

LA CINEANTROPOMETRÍA EN LA EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL DEPORTISTA: 20 AÑOS DESPUÉS

THE KINANTHROPOMETRY IN THE FIELD SPORT: 20 YEARS AFTER

Cuando el Prof. Dr. E. H. De Rose me dio la oportunidad de ser coautora en 4 artículos, sobre el tema de "La Cineantropometría en la evaluación funcional del atleta", para ser publicados en una revista, Archivos de Medicina del Deporte, que iniciaba su andadura, mi respuesta solo podía ser de gratitud por brindarme tal oportunidad. Veinte años después es el Dr. J.J. González Iturri, director entonces y ahora de dicha revista, quien me vuelve a dar la oportunidad de escribir sobre el mismo tema para su publicación en el número 100 de la revista.

En 1984, en aquellos primeros artículos se recogían los inicios de la cineantropometría como una nueva disciplina científica, denominada como "la interfase cuantitativa entre anatomía y fisiología o entre estructura y función" con campos de investigación: auxología, antropología, biología, actividad física y especialidades médicas todavía hoy, en el año 2004, no bien definidos por la constante incorporación de tecnologías científicas desarrolladas con el importante apoyo de las ciencias informáticas.

La cineantropometría es la herramienta que nos permite, mediante la medida, el estudio del tamaño, forma, proporción, composición y maduración del ser humano, con aplicación en diferentes áreas: entrenamiento, nutrición, crecimiento, biomecánica, salud, psicología, y ergonomía...

El estudio de la estructura física del deportista se incluye en la valoración funcional del mismo por ser uno de los factores que influyen, tanto

desde el punto de vista fisiológico como biomecánico en el éxito deportivo. Las características antropométricas del deportista son parte de ese complejo de variables: biológicas, psicológicas y socioculturales, además de genéticas, relacionadas con el rendimiento deportivo.

La cineantropometría es prolífica en publicaciones, una sencilla revisión bibliográfica restringida a los últimos 20 años en una base de datos, por ejemplo: En Medline, el término antropometría deportiva registra más de 2000 referencias bibliográficas. Eco de este ingente número de publicaciones en el ámbito internacional lo encontramos en esta revista, casi el 50% de los números incluyen uno o más artículos referidos al tema. Siendo además un área temática en los Congresos organizados por FEMEDE (Federación Española de Medicina del Deporte). La bibliografía recomendada en este artículo se limita a publicaciones (preferentemente libros) referidas al método antropométrico y su aplicación en la valoración del deportista en los últimos 20 años.

METODOLOGÍA

Una de las consecuencias de las actuaciones de la antropometría en los diversos campos de estudio era la falta de estandarización a la hora de tomar las medidas antropométricas, lo que dificultaba la comparación de las muestras. Con el objetivo de estandarizar la metodología a utilizar y divulgar la cineantropometría mediante cursos para la formación de investigado-

**Mayte
Aragón
Clemente**

Centro de
Medicina
del Deporte.
Gobierno
de Aragón
Zaragoza

CORRESPONDENCIA:

M.T. Aragón Clemente. Centro de Medicina del Deporte. Gobierno de Aragón. Paseo Mariano Renovales, s/n. 50006 Zaragoza.
E-mail: maragones@aragob.es

Aceptado: 01-03-2004 / Revisión nº 173

res, se formó en 1978 el IWGK (International Working Group of Kinanthropometry) que fue sustituido en 1986 por la ISAK (Internacional Society of the Advancement of Kinanthropometry) que redefinió las reglas y los protocolos en la valoración antropométrica del deportista, lo que motivó que FEMEDE organizase un Curso Avanzado de Cineantropometría tutelado por la ISAK, en junio de 1987 en Barcelona, creándose el Grupo Español de Cineantropometría (GREC) dentro de FEMEDE, que asumió las normas vigentes en cineantropometría y que fueron refrendadas en la Monografía de FEMEDE: Manual de Cineantropometría, publicada en 1993. En el prólogo de dicha monografía el Dr De Rose denomina "compacto manual de cineantropometría" a los 4 primeros artículos publicados, sobre el tema, en esta revista.

El último Manual de Antropometría del ISAK editado en el año 2001, fue la guía de trabajo en el Curso de Acreditación del ISAK celebrado en Madrid del 15 al 19 de septiembre de 2002. En dicho curso se acreditaron 30 antropometristas de Nivel 2 o técnico y a 12 miembros del GREC con el Nivel 3 o Instructores.

El método antropométrico es engañosamente sencillo. Uno de los fundamentos básicos de la antropometría es la calidad de la medida antropométrica para ello tenemos que minimizar el error en la medida, lo que exige calibrar el material antropométrico y tener una buena técnica de medida. Los cuatro puntos que hacen referencia al error en la medida son:

- Precisión. Se refiere a la consistencia de la medida realizada por un mismo observador. Baja variabilidad de la medida corresponde a alta precisión. La precisión se calcula mediante el Error Técnico de Medida (ETM) o error intraobservador.
- Confiabilidad. Que es el coeficiente de correlación entre series sucesivas de medidas tomadas en el mismo sujeto. Se calcula con el Cociente de Correlación Intraclase. (CCI)

- Exactitud. Indica el grado de coincidencia de la medida observada, con la "verdadera" o realizada por un experto o evaluador criterio (antropometrista que no comete errores sistemáticos, Nivel 3 o Nivel 4). Se calcula mediante el ETM o error interobservador.
- Validez. El grado en que una medición realmente mide una característica.

El ETM es el tratamiento estadístico correcto para valorar la calidad de la medida en series repetidas de diferentes medidas antropométricas realizadas por uno o varios antropometristas. Es definido como el desvío estándar de las mediciones (raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado, dividido por el doble de los pares estudiados). El ETM debe comprobarse periódicamente y mantenerse dentro de los rangos recomendados: de 5% a 7.5% para pliegues cutáneos y de 1% a 1.5% para el resto de las medidas antropométricas.

El objetivo del antropometrista debe ser alcanzar altos grados de precisión, confiabilidad y exactitud, utilizando la técnica válida de medición. El ETM tiene que ser incluido en la valoración e interpretación de los resultados antropométricos y debería reflejarse en las publicaciones, al igual que el nivel de acreditación los antropometristas.

ANÁLISIS DE DATOS

Tamaño corporal: valores absolutos y relativos

La estructura general del deportista es una de las barreras genéticas del rendimiento motor y de la capacidad fisiológica que ayuda a definir las aptitudes potenciales de un sujeto para destacar en el ámbito deportivo.

El peso y la talla están en el control de rutina de cualquier perfil antropométrico y como medidas absolutas son determinantes en algunos deportes, pero es más determinante en el éxito

en algunas modalidades deportivas, el estudio relativo a los segmentos corporales y la composición corporal.

Proporcionalidad

El análisis de la relación de las partes del cuerpo con el resto o entre ellas es motivo de estudio e investigación en la evaluación de los deportistas puesto que de sus proporciones puede depender gran parte de su capacidad deportiva. Así, un individuo con ciertas particularidades anatómicas resultará más adaptado a la práctica de un deporte concreto respecto a otro de características físicas completamente diferentes.

Entre los diferentes sistemas de análisis de las proporciones corporales continua en vigor el cálculo del Índice Z con el Modelo Phantom, expuesto en el nº 1 de Archivos de Medicina del Deporte, pero sin olvidar los clásicos y sencillos índices corporales, por ejemplo: Longitud del tronco relativo a las piernas, Longitud de extremidad superior relativa a la estatura...

Composición Corporal

La proliferación de nuevas técnicas de estudio de la composición corporal que hacen posible el fraccionamiento del peso en varios componentes va acompañada de una variada organización de metodologías: método directo, indirecto y doble indirecto...; Y un amplio espectro de modelos, desde el modelo bicompartimental hasta el modelo multicompartimental.

El cuerpo humano puede ser estudiado según sus componentes en un modelo de 5 niveles: 1º atómico, 2º molecular, 3º celular, 4º tisular, y 5º cuerpo entero. Los conceptos básicos en los que se fundamentan los métodos de estudio de la composición corporal son: el principio de estado estable de la composición corporal en el mantenimiento del peso y homeostasis de fluidos, habiendo una relación constante o relativamente constante entre los componentes dentro del sujeto y entre diferentes sujetos. A través de la medida de la propiedad o el componente, el investigador puede estimar un componente

desconocido basado en la presunción de la relación estable entre propiedad-componente o componente-componente. Pudiéndose agrupar las distintas técnicas de estudio de la composición corporal en: químicas, físicas y anatómicas.

Como métodos de medida para obtener modelos de estimación de la composición corporal, se utilizan dos tipos de funciones matemáticas: La Tipo I o descriptiva, que consiste en una ecuación de predicción de componentes derivada estadísticamente. Y la Tipo II, o mecanicista que se basa en las relaciones estables entre las propiedades y los componentes, muchos de los cuales pueden ser comprendidas en términos de la base biológica subyacente.

El estudio de la composición corporal en el nivel 5º o cuerpo entero puede realizarse entre otras técnicas mediante la antropometría externa. Hay una serie de mediadas antropométricas que pueden predecir o reflejar modificaciones en componentes de otros niveles (del 1º al 4º), por ejemplo: Estatura, longitudes de segmentos corporales, diámetros óseos, perímetros, pliegues cutáneos, peso...

Aunque el método de superficie más utilizado para el control de componente adiposo es el pliegue cutáneo. El estudio de los pliegues cutáneos puede ser: de sus valores absolutos, del sumatorio o de su distribución; para los mismos pliegues cutáneos, las mujeres tienen los valores más altos en los pliegues cutáneos de las extremidades y los hombres en los pliegues cutáneos del tronco, esto da lugar a unos modelos o patrones claramente diferenciados según sexo y que son llamados ginecoide en las mujeres y androide en los hombres. Existe además una región crítica o rango de valores de pliegues cutáneos según deporte y sexo.

Es preferible la monitorización de los pliegues cutáneos y evitar la estimación del% de grasa mediante una de los cientos de formulas que limitan su utilización. Pues en el mejor de los casos el error total de predicción puede ser aproximadamente del 3,5%.

Cuando en el deportista los niveles de grasa están muy bajos, el peso magro o peso libre de grasa es probablemente de mayor significado funcional. Las variaciones de peso libre de grasa pueden ser más amplias y tener mayor valor biomecánica y fisiológicamente que la ligera variación de la grasa.

El método ideal para estimar la composición corporal sería aquel que consigue la mayor precisión, de fácil manejo, rápido de realizar, inocuo y económico. Pero en la selección del método un determinante es: que se adapte a nuestras necesidades y posibilidades. El modelo predictivo antropométrico es una alternativa a métodos más sofisticados e imposibles de utilizar en la rutina de la valoración del deportista.

Forma corporal

El método de mayor difusión en el área del deporte para el estudio de la forma corporal es el somatotipo antropométrico de Heath-Carter, analizado en el nº 3 de Archivos de Medicina del Deporte; Uno de sus autores el profesor J.E.L. Carter en el Curso de Acreditación del ISAK celebrado en Madrid, hizo algunas recomendaciones como:

Referente al redondeo: Los componentes deben ser redondeados a un decimal y la desviación estándar a dos decimales. Para descripción general, gráfico y categorías el redondeo debe ser lo más cercano a la media unidad.

Y la utilización del protocolo estadístico específico en el análisis de los datos.

Referente a la terminología: Hay categorías del somatotipo que están mal traducidas, por ejemplo: *Mesomorphic-endomorph* que se tradujo como Meso-endomorfo o mesorífico-endomorfo; El Profesor Carter propone la traducción correcta de: endomorfo-mesomorfo y lo mismo para las otras 5 categorías de estas mismas características en las que el componente dominante va primero en la clasificación y el componente de menor valor no entra en la clasificación (6-3-1).

Y las traducciones de *SAD* y *SAM*: "somatotype attitudinal distance" y "...mean", que no tuvo una traducción única y paso a llamarse distancia / media morfogénicas del somatotipo, o distancia / media aptitudinal del somatotipo. Se recomienda la utilización de distancia / media posicional somatotípica.

Tanto el estudio de composición corporal como el somatotipo son dos maneras de aproximarse al mismo problema general, la utilización de uno u otro o de ambos depende del propósito que se persiga. El somatotipo puede ser considerado como el estudio de la complejidad física basada en el concepto de forma, o la conformación exterior de la composición corporal al margen del tamaño.

Ajuste de Variables Funcionales al Tamaño Corporal

Las demandas físicas de la prueba deportiva tienen que encajar perfectamente con las capacidades del sujeto para obtener un buen resultado deportivo. El análisis dimensional y criterios de similitud constituyen un proceso válido para predecir, sobre las bases de un modelo matemático, el rendimiento esperado en función del tamaño corporal.

El análisis dimensional y la teoría de la similitud biológica tanto geométrica como elástica permiten que cualquier parámetro fisiológico pueda ser definido en el sistema MLT (masa, longitud, tiempo) y representado en dimensiones [L]. Y además un rendimiento "tamaño-dependiente" pueda ser adscrito a una expectativa teórica.

Maduración

Por último y no por ello menos importante, es la aplicación de la antropometría en la monitorización del crecimiento y maduración relacionados con la edad. La evolución y desarrollo de las medidas antropométricas (percentiles), composición corporal, somatotipo y proporcionalidad van modificando en el adolescente su potencial para el rendimiento deportivo.

Es importante el conocimiento del grado de madurez del adolescente para evitar riesgos innecesarios y no tomar como talento deportivo a quien no lo es, con el riesgo físico y psicológico que aporta. Los programas de detección tem-

prana del talento deportivo y el control del progreso del entrenamiento se vuelven un proceso de validez cuestionable si no se aplican conocimientos relativos al crecimiento de niños y jóvenes y a su evaluación estructural.

B I B L I O G R A F I A

- Bouchard C, Malina RM, Pérusse L.** *Genetics of fitness and physical performance*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1997.
- Carter JEL.** (ed). *Physical Structure of Olympic Athletes Part I: The Montreal Olympic Games Anthropological Project*. Medicine and Sport Basel: Karger, 1982;Vol 16.
- Carter JEL.** (ed). *Physical Structure of Olympic Athletes Part II: Kinanthropometry of Olympic Athletes*. Medicine and Sport. Basel: Karger, 1984;Vol 18.
- Carter JEL, Heath BH.** *Somatotyping development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- Carter JEL, Ackland TR.** (eds). *Kinanthropometry in Aquatic Sports: A Study of World Class Athletes*. HK Sport Science Monograph Series. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994; Vol 5.
- Gore CJ.** (ed). *Physiological Tests for Elite Athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.
- Grec.** *Manual de Cineantropometría*. Monografía de FEMEDE 1993. femede@femede.es
- Heyward VH, Stolarczyk LM.** *Applied Body Composition Assessment*. Champaign: Human Kinetics, 1996.
- ISAK.** *International Standards for Anthropometric Assessment*. International Society for the advancement of Kinanthropometry. 2001. <http://www.isakonline.com>
- Kemper HCG.** (ed). *Growth, Health and Fitness of Teenagers*. Medicine and Sport Science (20). Basel: Karger, 1985.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R.** (eds). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.
- Lohman TG.** *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.
- Norton K, Olds T.** (eds). *Anthropometrica*. Sydney, Australia: UNW Presss, 1996.
- McArdle WD, KacThFI, Kacth VL.** (eds). *Exercise Physiology: Energy, nutrition and performance* 5ª ed. Baltimore USA, Lippincot Williamas & Wilkins, 2001.
- Roger E, Reilly T.** (eds). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual*. *Anthropometry*. 2ª ed. London: Routledge, 2001;Vol. 1.
- Ross WD, Carr RV, Carter JEL.** *Anthropometry Illustrated*. (An interactive CD-ROM text and learning system) Vancouver, BC: Turnpike Electronic Publications Inc 1999.
- Rowland TW.** *Developmental Exercise Physiology*. Champaign: IL: Human Kinetics, 1996.