



Artículo de revisión

## **LA CINEANTROPOMETRÍA APLICADA AL DEPORTE DE ALTA COMPETICIÓN**

### **KINEANTHROPOMETRY APPLIED TO HIGH PERFORMACE SPORT**

**David Alejandro Acosta Cárdenas<sup>1</sup>, Osvaldo García González<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Esp , Universidad Nacional. Colombia , [davico\\_34@hotmail.com](mailto:davico_34@hotmail.com)

<sup>2</sup> DrC, Instituto de Medicina del Deporte. Cuba

## **INTRODUCCIÓN**

La Cineantropometría como concepto, fue definida por primera vez por Ross y Martell-Jones (1) como una Ciencia que estudia la interconexión entre la estructura humana y la función; entre la anatomía y el performance.

Es 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 (William D. Ross 1982). Es por lo tanto una disciplina básica para la solución de los problemas relacionados con el crecimiento, el desarrollo, la nutrición, el ejercicio, y muy especialmente con el rendimiento deportivo.

La relación entre el desarrollo físico de los atletas y el rendimiento deportivo dio lugar a la antropometría deportiva, que es probablemente una de las esferas que más investigaciones ha generado en este campo, las que consisten esencialmente en el registro de mediciones antropométricas con la aplicación de diferentes ecuaciones para determinar variables morfológicas de los deportistas.

Con respecto a los estudios de deportistas olímpicos, múltiples investigaciones de gran impacto han sido publicados por reconocidos autores, entre las primeras pueden citarse las de Knoll (2), Tanner (3), y entre las más recientes con mayor relevancia se mencionan las de Borms y Hebbelinck (4), y las de Kerr y Ross. (5), entre otros.

Lo cierto es que la Cineantropometría, como Ciencia aplicada al Deporte, es una de las herramientas fundamentales que se utilizan para medir los cambios que se producen a través del entrenamiento. Adquiere gran importancia al encargarse del estudio de las mediciones del cuerpo humano: extremidades, diámetros, circunferencias y pliegues cutáneos, para lograr un conocimiento cabal de la estructura morfológica del deportista en un momento determinado, y los cambios producidos como resultado del entrenamiento sistemático.

En esencia, para muchos, la mayor importancia de los estudios en este campo radica, además de la necesidad de un control del peso corporal, en el cálculo de la grasa corporal en los deportistas y en el conocimiento objetivo de la magnitud o cantidad idónea de grasa para cada deporte.

También el estudio de la composición corporal, y del componente graso del organismo resulta de interés para las investigaciones en el campo de las afecciones hormonales y nutricionales.

Para lograr una preparación integral de los deportistas se hace necesaria una evaluación periódica de variables morfo-funcionales que proporcionen información sobre el comportamiento de las mismas y la asimilación de las cargas de entrenamiento. En esa valoración se incluye el estudio del perfil antropométrico por ser uno de los factores que más influye en el éxito deportivo, tanto desde el punto de vista fisiológico, como biomecánico.

Y es que ha quedado demostrado que existe una estrecha relación entre el físico del individuo y la especialidad deportiva, de manera tal que la constitución física se relaciona estrechamente con el rendimiento deportivo. (6-12)

### **Pilares básicos de la Cineantropometría**

Porta y col. (13) enunciaron los tres pilares básicos de evaluación que constituyen la esencia de la praxis de la Cineantropometría, estos son: el **Somatotipo**, la **Composición Corporal**, y la **Proporcionalidad**.

Los trabajos sobre constitución física en seres humanos desarrollados por Sheldon y col. desde 1940 con su trabajo "The varieties of human physique", son los que dan lugar al concepto de Somatotipo y constituyen los primeros antecedentes en este campo de la reconocida escuela norteamericana de biotipología.

Estos estudios se desarrollaron con la llamada técnica fotogramétrica, y consistieron esencialmente en la observación y medición de una fotografía del individuo desnudo, llegándose a la conclusión de que en el cuerpo humano existen 3 componentes del físico, que se manifiestan en el individuo en una proporción distinta, estos son:

- ✓ Primer componente: ENDOMORFO

Representa el predominio relativo de partes blandas del cuerpo, en donde adquiere gran importancia los órganos digestivos, que derivan de la hoja embrionaria endodermo, de ahí su nombre. Los individuos que poseen este tipo físico tienen una tendencia a la gordura.

✓ Segundo componente: MESOMORFO

Tienen un predominio relativo del sistema muscular, huesos y tejido conjuntivo. Son fuertes y presentan mayor desarrollo músculo esquelético.

✓ Tercer componente: ECTOMORFO

Indica el predominio relativo de las formas lineales y frágiles. El tipo ectomórfico tiene más superficie con respecto a su masa corporal. Dominan los tejidos derivados del ectodermo embrionario.

A la cuantificación de estos componentes primarios que determina la morfología de los individuos es lo que se llama Somatotipo, los que pueden ser representados gráficamente. Para ello se utiliza un sistema tridimensional de 3 coordenadas: **x**, **y**, **z**. El eje vertical es indicativo de la mesomorfia, el eje izquierdo representa la endomorfia y el eje derecho señala la ectomorfia. Cada eje constituye un vector, por lo que para obtener la representación gráfica del Somatotipo de un individuo, hay que hallar la resultante de dichos vectores. El gráfico que representa los Somatotipo recibe el nombre de somatograma y en éste se puede representar a un individuo con sus componentes primarios y el grado de intensidad que tiene cada uno.

Las tres variantes típicas (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) se han hecho erróneamente, corresponder con los tipos pícnico, atlético y asténico planteados por Kretschmer.

- Pícnico, significa compacto y el primer componente de Sheldon no cumple estas características, ya que son individuos con predominio de tejidos flácidos, que no poseen fuerza, tiene huesos pequeños y densidad reducida.

- Atlético es un concepto en el que predomina la función más que lo estructural; y los sujetos mesomorfos son masivos, voluminosos, articulaciones robustas, es decir, no son únicamente atléticos.

- Asténico significa débil y sin fuerza, pero el ectomórfico es apto para deportes menores, caminatas, etc., a pesar de su cuerpo delgado.

En cuanto a la estimación de la Composición Corporal, el Instituto de Medicina del Deporte de Cuba (IMD) 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 (14,15) y la capacidad funcional del sujeto (16, 17). 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. (18, 19)

La Masa Grasa actúa como una reserva energética del organismo, pero su concentración en exceso en la etapa competitiva sería un obstáculo para el rendimiento deportivo en aquellos deportes en que los atletas requieren desplazar su cuerpo para la ejecución de los mismos (19-21). La Masa Corporal Activa guarda una estrecha relación con algunos parámetros fisiológicos como el volumen sanguíneo, la fuerza muscular, la capacidad vital, la ejecución física, el nivel de oxigenación en reposo y en la actividad física.

Como parte del estudio de la Composición Corporal y como complemento de la evaluación del desarrollo físico se toma en consideración la medición de las áreas de músculos y de grasa de varios segmentos corporales, especialmente los muy relacionados biomecánicamente con la ejecución de los movimientos.

Los indicadores de la Composición Corporal han mostrado ser herramientas efectivas en la estimación de componentes que varían en las etapas sucesivas del entrenamiento.

Durante las dos últimas décadas, el desarrollo tecnológico ha permitido el uso de instrumentos de alta precisión, con metodología no invasiva y de costos operativos relativamente bajos, con el fin de medir las características morfológicas y correlacionar los datos con el nivel de rendimiento físico: estos estudios se han realizado por Imagen de Tomografía Axial Computarizada y de Resonancia Magnética, por Bioimpedancia Eléctrica, por Absorciometría Fotónica Dual de Rayos X; lo que unido al desarrollo de modelos matemáticos basados en: la edad, el peso, la talla, los diámetros óseos, los perímetros musculares y los pliegues cutáneos (formando parte de ecuaciones antropométricas y gráficos estadísticos) sirven para el diagnóstico, seguimiento y corrección de la Composición Corporal con fines deportivos. (22-24)

Por tanto, para calcular la Composición Corporal es preciso considerar el cuerpo dividido en compartimentos, y este conjunto de compartimentos es a lo que nos aproximamos cuando hablamos de la Composición Corporal.

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. (25)

El conocimiento sistemático de la Composición Corporal y particularmente de la grasa del cuerpo, es importante durante la planificación y desarrollo del macrociclo de entrenamiento para que los deportistas lleguen a la competencia con la cantidad de grasa idónea que hipotéticamente le permita obtener el máximo rendimiento. La masa grasa no proporciona de forma directa e inmediata energía al individuo, pero obviamente tributa al peso que en la práctica deportiva hay que movilizar -- para bien ó para mal -- constituyéndose en un lastre cuando rebasa determinados valores.

La teoría de la importancia de una determinada cantidad de grasa se sustenta fundamentalmente en los resultados personales y en los de los deportistas exitosos; por lo tanto la cantidad de grasa apropiada para obtener los mejores resultados varía en cada especialidad deportiva, debido a que son muchos los factores que hay que tener en cuenta.

En el Laboratorio de Cineantropometría del IMD se realizan otras pruebas antropométricas que determinan aspectos morfológicos fundamentales del desarrollo físico por etapa de entrenamiento, además de la Composición Corporal, el Somatotipo; es otro pilar fundamental, y consiste esencialmente en evaluar el físico en tres dimensiones, referidas como endomorfismo: relacionado con la adiposidad, el mesomorfismo: relacionado con la muscularidad, y el ectomorfismo: relacionado con la talla o linealidad.

Estos datos se van recopilando y se constituyen en auténticas referencias que permiten establecer los rangos históricos normales, muy útiles para establecer comparaciones y realizar estudios de Tendencia Secular.(11)

Los estudios de Tendencia Secular son de los más polémicos dentro de la Biología Humana (Bodzár y Susanne, 1998; Prado et al., 2001, Parasmani et al., 2008). El término de evolución secular se aplica a gran variedad de rasgos que muestran modificaciones reales en generaciones sucesivas y que no están asociadas a fluctuaciones derivadas del azar. Así este término es usado para dimensiones corporales, diámetros óseos, pliegues cutáneos, densidad corporal, etc. (Malina, 1990; Mesa et al., 1995; Fleta et al., 2000; Dubrova et al., 2005).

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

Se han comparado deportistas en varios periodos dentro de un mismo siglo y se ha llegado a la conclusión por ejemplo, de que la diferencia en la magnitud para la talla corporal promedio puede explicarse por la teoría de la tendencia secular cuando se analiza un deporte específico. (11)

Por ello cuando se analicen los registros de referencia y los rangos históricos normales en el campo de la Cineantropometría debe considerarse siempre este fenómeno y comprender que, debido a los designios propios de la evolución, esos valores representan un punto de llegada y que a su vez se constituyen en un punto de partida.

También selectivamente se realizan a determinados atletas otros estudios complementarios como son el de la Proporcionalidad (el tercer pilar fundamental y de la praxis de la Cineantropometría) y el de estimación de la edad biológica, según las necesidades de ciertos deportes.

La Proporcionalidad, que se le ha denominado “la hija pobre” de la Cineantropometría, y 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. Su relativa poca aplicabilidad en el deporte se ha debido en gran medida a que los estudios tradicionales y otros inconvenientes relacionados con la gran variabilidad interpersonal inherente a la especie humana, asociada también al dimorfismo sexual, a los estados de crecimiento, a las diferencias étnicas, etc., se alejaban bastante del ideal del deportista.

Cada vez más se realizan y aplican estudios de proporcionalidad en deportistas debido a que del análisis de sus proporciones depende en gran medida su desempeño y por tanto su rendimiento deportivo.



La metodología empleada en este Laboratorio de Cineantropometría del IMD para la evaluación sistemática de deportistas sigue las recomendaciones técnicas propuestas por la Sociedad Internacional para el Avance en Cineantropometría, que se expresan en la Convención Antropométrica de Virginia, en la cual a cada deportista se le determinan múltiples variables que se utilizan posteriormente en las diferentes ecuaciones y métodos que se emplean. (12)

En la actualidad — y avalados por el uso internacional y la propia experimentación cubana — se ha impuesto el empleo de los métodos de Wither y col., y el de Carter-Yuhasz. Se conoce que este último subestima el % grasa, pero discriminar mejor las variaciones adaptativas de la Composición Corporal en los deportistas por efecto del entrenamiento en períodos relativamente cortos de tiempo. (12)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ross WD y Martell-Jones MJ, Kinanthropometry. In MacDougall HA , Wagers HJ and Green HJ(ed) Physiological Testing of the High-Performance Athletes (2nd ed).Champaign, IL: Human Kineticcs,1991; 223.
2. Knoll W. Die Sportzitchen Ergebnisse der II.Olimpischen Winner-Spiele in St. Moritz. Bern: Haupt.1928.
3. Tanner JM. The physique of Olympic athlete. London: Allen & Unwin.(ed) 1966.
4. Borms, J & Hebbendick, M. Review of studies of Olympic athletes. In J.E.L, Carter (Ed.) Physical structure of olympic athletes, Part II; Kinanthropometry of Olympic Athletes. Basel: Karger. 1984.
5. Kerr DA, Ross WD, Norton K, Hume P, Kagawa M, Ackland TR. Olympic lightweight and open-class rowers possess distinctive physical and proportionality characteristics. : J Sports Sci. 2007 Jan 1; 25(1):43-53.
6. Carvajal .W. Valoración del comportamiento de los diferentes indicadores antropométricos en voleibolistas cubanos de elite en el periodo 1992-2000 y

- sus tendencias. Tesis de Maestría en Antropología Física. Universidad de La Habana. 2005.
7. Núñez Vázquez, L.: "Estudio morfológico en deportistas de baloncesto, balonmano y voleibol durante el ciclo olímpico 1996 – 2000". Tesis en opción al grado de Especialista de Primer Grado en Medicina del Deporte. Instituto de Medicina del Deporte. La Habana: 2002.
  8. 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.
  9. Leicht AS. Aerobic power and anthropometric characteristics of elite basketball referees. J Sports Med Phys Fitness. 2007 Mar; 47(1):46-50.
  10. 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.
  11. Carvajal Veitia W y col.: Tendencia secular en deportistas cubanos de alto rendimiento: Periodo 1976-2008. Rev. Española de Antropología Física. 28: 71-79, 2008.
  12. Pena Cimadevilla AV.: Evaluación de la masa muscular y grasa por diferentes métodos en deportistas de élite. Tesis por el grado de master en CMED, Facultad de Medicina Enrique Cabrera. Instituto de Medicina del Deporte. 2007.
  13. Carter, J. E. L: "The Heath Carter Somatotype Method". Ed. San Diego States University, California. 1980.
  14. Porta J, González J, Galiano D, Tejedo A. Valoración de la composición corporal. Análisis crítico y metodológico. Car. New.1995; 7-8:10-25.
  15. Leicht AS. Aerobic power and anthropometric characteristics of elite basketball referees. J Sports Med Phys Fitness. 2007 Mar; 47(1):46-50.
  16. 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.
17. Carter, J. E. L: "The Heath Carter Somatotype Method". Ed. San Diego States University, California. 1980.
  18. Vicente R.G, Ara I, Perez-Gomez J, Dorado C, Calbet JA. Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *Br J Sports Med.* 2005 Sep; 39(9):611-6.
  19. Canda M. AS. "Estimación antropométrica de la masa muscular en deportistas de alto nivel", En: *Métodos de estudio de la composición corporal.* Ed. Ministerio de Educación y Cultura, Madrid, I. C. D. (8): 9-26.1996.
  20. Lukaski, H. C, "Methods for the assessment of human body composition: traditional and new" *Am. J. Clin. Nutri..* 1987. 46. 537.
  21. Lee, R. C.; Wang, Z.; Heo, M.; Ross, R.; Janssen, J.; Heymsfield, S. B. Total-Body Skeletal Muscle Mass. Development and Cross-Validation of Anthropometric Prediction Models. *Am J Clin Nutr.* 2000, 72: 796-803.