

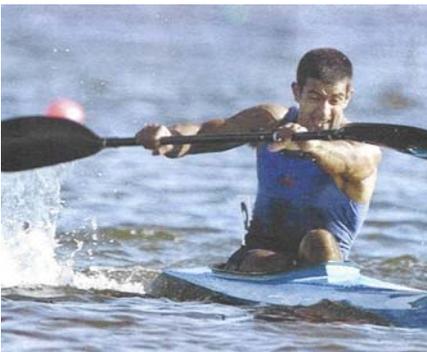
INTRODUCCIÓN A LA CINEANTROPOMETRÍA

Por Francis Holway, MSc.



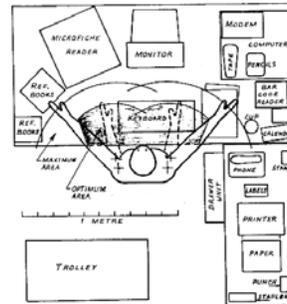
Medición del brazo flexionado.

Bienvenidos a la cineantropometría, la interfase cuantitativa entre estructura y función. Este término, diseñado por Hill Ross en 1972 y compuesto por tres palabras, cine (kinein = movimiento), antropo (anthropos = ser humano) y metría (metrein = medición), este campo de la ciencia utiliza medidas antropométricas y estudia su asociación a variables de función. Por ejemplo, ¿qué nos dice un perímetro de cintura grande con respecto a los lípidos en sangre; si un atleta posee un antebrazo relativamente largo ¿le otorgará una ventaja competitiva en canotaje?; si un sujeto pierde cinco kgs. con un régimen alimentario determinado ¿perdió músculo o tejido adiposo?. Estas son algunas de las preguntas que la cineantropometría intenta responder.



El palista Javier Correa de Argentina

Se la llama también una “ciencia integradora”, ya que es utilizada en muchos campos, como la nutrición, educación física, medicina, antropología, biomecánica, fisiología, ergonomía, endocrinología, pediatría y genética, por nombrar algunos. De esta manera tiene un rol central en el amalgamamiento de disciplinas para resolver problemas o mejorar la salud y el rendimiento.



Estudio ergonómico de diseño de espacios.

Permite medir el estado actual de una persona, equipo o población, y además monitorear cambios que ocurren con alguna intervención, o simplemente con el paso del tiempo. En consecuencia es una herramienta para evaluar los efectos de ciertos tratamientos. Como es inherente a cualquier herramienta de medición, existe un grado de error que puede alterar los resultados e interpretaciones, de hecho existen estrategias metodológicas y bioestadísticas para minimizar el mismo, además de calcular los intervalos de confianza de la medición.

La antropometría, término usado por Elsholtz en la Universidad de Padua en el siglo XVII y luego por Quetelet dos siglos más tarde, se refiere a las mediciones que se realizan sobre el cuerpo humano, y la masa corporal

(peso). Estas incluyen diámetros de huesos y la caja torácica, longitudes de huesos y segmentos, alturas, perímetros de tronco y miembros, y pliegues cutáneos. Para mantener una coherencia en la técnica, herramientas y sitios de medición, existe una estandarización internacional de protocolos, regida por la International Society for the Advancement of Anthropometry (ISAK), un ente que se encarga de entrenar y certificar antropometristas en todo el mundo.



Isologo de ISAK y libro Antropométrica con los protocolos de medición.

Cada medición nos aporta información sobre aspectos físicos de la persona, los diámetros, segmentos y alturas describen el aspecto genotípico de la estructura ósea. Los perímetros y pliegues brindan información sobre aspectos más fenotípicos como los tejidos adiposo y muscular. Los pliegues solo informan sobre la adiposidad subcutánea y su regionalización.

Una vez obtenidos, los datos antropométricos pueden utilizarse por sí mismos como indicadores de estado y cambios, o pueden generar índices específicos dividiendo uno por otro. Uno de los usos más difundidos es el de utilizar los pliegues para calcular la masa adiposa (a veces mal denominada “grasa”) del cuerpo al ingresar estos datos en ecuaciones de regresión. Con los datos brutos y derivadas de cálculo se suelen armar tablas que describen los parámetros normales de una muestra de la población.

Existen muchas herramientas analíticas, cada una con sus respectivos alcances y limitaciones. Entre ellas nombramos el Somatotipo, la Composición Corporal, la Proporcionalidad, el O-Scale, y determinados índices como el de Masa Corporal o Cintura-Caderas. Con estas herramientas el profesional de salud o deporte puede estimar el estado actual del sujeto y compararlo con datos de referencia y conocer la magnitud del mismo. Un ejemplo sería cuando un pediatra mide la estatura de un niño y determina que está en el percentil 10 en referencia a su edad. Cada profesional, según sus necesidades, elegirá las herramientas necesarias para ayudarlo con su problema. Un antropólogo se valdrá del Somatotipo y un nutricionista de la Composición Corporal, por ejemplo, ya que el nivel de información que necesitan suele ser diferente. A un biomecánico es probable que le interesen más las longitudes de los segmentos, y a un fisiólogo la cantidad de masa muscular.

En cuanto a las herramientas para realizar las mediciones, se han adaptado una serie de instrumentos de ingeniería como calibres Vernier y cintas metálicas, para facilitar su uso en el cuerpo humano. Es así como hoy podemos encontrar calibres específicos para diámetros pequeños, grandes, y pliegues, cintas metálicas flexibles e inextensibles para perímetros y otras con pernos para medir segmentos. La idea es que estas herramientas sean de bajo costo (accesibles para la mayoría de los profesionales de salud) y de fácil transporte, además de ser confiables. Esta característica de gran accesibilidad convierte a la cineantropometría en una ciencia al servicio para la mayoría del mundo, respetando el sentido epistemológico de ayudar a la mayor cantidad de personas posibles.



Equipamiento Rosscraft.

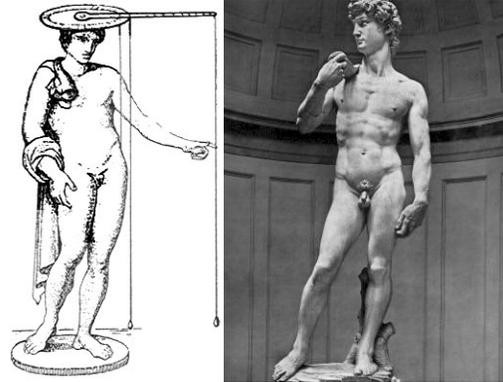
ORÍGENES E HISTORIA



El Doríforo y el Discóbolo.

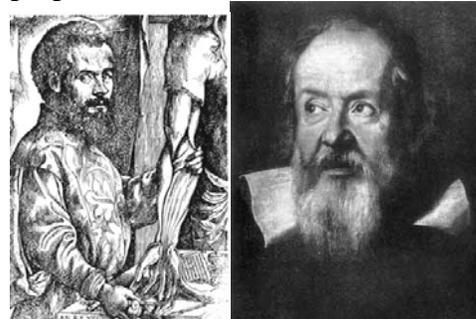
Seguramente el conocimiento de antropometría se remonta a la primera vez que los seres humanos debieron confeccionar atuendos para vestirse. Más recientemente los orígenes de la antropometría se remontan al arte clásico, cuando los griegos antiguos se preocupaban por el estudio de las proporciones para sus estatuas y dibujos, o sea la “antropometría estética”. El Doríforo (porta lanza) de Polikleitos (450-430 AC) representaba el modelo ideal de formas y proporciones, podría ser el primer “humano de referencia”, y su estatua ha sido ampliamente replicada para propósitos artísticos en el mundo antiguo. Se dice que fue conformada por las partes más estéticas de diecinueve sujetos. En la Renacimiento cobra gran auge el arte y la ciencia, sobre todo avanzan los conocimientos de simetría, proporción y escala, con grandes de la época que abarcaban varios campos,

desde la anatomía y medicina hasta la arquitectura e ingeniería. Para nombrar unos pocos, Leone Battista Alberti (1404-1471)



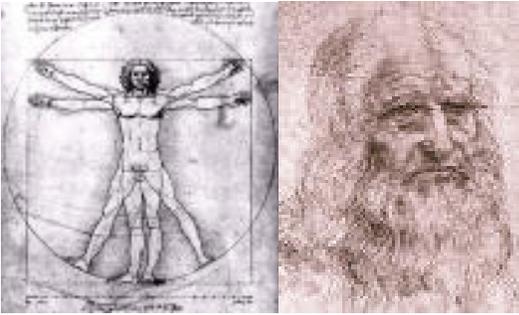
Antropometro de Alberti, el David de Miguel Angel.

Albrecht Durer, los dibujos anatómicos de Andreas Vesalius (1514-1564), Leonardo da Vinci (1452-1519), Miguel Angel (1504) y Galileo Galilei (1638) todos han contribuido a formar la base de la Cineantropometría. Alberti dedujo que la masa aumenta al cubo del aumento de las longitudes, en consecuencia la estatua del David, más grande que un hombre normal, necesita un tronco de apoyo para que no se desmorone, este era el comienzo de estudios sobre escalas geométricas. La imagen sobre-utilizada del Hombre Vitruvio de Da Vinci simboliza esta preocupación con las proporciones.



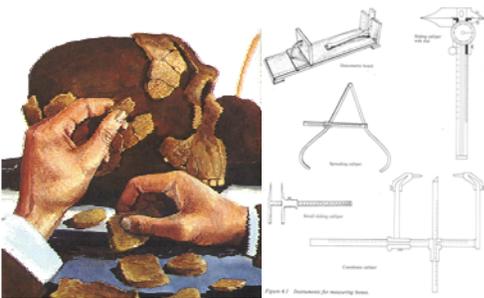
Andreas Vesalius y Galileo Galilei.

Introducción a la Cineantropometría



El hombre Vitruvio de Leonardo da Vinci.

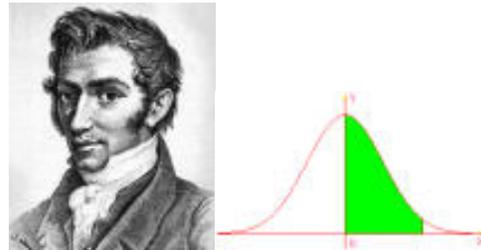
Pero fueron los antropólogos y paleontólogos del siglo XIX quienes dieron un impulso definitivo a la Cineantropometría al comenzar a utilizar herramientas de ingeniería para medir los fósiles de especies que vivieron en otras épocas, entre los que se encontraban huesos humanos. Aquí se comenzó a describir la técnica y herramientas de medición, principalmente gracias a Andres Hrdlka (1920) y Montagu, así como la interpretación de los hallazgos, gracias al impulso que cobraba la Teoría de la Evolución de Darwin. A partir el análisis meticuloso de estos restos (antropometría forense), además de otros aportes arqueológicos como estudios del polen y geología, se intentaba reconstruir el estilo de vida del antepasado en cuestión, principalmente qué comía y cómo se movía.



Paleontología y sus herramientas antropométricas.

Paralelamente varios estudiosos comenzaban a dedicarse a medir personas y a estudiar los patrones de conducta de estos datos. Adolphe Quetelet (1774-1874), un astrónomo y matemático belga, observa ciertos patrones constantes en el

comportamiento de datos a partir de variables antropométricas, y los analiza con técnicas matemáticas aplicadas a los objetos celestiales: nace la Bioestadística, herramienta fundamental en Cineantropometría. Quetelet genera conceptos como promedios, máximo y mínimo, distribución de frecuencias, curvas y velocidades de crecimiento. La Bioestadística es el pegamento que une la antropometría con la función, es la ciencia que permite ordenar y clasificar, correlacionar y diferenciar, y a la vez inferir comportamientos a partir de variables medidas.



Adolphe Quetelet y la Campana de Gauss.

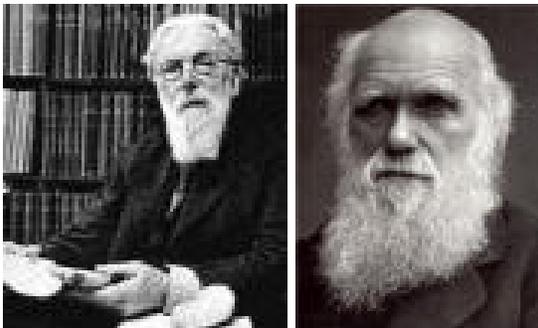
El interés que generó Darwin por la adaptación morfológica de las especies a su medio ambiente, el auge de las técnicas de medición sumado a la nueva capacidad bioestadística de trabajar con los datos establecieron los pilares sobre los cuales se construye la Cineantropometría. Ya a principios del siglo XX en 1917, un escocés, D'Arcy Thompson (1860-1948), publica su famoso "On Growth and Form", un extenso tratado sobre la descripción matemática de la biología, proporcionando amplia evidencia de cómo las leyes de la física actúan sobre los seres biológicos para determinar su forma. Unos años más tarde en 1921 un antropólogo checo, Jindrich Matiegka, publica su intento en fraccionar el cuerpo en sus masas a partir de mediciones antropométricas y datos anatómicos de

cadáveres víctimas de ejecución en Alemania en el siglo XIX.



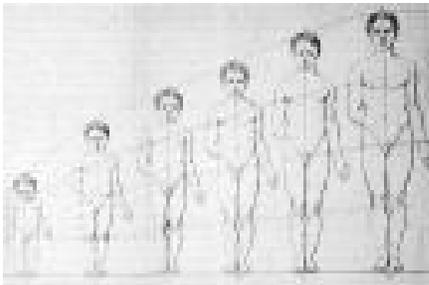
El antropologo Jindrich Matiegka.

En su clásico estudio correlaciona valores de la masa muscular estimada a partir de perímetros corregidos por pliegues con fuerza expresada en tests con dinamómetros de mano.



D'Arcy Thompson y Charles Darwin.

Luego se iniciaron los estudios de crecimiento y desarrollo en Europa y Norteamérica, y la antropometría era ampliamente usada en el ejército, sobre todo en lo que se refiere a la ergonomía o diseño de espacios en vehículos militares y aeronaves.



Estudios de crecimiento y desarrollo.

A su vez las compañías aseguradoras como la Metropolitan Life Insurance Company sabían que sus ganancias económicas se veían perjudicadas cuanto mayor era el sobrepeso, y establecieron las tablas normativas de peso y talla que preceden las actuales.

MEN'S WEIGHT		WOMEN'S WEIGHT	
Height	Ideal	Height	Ideal
5-1	111-122	4-9	94-106
5-2	114-126	4-10	97-109
5-3	117-129	4-11	100-112
5-4	120-132	5-0	103-115
5-5	123-136	5-1	106-118
5-6	127-140	5-2	109-122
5-7	131-145	5-3	112-126
5-8	135-149	5-4	116-131
5-9	139-153	5-5	120-135
5-10	143-158	5-6	124-139
5-11	147-163	5-7	128-143
6-0	151-168	5-8	132-147
6-1	155-173	5-9	136-151
6-2	160-178	5-10	140-155
6-3	165-182	5-11 plus	not available

Figure 3. Metropolitan Life Insurance Co. Desirable weight for men and women, non-age specific (Source: Detroit Free Press, 1/23/87: 3B).

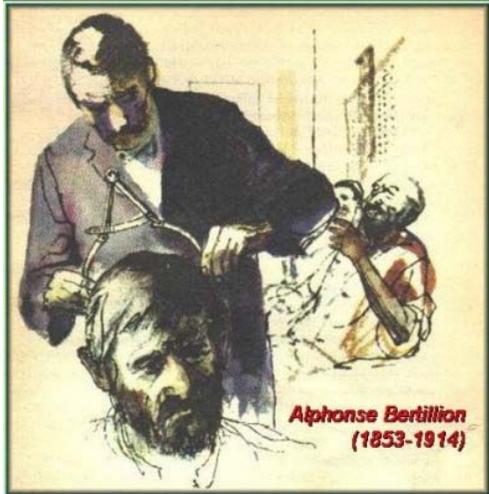
Tablas de peso y talla de la Metropolitan Life.

De hecho el sobrepeso para la estatura era utilizado en el ejército norteamericano como factor discriminante para el reclutamiento de soldados para la Segunda Guerra Mundial, con la consecuencia de que la mayoría de los jugadores de fútbol americano fueran excluidos. Obviamente el sobrepeso era debido a la gran hipertrofia muscular, y esto motivó a Albert Behnke a buscar una manera de diferenciar la adiposidad del músculo, con lo cual desarrolló el método de Hidrodensitometría para estimar la densidad corporal y su porcentaje de grasa.

La antropometría vería sus horas mas oscuras con el intento de discriminar poblaciones según sus características morfológicas (sobre todo cráneo-faciales) por parte de los Nazis (los estudios de Joseph Mengele en judíos mellizos) en el reinado del Tercer Reich. Un detective francés, Bertillion, en 1879, también intentó utilizar la antropometría para detectar criminales, sin mucho éxito por supuesto. En 1910 su método de 243

Introducción a la Cineantropometría

mediciones fue reemplazado por las huellas digitales.

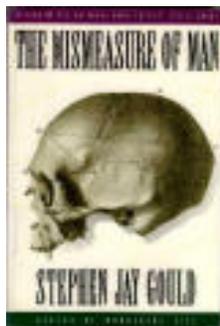


de la antropometría como herramienta para estudiar la salud de las poblaciones, así como Alex Roche en el Fels Institute donde también realizaron estudios longitudinales en niños, y Josep Brozek junto con Ancel Keys publican su trascendental artículo "Body fat in man" (1950) que resumía los conocimientos hasta la fecha. Cobra gran popularidad la Hidrodensitometría, el método diseñado por Albert Behnke para el estudio de composición corporal, y se generan varias ecuaciones de regresión para pliegues cutáneos como método para estimar la composición corporal.

Los usos inapropiados de las mediciones en seres humanos están muy bien retratadas en el libro de Stephen Jay Gould "The Mismeasure of Man" (1981). En la década del cuarenta Sheldon crea el Somatotipo como una descripción del físico en tres aspectos, adiposidad, robustez músculo-esquelética y esbeltez, y lo asocia a aspectos psicológicos y de personalidad de los sujetos.



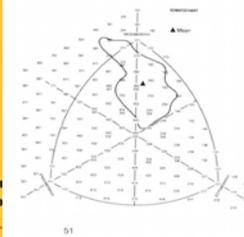
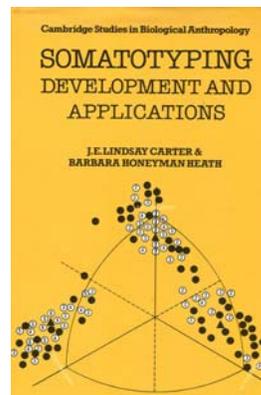
Hidrodensitometría y el calibre Harpenden.



The Mismeasure of Man.

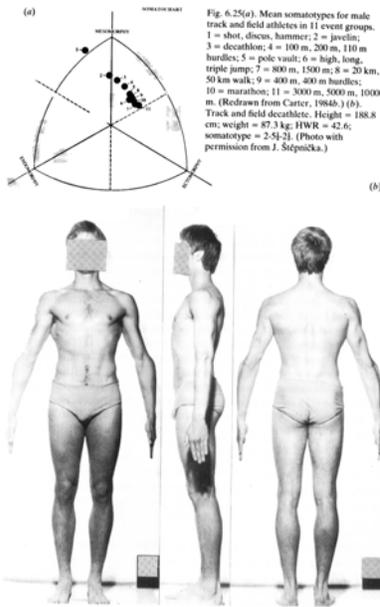
En los años sesenta la antropóloga Barbara Heath y su colega Lindsay Carter corrigen y modifican el Somatotipo original de Sheldon (1940), generando un sistema objetivo de estimación a partir de medidas antropométricas.

Luego de las dos grandes guerras Jim Tanner en el Institute of Child Health de Inglaterra comenzó su famoso estudio longitudinal Harpenden de crecimiento y desarrollo, diseñando con sus colegas a su vez el calibre de pliegues que lleva el mismo nombre, y que es considerado hoy como el mejor. Howard Merdith en Estados Unidos contribuía al desarrollo



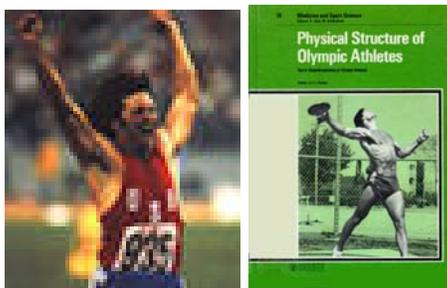
Texto clásico de Somatotipo, de Heath y Carter (1990) y Somatocarta de nadadores masculinos del mundial 1991.

Introducción a la Cineantropometría



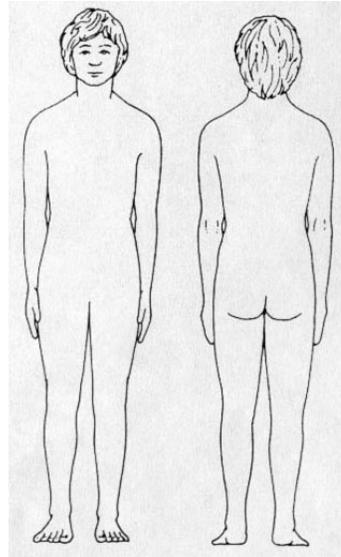
Somatotipo y somatocarta de un atleta.

Carter también lidera el proyecto de medición antropométrica en los Juegos Olímpicos de México en 1968 y también es de gran influencia en el Montreal Olympic Games Anthropological Project (MOGAP) de 1976.



Bruce Jenner en Montreal 1976.

En 1974 Behnke, junto a su alumno Wilmore presenta datos de sus “seres humanos de referencia” y un sistema de proporcionalidad en base a perímetros corporales, el Somatograma de Behnke. También en los setenta William Ross de Canadá y su colega Noela Wilson de Nueva Zelanda introducen el sistema de proporcionalidad Phantom, corrigiendo errores matemáticos y de concepto que existían en muchos índices



El modelo unisexuado de referencia Phantom.

antropométricos. En 1978 se constituye la ISAK en un congreso en Brasilia y se diseñan los International Working Group in Kinanthropometry (IWGK), grupos que se dedicaban a estudiar aspectos de la Cineantropometría. Paralelamente, en Europa del Este, los alemanes orientales Tittel y Wutscherk publican Sportanthropometrie (1972), donde siguen utilizando las ecuaciones de Matiegka.



Lindsay Carter, William Ross y Alan Martín.

A principios de los ochenta Alan Martín, Don Drinkwater y Jan Clarys llevan a cabo los trascendentales estudios de Cadáveres de Bruselas, que cambiarían el curso de la Cineantropometría para siempre, proporcionando uno de los más grandes avances a esta ciencia.



Disecion de cadáveres en Vrije Universiteit Brussel.

De este estudio se desprende la gran inexactitud de los sistemas para estimar la composición corporal y se aportan valiosos datos para el diseño de nuevos modelos. William Ross diseña el O-Scale junto con Richard Ward, un sistema de evaluación antropométrico que saltea el problema del análisis invalidado de composición corporal.

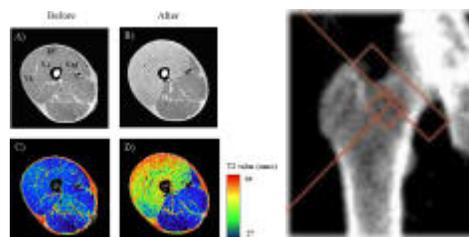
O-SCALE	
Weight	70.0 kg
Height	1.70 m
Age	30
Sex	Male
Activity	Low
Body Fat	15%
Lean Body Mass	59.25 kg
Mineral Bone Density	0.85 g/cm ²
Visceral Fat	100 g
Muscle Mass	25.0 kg
Cardiovascular Risk	Low
Overall Health	Good

El sistema O-Scale

También en esta época recobran valor los métodos de fraccionamiento de masas inspirados en la obra de Matieghka, concluyendo con el modelo de fraccionamiento en cinco masas propuesto por la australiana Deborah Kerr y su profesor William Ross en 1988.

La década del noventa aporta avances en la tecnología del diagnóstico por imágenes, sobre todo densitometría ósea

(DEXA), tomografía axial computada (TAC) y resonancia magnética nuclear (RMN).



Resonancia Magnética Nuclear y Densitometría ósea.

Estos métodos se utilizan principalmente para estimar la densidad mineral ósea y la adiposidad visceral de la región abdominal, y recientemente la masa muscular. Estos métodos se correlacionan bien con indicadores antropométricos que tienen que ver con las patologías asociadas al exceso de grasa visceral.

ESTANDARIZACION DE TECNICAS ANTROPOMETRICAS

El primer registro de intentos de estandarizar los protocolos de mediciones antropométricas data de 1880 en el Acuerdo de Frankfurt, luego los congresos de Múnaco en 1902 y Ginebra en 1912, donde se describen técnicas para 49 variables. En los 60 el Internacional Biological Program (IBP) impulsado por Inglaterra establece normas de medición sobre el lado izquierdo del cuerpo (Weiner & Lourie, 1969), a diferencia de los norteamericanos que utilizaban el lado derecho. En 1982 y 1991 Ross y Marfell-Jones (actual presidente de ISAK) describen los protocolos actualizados del IWGK en *Physiological Testing of Elite Athletes*, basándose en técnicas antropológicas clásicas de los alemanes Martin y Saller. En 1988 tiene lugar la conferencia de Arlie, Virginia EEUU, liderada por Lohman, Roche, y Matorrell (los exponentes de las técnicas norteamericanas), y publican (aun sin el

Introducción a la Cineantropometría

consentimiento de los miembros de IWGK – que tuvieron una participación parcial y restringida) el Anthropometric Standardization Reference Manual. En Australia el Laboratorio de Estándares y Medidas del Australian Institute of Sport decide estandarizar la técnica y conocimientos de antropometría como parte del proyecto nacional de salud y deportes, y crea, bajo el mando del Dr. Chris Gore y con la técnica de Deborah Kerr (alumna de Bill Ross) lo que deriva en los cuatro niveles de acreditación por parte de ISAK. El protocolo de mediciones se publica en el libro Antropométrica (1996) y luego se corrige y mejora en la publicación de ISAK *Internacional Standards for Anthropometric Assessment* (2001). En el 2000 Ross, Carter y Carr publican una versión electrónica en CD *Anthropometry Illustrated*, seguido por *Anthropometry Fundamentals*.

Esta estrategia de certificación internacional es muy exitosa y se multiplica por el resto del mundo a un ritmo exponencial. Es de suma importancia estandarizar la técnica de medición, el uso de herramientas, y la certificación de antropometristas, para poder comparar datos y asociarlos a otras variables de rendimiento y salud.



Medición de segmento en *Anthropometry Illustrated*.



Australian Institute of Sport en Canberra.

Introduccion a la Cineantropometria