: con un predominio de las medidas longitudinales sobre las transversales, por lo que tendrán una gran superficie con relación a su masa corporal.

El primer componente o endomórfico representa el tejido graso. El segundo componente o mesomórfico se refiere al sistema músculo-esquelético, el tercer componente o Ectomórfico se refiere a la linealidad del sujeto, al predominio de las medidas longitudinales sobre las transversales. A través de estas definiciones podemos comprobar cómo mientras para Sheldon el concepto de somatotipo está predeterminado de manera genética; Heath y Carter, sobre la base de los últimos estudios y resultados, abogan por un predominio del aspecto fenotípico y por tanto susceptible de modificación sobre la base de una influencia del crecimiento, edad, ejercicio y nutrición. (Herrero de Lucas, 2004)

El somatotipo según lo concebía Sheldon, dependía de la carga genética del individuo y no era modificable por factores exógenos como la actividad física, la nutrición y los factores ambientales.

## Composición corporal

La composición corporal, según W D. Ross y Marfell-Jones, citado por Fernández, 2006, puede ser definida como: *“la combinación de tantos componentes químicos como estructurales que comprenden la totalidad del organismo. Químicamente pueden discriminarse en términos de tejidos, masas, órganos o subsistemas orgánicos”*.

Según Onzari planteado por Albornoz, 2014: *“El estudio de la composición corporal comprende la determinación de los componentes principales del cuerpo humano, tanto químicos como estructurales”*.

Según Wilmore (2007) citada por Albornoz, 2014 plantea que: *“la composición corporal hace referencia a la composición química del cuerpo”*.

El concepto al cuál se acoge la autora de la investigación es el aceptado por el Instituto de Medicina del Deporte de Cuba (IMD) citado por Acosta y García, 2013 que plantea que la Composición Corporal, *se hace tradicionalmente en base a dos componentes fundamentales: la grasa de depósito, que es la reserva energética del organismo, y la masa corporal activa (MCA) que incluye los tejidos de alta actividad metabólica, y que está relacionada con el consumo de oxígeno y la capacidad funcional del sujeto. Por tal motivo la actividad física o la ausencia de la misma, modifica en mayor o menor grado dos de los componentes del cuerpo humano: la Masa Grasa y la Masa Muscular, de ahí que la demostrada utilidad de la evaluación de la Composición Corporal en el Control Médico del Entrenamiento Deportivo sea una realidad reconocida desde hace varias décadas.*

El estudio de la Composición Corporal comprende entonces, la determinación de los componentes principales del cuerpo humano, las técnicas y métodos utilizados para su obtención, y la influencia que ejercen los factores biológicos como la edad, sexo, estado nutricional y actividad física.

Clasificación sintética de los principales métodos para la medición de la composición corporal:

Es complicado clasificar comprensivamente y con cierto criterio científico la vastedad de procedimientos que existen en la bibliografía, de forma que facilite pedagógicamente su comprensión. En una primera aproximación, los métodos para la determinación de la composición del cuerpo se pueden agrupar como se indica en las figuras (según el criterio de varios autores) que se muestran a continuación.

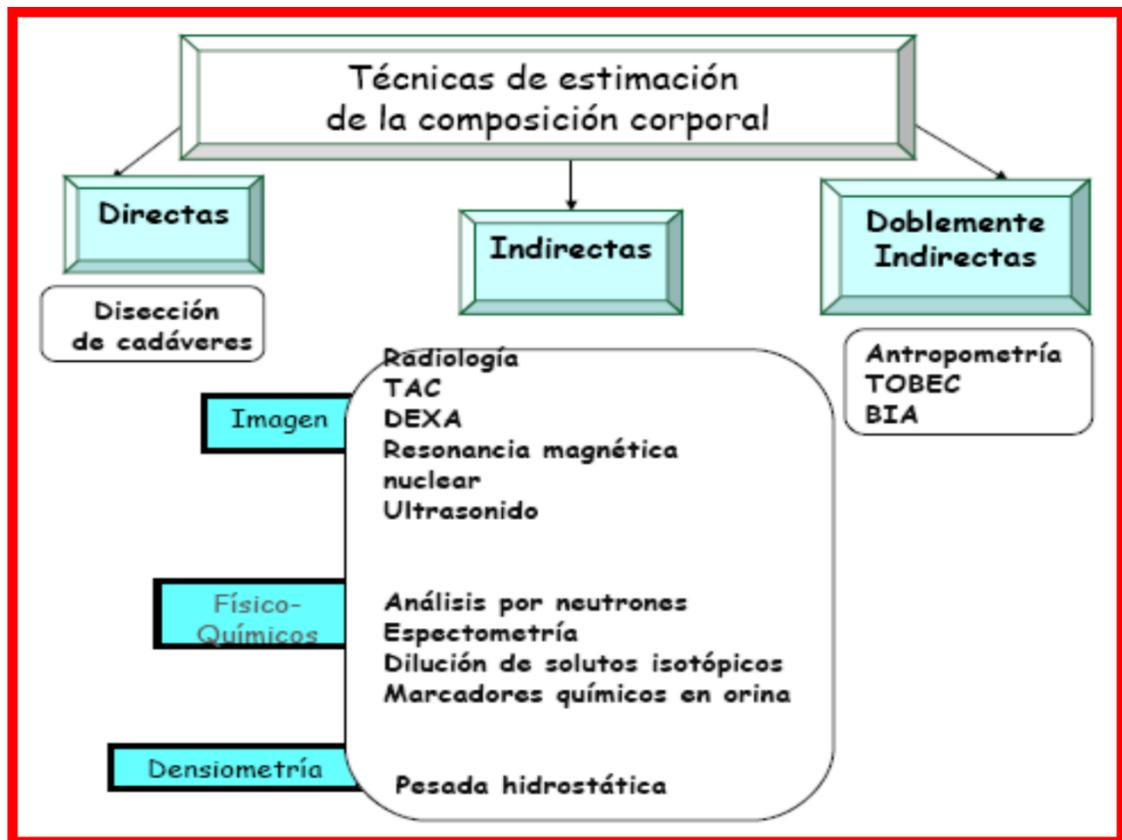


Figura 1. Métodos y técnicas para la estimación de la composición corporal según el criterio de Mesa, citado por Gallardo, 2017.

Según Pancorbo, A.E. (2000) citado por Gallardo, 2017, los métodos de análisis de la composición corporal se dividen en:

- ✓ Directos: Disección de cadáveres
- ✓ Indirectos: Pesaje hidrostático, técnicas de imagen, técnicas isotópicas y técnicas químicas.
- ✓ Doblemente indirectos: impedancia, infrarrojos y antropometría.

a. DIRECTOS:	1 Disección de cadáveres y análisis anatómicos y químicos de sus componentes.
b. INDIRECTOS:	1 Densitometría.
	2 Determinación de agua corporal total
	3 Determinación del potasio corporal total
	4 Absorciometría fotónica dual
	5 Modelos cineantropométricos (fraccionamiento antropométrico en cuatro masas corporales Drinkwater, Ross-; modelo geométrico- Drinkwater-; fraccionamiento antropométrico en cinco masas corporales -Kerr y Ross-).
	6 Determinación de:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creatina plasmática total.</li> <li>• Excreción de creatinina urinaria</li> <li>• Excreción de 3 metil-histidina endógena.</li> </ul>
	7 Tomografía axial computada (TAC).
	8 Resonancia magnética nuclear (RMN).
c. DOBLEMENTE INDIRECTOS:	1 Antropometría (y obtención de fórmulas de regresión a partir del modelo desintométrico, para obtener un valor de densidad corporal y de allí el % de masa grasa).
	2 Bioimpedancia eléctrica

Figura 2. Métodos para la estimación de la composición corporal según el criterio de Mesa, citado por Díaz, 200?.

Disección de cadáveres y análisis de anatómico y químico de sus componentes: Los trabajos más revaluados, realizados en 1984 en la Universidad Vrije de Bruselas por J.P. Clarys, consistieron en la medición antropométrica externa de cadáveres embalsamados y no embalsamados, y su disección ulterior por fracciones (piel, tejido celular o grasa subcutánea, músculos, huesos y vísceras) determinando todos los componentes y calculando la densidad de cada parte del cuerpo. Estos estudios dieron origen a las Tesis de grado de tres investigadores de Simon Fraser University (Vancouver, Canadá): Allan D.Martín (1984 a); Donald T. Drinkwater (1984 a) y Michael J. Marfell-Jones (1984), y aun reporte sumario del propio J.P. Clarys (1984). Casi todos los métodos cineantropométricos que se desarrollaron, están basados en ecuaciones y cálculos matemáticos validados por la comparación de sus resultados con los desde entonces conocidos como “cadáveres de Bruselas”. (Díaz, 200?)

- a) Es claro que este tipo de estudio no es recomendable en personas para su generalización, pues su limitante es que se realiza en personas muertas. Por ello se deben recurrir a diferentes métodos indirectos y doblemente indirectos, los cuales serán explicados a continuación:

- b) 1. Densitometría: es una técnica para el diagnóstico de la densidad corporal total, que ha sido usada como un indicador para el cálculo de la masa grasa y magra. El método incluye simultáneamente las dos técnicas más confiables para estimar el volumen corporal total: las determinaciones del peso hidrostático y del desplazamiento volumétrico. Los valores obtenidos permiten calcular la densidad corporal total: las determinaciones del peso hidrostático y del desplazamiento volumétrico. Sin embargo, a la luz de la información actual asumir que el dato de densidad corporal permite estimar el % de masa grasa mediante ecuaciones de regresión lineal es inconsistente y carece de rigor científico (Ross, 1980 b). Las críticas más puntuales al método densitométrico son:
- ✓ Que considera al cuerpo como un modelo de sólo 2 componentes: masa grasa y masa magra, sin permitir la discriminación entre las proporciones de masa ósea, muscular y visceral o residual dentro de la masa magra. No es lícito suponer que las proporciones de cada masa son constantes.
  - ✓ Que presupone que la masa magra es isotópica (homogénea) en cuanto a densidad, siendo que en realidad está integrada por diversos tejidos, con diferencias generales de densidad entre tipos y aun regionales dentro de un mismo tipo.
  - ✓ Que las ecuaciones creadas por Siri-Brozek, con el dato de la densidad corporal total, ofrecen el problema que un individuo que registra una densidad de 1,00 tendrá 40% de grasa, y otro que registra una densidad 1,10 tendrá 0% de grasa (Martín, 1986). Numerosas evidencias experimentales demuestran que muchos individuos muy magros y de gran estructura osteo-muscular registran valores cercanos o superiores a 1,10 por lo cual, de acuerdo con la ecuación de Siri, poseerían casi 0% de grasa o aún valores negativos, los que resulta biológicamente absurdo.
2. Determinación de agua corporal total: Existe evidencia de que los depósitos de triglicéridos no contienen agua y que el agua ocupa una porción relativamente fija (73,2%) de la masa magra (Pace y colaboradores, 1945). Esto ha orientado investigaciones para determinar el agua corporal total (ACT) como un indicador de la masa magra (que deducida del 100% permite obtener el % de masa grasa). La técnica consiste en la inyección de radioisótopos del hidrógeno; tritio, o más comúnmente, deuterio, para cuantificar volúmenes de agua corporal por dilución isotópica (Moore y cols., 1963). La técnica presume que isótopo tiene la misma distribución volumétrica que el agua que es intercambiado por el cuerpo de una manera similar a ésta (Pinson, 1952). Sus datos correlacionan bien con los de la masa magra obtenidos mediante disección de cadáveres, pero ofrece dos limitaciones:

- a. Solo reconoce un modelo corporal de dos componentes: masa magra y masa grasa, (no discriminando masa muscular y ósea).
- b. Es costoso debido al insumo de radioisótopos y al a tecnología necesaria para las determinaciones.

3. Determinación del potasio corporal total: Análisis químicos han demostrado que el potasio es un electrolito principalmente intracelular, que no está presente en los depósitos de triglicéridos. Además, el potasio 40 (40k), que existe en el cuerpo en cantidades conocidas, emite una radiación gamma cuya medición externa permite estimar la masa magra en seres humanos. Las ventajas e inconvenientes de este método son similares a las de la determinación del agua corporal total. (Díaz, 200?)

4. Absorciometría fotónica dual o por rayos X: Es una técnica muy reciente, que se usa predominantemente en la medición del contenido mineral óseo del cuerpo. El método consiste en hacer pasar a través de diferentes segmentos corporales, o del cuerpo entero, una radiación de intensidad baja y conocida, en tanto se registra del otro lado la atenuación producida por su paso a través de los huesos, que se asume directamente proporcional a la cantidad de mineral óseo. También puede utilizar otros tejidos, de los llamados “blandos”, particularmente el tejido graso, pero no puede discriminar la masa muscular. La técnica involucrada es muy costosa. Es una tecnología de elevada precisión para la determinación de la masa ósea. (Díaz, 200?)

5. Determinaciones de creatinina plasmática total, excreción de creatinina urinaria y excreción de 3metil-histidina endógena: El origen de la creatinina endógena está ligado a la síntesis de su precursor metabólico, la creatina, en hígado y riñón. Aunque muchos tejidos poseen creatina el 98% se encuentra en el tejido muscular, mayormente en forma de creatín-fosfato (CP). Hoberman (1948) demostró la directa proporcionalidad de la creatina corporal con la excreción de creatinina urinaria, Boileau y cols. (1972) asociaron el nivel de creatinina urinaria con proporción de masa muscular y masa magra. Las limitaciones del método están dadas por:

- a. la gran variabilidad intraindividual de la excreción durante 24 horas, sobretodo porque la creatinina es a la vez filtrada y secretada por el riñón;
- b. el tipo de dieta que sobrelleva el individuo, y c. factores técnicos como las dificultosas recolecciones de orina durante 24 horas.

6. Tomografía Axial Computada (TAC): Es un método vastamente difundido para el diagnóstico médico de imágenes (tumores, colecciones de líquidos, quistes, entre otros). Su utilización para la composición corporal se remite a estudios regionales, ya que para chequear el cuerpo en su totalidad deberían aplicarse muchos cortes horizontales, y el cuerpo recibiría mucha radiación. El método informa la densidad de los tejidos, construyendo una base bidimensional de la anatomía correspondiente a cada “corte”. Como el grosor del corte es conocido el espacio ocupado por vísceras, grasa, músculos y hueso puede ser calculado mediante programas computarizados. Un factor limitante adicional es el alto costo de la tecnología empleada. (Díaz, 200?)

7. Resonancia Magnética Nuclear: Se fundamenta en que los núcleos atómicos de las moléculas del cuerpo, muy especialmente los de H, pueden comportarse como pequeños imanes, y en consecuencia, alinearse según la dirección de un campo magnético aplicado externamente. Si, en esas condiciones, se hace pasar por el cuerpo una onda de radiofrecuencia, algunos núcleos absorben parte de su energía y cambian su orientación en el campo magnético. Cuando la onda de radio se suprime, los núcleos se “desactivan” emitiendo la señal de radio que antes absorbieron. Como cada clase de núcleo (de átomo) reacciona en forma característica, un detector adecuado podrá captar una imagen global de la emisión de los distintos átomos del sector del cuerpo estudiado, y una computadora adecuadamente programada podrá transferir esa información en una imagen, cuyos matices de intensidad reflejarán la composición de los tejidos involucrados. Como el H del cuerpo está muy preponderantemente en las moléculas de agua, las zonas más hidratadas darán densidades más intensas, con alto contraste entre músculo y grasa por ejemplo, lo que ofrece excelentes perspectivas de aplicación para determinar niveles de hidratación (agua corporal) y contenido graso del cuerpo. (Díaz, 200?)

Este método, de futuro indudablemente promisorio, es seguro no invasivo, no irradia al sujeto, y tiene una capacidad de resolución muy superior a la de la tomografía computada. Puede resultar de alta validez y confiabilidad para validar muchas técnicas cineantropométricas. No existen todavía estudios importantes de RMN en composición corporal. Su único factor limitante es su alto costo tecnológico.

El último grupo de estudio de los métodos de estudio de la composición corporal son los métodos doblemente indirectos, que se denominan así porque los datos sobre las proporciones y masas resultan de ecuaciones que utilizan a su vez datos originales corregidas o ajustadas por ecuaciones previas. Existen varios métodos de este tipo, pero sobresalen dos: la antropometría y la bioimpedancia eléctrica.

La antropometría comprende mediciones antropométricas en general (pliegues cutáneos), a partir de las cuales se desarrollan ecuaciones de regresión lineal para calcular la densidad corporal (por fórmulas, y no por peso hidrostático).

La Bioimpedancia Eléctrica está basada en la respuesta conductiva a una corriente eléctrica aplicada al cuerpo de la cual son responsables los fluidos y electrolitos que los componen. La hipótesis que la bioimpedancia eléctrica puede ser usada para determinar la masa grasa no ha sido científicamente probada, a pesar de la profusa pero confusa información que proveen los fabricantes de equipos.

#### Índices Antropométricos

La definición de índice, expresa la relación o cociente entre dos medidas corporales, pudiendo ser mayor el numerador o denominador, y pudiendo estar expresada en las mismas o en distintas unidades.

Acosta y García, 2013 plantean que la Proporcionalidad “...consiste esencialmente, en la relación de las partes del cuerpo humano, ya sea del propio sujeto o con respecto a los sujetos de un grupo determinado...”

Sillero, 2005 plantea que los índices antropométricos son los que permiten evaluar la proporcionalidad del cuerpo y lo define como: “las relaciones entre dos medidas corporales, expresadas en forma de porcentaje de la menor sobre la mayor en la mayoría de los casos”.

La autora de la investigación se acoge a la definición planteada por Canda, 2012 cuando define que: “La proporción es definida como la relación en cuanto magnitud, cantidad o grado de una cosa con otra, o de una parte con un todo. El conocimiento de las proporciones corporales ha interesado al hombre desde la antigüedad, tanto desde el punto de vista de interés científico como artístico. La proporcionalidad muestra la variabilidad individual, sexual y racial”.

Canda, 2012 plantea que “(...) el área de la proporcionalidad tiene como objetivo el estudio del mayor o menor desarrollo de las dimensiones corporales y de la relación existente entre los distintos segmentos. Se puede realizar mediante índices que relacionan una parte con otra, por ejemplo, cada variable antropométrica con la estatura (índices relativos), o mediante modelos de referencia, con los que comparamos al sujeto de estudio”.

Tradicionalmente la talla y el peso han sido las variables básicas para cuantificar el tamaño corporal. El perímetro de tórax o los diámetros óseos también han sido utilizados. A lo largo del tiempo se han definido una serie de índices para definir la estructura y forma corporal. Adolphe Quételet (1796-1874), fue el primero que aplicó la estadística, utilizando la curva de distribución normal, para definir al “hombre modelo”, representado por el valor del promedio de cada variable. Determinó la relación de la altura con el peso, mediante un índice, resultado del cociente, peso (en kilogramos) con el cuadrado de la talla (en metros). Este Índice denominado de Quételet o Índice de Masa Corporal (IMC), es utilizado internacionalmente para valorar la obesidad, ya que se ha correlacionado con el riesgo de padecer un accidente cardiovascular. Aunque se debe plantear este ya ha ido perdiendo fiabilidad por la creación de otros índices de mayor precisión como el porcentaje de grasas.

Uno de los índices antropométricos más utilizados es el índice de cintura-cadera que según el criterio de Díaz 2007 se expresan como el cociente cintura/cadera. La circunferencia de la cintura es un indicador del tejido adiposo en la cintura y en el área abdominal; la circunferencia de cadera es un indicador del tejido adiposo que está sobre las nalgas y la cadera. Por lo tanto, el cociente provee un índice de distribución de adiposidad relativa en los adultos: cuanto más alto sea el cociente, mayor será la proporción de adiposidad abdominal. Generalmente, la tomografía computada ha confirmado la validez de las estimaciones antropométricas de la distribución de la adiposidad en los adultos. La validez

de estas circunferencias, como mediciones de la distribución de grasa en los jóvenes, no es conocida.

### **Conclusiones**

A partir de la búsqueda de información actualizada se pudieron establecer los fundamentos teóricos que abordan el proceso de evaluación del desarrollo físico y constitucional en la descripción de las posibilidades de la cineantropometría como ciencia, el somatotipo, la composición corporal y los índices antropométricos referentes a las poblaciones de la comunidad universitaria.

### **Bibliografía**

ACOSTA CÁRDENAS, D. A. Y GARCÍA GONZÁLEZ, O. *La cineantropometría aplicada al deporte de alta competición*. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2013; Vol. 8, Núm. 3. ISSN: 1728-922X. 2013

ALBORNOZ, V. *Análisis de las características antropométricas del plantel de sub 15 del Club Atlético Juventud de Las Piedras*. Trabajo final de posgrado. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Disponible en: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.1003/te.1003.pdf>. Consultado el 7 de junio de 2017. 2014

CABAÑAS ARMESILLA, MD. *Antropometría e Índices de Salud. Conferencia en el tercer nivel de la ISAK*. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina. 2008

CANDA, A.S. *Variables antropométricas de la población deportista española*. ISBN 978-84-7949-220-5. 2012

CHAPIER, V., DISTEFANO, A.E., OJEDA, N.K. Y RAMOS, M.H. *Cineantropometría en jugadores de Básquet*. Revista de Posgrado de la VIa Cátedra de Medicina - N° 139. 2004

DÍAZ CARDONA, G. *Valoración (postural, antropométrica, resistencia, fuerza y flexibilidad) y prescripción del ejercicio*. Documento en formato digital. 200?

FERNÁNDEZ BERDAYES, D. *Evaluación longitudinal de la composición corporal y del somatotipo en niñas gimnastas de Ciudad de La Habana*. Tesis de Maestría. Instituto Superior de Ciencias Médicas. Facultad “Enrique Cabrera”. 2006

GALLARDO SARMIENTO, A. *Composición corporal e índices antropométricos*. (Conferencia en formato digital). Curso de la Maestría en Ciencias de la Educación Física, el deporte y la Recreación. 2017

HERRERO DE LUCAS, A. *Cineantropometría: composición corporal y somatotipo de futbolistas que desarrollan su actividad en la Comunidad de Madrid*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Medicina. ISBN: 978-84-692-0150-3. 2004

SILLERO QUINTANA, M. *Teoría de Kineantropometría. Apuntes para el seguimiento de la asignatura Kineantropometría*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF). Universidad Politécnica de Madrid. 2005

VARGAS, R. *Diccionario de teoría del entrenamiento deportivo*. UNAM. 2007