

Monograph

Antropometría

Robert M Malina

RESUMEN

La antropometría consiste en una serie de mediciones técnicas sistematizadas que expresan, cuantitativamente, las dimensiones del cuerpo humano. A menudo la antropometría es vista como la herramienta tradicional, y tal vez básica de la antropología biológica, pero tiene una larga tradición de uso en la Educación Física y en las Ciencias Deportivas, y ha encontrado un incremento en su uso en las Ciencias Biomédicas. Los propósitos de este capítulo son: proveer una visión general de la antropometría como método; describir una serie de dimensiones y varias proporciones o cocientes que tienen relevancia para la actividad física y las Ciencias Deportivas; discutir temas relacionados a la variabilidad de las mediciones y al control de calidad en la antropometría y discutir varias aplicaciones de la antropometría y el concepto de datos de referencia.

Palabras Clave: determinación antropométrica, composición corporal, pliegues cutáneos, aptitud física

ANTROPOMETIA EN LAS CIENCIAS DEL DEPORTE

El tamaño del cuerpo y las proporciones, el físico y la composición corporal son factores importantes en la *performance* física y la aptitud física. Históricamente, la estatura y el peso, ambos indicadores del tamaño general del cuerpo, han sido usados extensivamente con la edad y el sexo para identificar algunas combinaciones óptimas de estas variables en grupos de niños, jóvenes y adultos jóvenes, en varios tipos de actividades físicas. El tamaño corporal, particularmente el peso, es el marco de referencia standard para expresar los parámetros fisiológicos (por ej., el VO_2 máx. como $ml.kg^{-1} min^{-1}$), mientras que el grosor de los pliegues cutáneos, a menudo es usado para estimar la composición corporal. Por mucho tiempo se ha usado a la antropometría para la identificación del sobrepeso y la obesidad, y para el establecimiento de la relación entre el sobrepeso y la aptitud física relacionada con la salud, y con la expectativa de vida. Por lo tanto, la antropometría es fundamental en lo que se refiera a la actividad física y las Ciencias Deportivas.

TECNICAS Y MEDICIONES SUGERIDAS

La antropometría involucra el uso de marcas corporales de referencia, cuidadosamente definidas, el posicionamiento específico de los sujetos para estas mediciones, y el uso de instrumentos apropiados. Las mediciones que pueden ser tomadas sobre un individuo, son casi ilimitadas en cantidad. Generalmente, a las mediciones se las divide en: masa (peso), longitudes y alturas, anchos o diámetros, profundidades, circunferencias o perímetros, curvaturas o arcos, y mediciones de los tejidos blandos (pliegues cutáneos).

Además, se pueden definir numerosas mediciones especiales para partes específicas del cuerpo, especialmente para la cabeza y Sacara, la mano y el pie. No hay una lista mínima de mediciones aceptada que deba ser tomada para definir una población.

Un tema clave en la antropometría es la selección de las mediciones. Esto depende del propósito del estudio y de las cuestiones específicas que estén bajo consideración. Por lo tanto, es necesario que antes de la aplicación de la antropometría se haga un análisis absolutamente lógico, comenzando con un concepto claro del conocimiento buscado, y que lleve a una selección de las mediciones necesarias para obtener una respuesta aceptable. "La antropometría es un método y debe ser tratado como tal, un medio para un fin y no un fin en sí mismo". Cada medición debe ser seleccionada para proveer una pieza específica de información dentro del contexto del estudio diseñado. Por ello, "ninguna batería de mediciones aislada cumplirá con las necesidades de cada estudio". El corolario es que no es aceptable tomar mediciones por las mediciones en sí mismas; no tiene sentido tomar una extensa batería de mediciones, simplemente porque uno tiene la oportunidad de hacerlo.

La antropometría no es invasiva en un sentido fisiológico. Todas las mediciones son dimensiones externas del cuerpo, o de sus partes. Sin embargo, la antropometría es invasiva en un sentido personal: Una persona está siendo medida. En algunos grupos, pautas culturales pueden limitar las dimensiones que pueden ser medidas.

Aunque la antropometría es altamente objetiva y altamente confiable, en manos de antropometristas entrenados, el significado biológico o funcional de muchas dimensiones no ha sido adecuadamente establecido. La clave para una antropometría efectiva yace en el entendimiento del significado o la significancia de las mediciones específicas, con el objeto de hacer la elección correcta que permita respuestas efectivas a las preguntas formuladas. Las mediciones difieren en sus utilidades, y algunas se han establecido firmemente, más debido a una repetición ciega que porque se sepa que son útiles.

Gran parte de la variación en la morfología humana está relacionada al desarrollo de los tejidos esquelético, muscular y adiposo, así como también de las vísceras. Por lo tanto, las mediciones sugeridas se concentran en los huesos, músculos y en la grasa, y proveen información sobre los tejidos esquelético, muscular y subcutáneo. También se debe considerar la variación regional en la morfología; por lo tanto, se sugiere tomar dimensiones del tronco (superior e inferior) y de las extremidades (superiores e inferiores). La combinación de las dimensiones también proveen información sobre las proporciones corporales y del físico. Las dimensiones sugeridas también se seleccionan sobre la base del sitio de Idealización y accesibilidad, aunque a veces, preferencias culturales locales pueden limitar el acceso a algunos sitios de medición (por ej. la circunferencia del pecho en el tórax, o algunos pliegues cutáneos del tronco en mujeres adolescentes).

Los procedimientos para tomar las mediciones sugeridas provienen del "Manual de Referencia de Estandarización Antropométrica", editado por Lohman, Roche y Martorell (26). El equipo y los métodos necesarios para las mediciones están ilustrados en el manual. Algunas de las mediciones también están ilustradas en Malina y Bouchard (31).

TAMAÑO CORPORAL TOTAL

El peso y la estatura (altura) son las dimensiones antropométricas más comúnmente usadas. El peso corporal es una medida de la masa corporal. Es una medida heterogénea, una composición de muchos tejidos que, a menudo, varían independientemente. Aunque el peso debe ser medido con el individuo desnudo, a menudo, este hecho no se puede practicar. Por consiguiente, frecuentemente se toma el peso con el individuo vestido con ropas ligeras (short de gimnasia y remera), sin calzado.

La estatura o altura, es una medición lineal de la distancia desde el piso o superficie plana donde está parado, hasta la parte más alta (vértice) del cráneo. Es una composición de dimensiones lineales a la que contribuyen las extremidades inferiores, el tronco, el cuello y la cabeza. La estatura debe medirse con un estadiómetro fijo. Si se utiliza un antropómetro móvil, un individuo debe mantener el antropómetro, de tal forma que quede correctamente alineado mientras que el otro sujeto posiciona al sujeto y toma la medición. El individuo debe estar en posición erguida, sin zapatos. Eventualmente, el peso se distribuye en ambos pies, los talones deben estar juntos, los brazos deben colgar relajados a los costados del cuerpo, y la cabeza debe estar en el plano horizontal de Frankfort.

La estatura y el peso muestran una variación diurna, o variación de la dimensión en el curso del día. Esto puede ser un problema en los estudios longitudinales de corta duración, en los cuales los cambios evidentes podrían simplemente reflejar la variación, de acuerdo al momento del día, en el cual la medición fue tomada. Por ejemplo, la estatura es mayor en la mañana, en el momento de levantarse de la cama, y disminuye en el momento que el individuo asume la postura erguida y comienza a caminar. Este "encogimiento" de la estatura ocurre como resultado de la compresión de los discos fibrosos de los cartílagos que separan las vértebras. Con la fuerza de gravedad impuesta, al estar de pie y al caminar, los discos se comprimen gradualmente. Como resultado de ello, la estatura puede disminuir en un centímetro o más. La pérdida de estatura está limitada a la columna vertebral. Esta se recupera cuando el individuo permanece en la cama, o

sobre una superficie plana, por alrededor de 30 minutos.

El peso del cuerpo también muestra una variación diurna. El individuo es más liviano en la mañana, específicamente después de haber vaciado la vejiga luego de levantarse. Luego el peso del cuerpo se incrementa gradualmente durante el curso del día. Este se ve afectado por la dieta y la actividad física. En las chicas y mujeres que menstrúan, la variación en la fase del ciclo menstrual también afecta la variación diurna del peso del cuerpo.

LONGITUDES SEGMENTARIAS ESPECIFICAS

La "altura de sentado" como su nombre lo implica, es la altura del individuo, mientras el mismo está sentado. Se mide con un antropómetro, y es la distancia desde la superficie de asiento hasta lo más alto de la cabeza, estando el individuo en la posición standard. El sujeto se sienta sobre una mesa con las piernas colgando libremente y dirigidas hacia adelante. Las manos deben estar sobre los muslos y la cabeza en el plano horizontal Frankfort. Al individuo se le pide que se siente lo más erguido posible.

Esta medición es especialmente valiosa cuando se la usa en combinación con la estatura. La estatura menos la altura de sentado, provee una estimación del largo de las extremidades inferiores (longitud subisquial, o longitud de las piernas). La mayor parte de la variación diurna en la estatura que se discutiera previamente, ocurre en el tronco y por ello tiene influencia sobre la altura o talla sentado.

ANCHOS O DIAMETROS DEL ESQUELETO OSEO

Generalmente, las mediciones del ancho o diámetros óseos se toman a través de marcas específicas en los huesos, y por lo tanto proveen una indicación de la robustez del esqueleto. A continuación, describiremos los cuatro anchos o diámetros del esqueleto que se toman más comúnmente:

- "Diámetro Biacromial" mide la distancia de un lado al otro, entre los procesos acromiales derecho e izquierdo de la escápula, y por lo tanto provee una indicación de! diámetro de los hombros.
- "Diámetro Biileocrestídeo" mide la distancia de un lado al otro, entre las partes más laterales de las crestas ilíacas, y por lo tanto provee una indicación del ancho de la cadera. Ambas mediciones se toman desde atrás del sujeto, usando el segmento superior del antropómetro como un calibre deslizante. La posición del sujeto es la misma que cuando se mide la estatura.
- "Diámetros o anchos de húmero y fémur" mide la distanciarte un lado al otro, entre los cóndilos óseos del fémur (diámetro bicondíleo). y entre los epicóndilos del húmero (diámetro biepicóndileo); provee información sobre la robustez del esqueleto en las extremidades. El primero se mide de un lado al otro de las salientes más laterales y más mediales de los cóndilos del fémur, estando el individuo sentado con las rodillas flexionadas a 90°; se usa un "calibre de deslizamiento de hoja ancha" (tipo Calibre Vemier). El segundo es medido de un lado al otro, entre los epicóndilos del húmero con el codo flexionado a 90°, se puede usar un calibre de deslizamiento pequeño o uno de "hoja ancha".

CIRCUNFERENCIAS

Ocasionalmente, se usan las circunferencias de los miembros como indicadores de la muscularidad relativa. Sin embargo, nótese que una circunferencia incluye al hueso, rodeado por una masa de tejido muscular, la cual está recubierta por una capa de grasa subcutánea. Por lo tanto, no provee una medida del tejido muscular "per se". Sin embargo, a raíz de que el músculo es el tejido principal que comprende la circunferencia (excepto, tal vez en los obesos), las circunferencias de los miembros son usadas para indicar el desarrollo muscular relativo. Las circunferencias se miden con una cinta de 0.5 cm. de ancho, flexible no extensible. La cinta se aplica en el sitio apropiado, haciendo contacto con la piel pero sin comprimir el tejido subyacente. Las dos mediciones de miembros más usadas son las circunferencias de los brazos y de las pantorrillas:

- La "circunferencia del brazo" se mide estando el brazo colgado, relajado, al costado del tronco. La medición se toma en el punto, a mitad de trayecto entre los procesos acromial y el olécranon. Ocasionalmente, se hace referencia a

este procedimiento como "la circunferencia del brazo relajado", porque la circunferencia del brazo es ocasionalmente medida en estado de flexión, con el codo flexionado y el músculo bíceps contraído en forma máxima.

- La "circunferencia del brazo flexionado" se usa en la derivación del mesomorfismo en el protocolo del Somatotipo de Heath-Carter, lo cual se discutirá luego, en este capítulo.
- La "circunferencia de la pantorrilla" se mide como la circunferencia máxima de la pantorrilla con el sujeto parado y el peso distribuido, eventualmente en los dos miembros. Las circunferencias del brazo relajado y de la pantorrilla pueden usarse en combinación con los pliegues cutáneos del brazo (tríceps y bíceps) y de la pantorrilla (medial y lateral) para proveer estimaciones de las circunferencias de los músculos, y de las áreas de corte transversal de los músculos y de las áreas grasas (Tabla 1). Se debe recordar que en las encuestas de "status" nutricionales, generalmente, la circunferencia del brazo es corregida sólo por el grosor del pliegue cutáneo del tríceps (ver Tabla 1). A pesar de que las circunferencias corregidas son muy usadas, tienen limitaciones. Los procedimientos suponen que el miembro es un cilindro y que la grasa subcutánea está distribuida de forma regular. El uso del pliegue cutáneo tricípital (más que el bicipital), o de los pliegues cutáneos de la pantorrilla medial o lateral, se ajustan en cierta forma a la distribución irregular de la grasa subcutánea. No se considera el tamaño del hueso(s) y la variación en la compresibilidad de los pliegues cutáneos es de un interés adicional.

Usando, tanto el pliegue tricípital como el pliegue bicipital, y los pliegues cutáneos de la pantorrilla, medial y lateral:

A. Circunferencia muscular del brazo (cm) = $C_a - (\pi/2) * (S_t + S_b)$

$$\text{Área muscular del brazo (cm}^2\text{)} = (1/4 \pi) * [(C_a - (\pi/2) * (S_t + S_b))^2]$$

donde C_a es la circunferencia del brazo (cm); S_t y S_b son los pliegues cutáneos del tríceps y del bíceps, respectivamente (cm).

B. Circunferencia del músculo de la pantorrilla (cm) = $C_p - (\pi/2) * (S_m + S_l)$

$$\text{Área muscular de la pantorrilla (cm}^2\text{)} = (1/4 \pi) * [(C_p - (\pi/2) * (S_m + S_l))^2]$$

donde C_p es la circunferencia de la pantorrilla (cm); S_m y S_l son los pliegues cutáneos de la pantorrilla medial y lateral, respectivamente (cm).

C. Área del brazo o de la pantorrilla (cm²) = $C^2 / 4\pi$

donde C_p es la circunferencia del brazo o de la pantorrilla (cm).

D. Área grasa del brazo (cm²) = área del brazo - área muscular del brazo
 Área grasa de la pantorrilla (cm²) = área de la pantorrilla - área muscular de la pantorrilla

Usando solamente el pliegue cutáneo del tríceps:

A. Circunferencia muscular del brazo (cm) = $C_a - (\pi * S_t)$

$$\text{Área muscular del brazo (cm}^2\text{)} = [C_a - (\pi * S_t)]^2 / 4 \pi$$

donde C_a es la circunferencia del brazo (cm); y S_t es el pliegue cutáneo del tríceps (cm)

B. Área del brazo (igual que arriba)

C. Área grasa del brazo (igual que arriba)

Tabla 1. Cálculos de la Estimación de las Circunferencias de los Músculos de los Miembros, y de las Áreas de Corte Transversal de los Músculos y de la Grasa. Según Forbes (17) y Frisancho (18).

Ocasionalmente se utilizan las "circunferencias de los muslos" en la actividad física y las Ciencias del Deporte, fundamentalmente a partir de la perspectiva de estimación del volumen muscular del muslo. A menudo, se usan los procedimientos de Jones y Pearson (24). Ellos incluyen tres circunferencias del muslo: a) a la altura del surco del glúteo (llamada en Lohman y cols. [26], circunferencia proximal del muslo); b) a un tercio de la distancia entre el punto de la altura subisquial y el espacio interarticular tibial-femoral; c) a la circunferencia mínima tomada por sobre la rodilla. Referente a los pliegues cutáneos del muslo, se toman los pliegues anterior y posterior, en la línea media, a un tercio del nivel de la altura subisquial.

Dada la importancia de la utilidad de las circunferencias del tronco como indicadores de la distribución adiposa relativa, las circunferencias de la "cintura" y de la "cadera" también pueden, ser consideradas. La literatura indica varios procedimientos para la medición de estos perímetros. Lohman y cols. [26] sugieren que la circunferencia de la cintura se tome a nivel de la cintura natural (que es la parte más angosta del torso). La circunferencia abdominal, que es una medición similar, se mide al nivel de la mayor circunferencia anterior del abdomen (la cual es generalmente, pero no siempre, a nivel del ombligo). La circunferencia de la cadera se mide al nivel de la prominencia máxima de las nalgas. Estas circunferencias, especialmente la circunferencia de la cadera, se toman ocasionalmente con los individuos ligeramente vestidos o con un delantal para mediciones. Se necesitará aplicar más presión para comprimir la vestimenta.

GROSOR DE LOS PLIEGUES CUTÁNEOS

El grosor de los pliegues cutáneos es indicador de la adiposidad subcutánea, la porción de la adiposidad del cuerpo localizada inmediatamente debajo de la piel. Los pliegues cutáneos son una doble capa de piel y de tejido subcutáneo subyacente, en sitios específicos. El procedimiento para la medición de los pliegues cutáneos es el siguiente. Después de haber localizado el sitio ven algunos casos, haberlo marcado, la doble capa de piel y el tejido blando subyacente se levantan, comprimiendo con los dedos pulgar e índice de la mano izquierda, a más o menos 1 cm por sobre el sitio (proximal). Luego se aplica el calibre en el sitio. El espacio entre el pliegue levantado y el sitio de medición evita el efecto de la presión de los dedos sobre la lectura del calibre.

Los siguientes grosores de pliegues cutáneos son relevantes en la actividad física y en las Ciencias del Deporte:

- El "pliegue cutáneo del tríceps" se mide en la parte posterior del brazo, por sobre el músculo tríceps al mismo nivel usado para la circunferencia del brazo relajado, que es, a mitad de camino entre los procesos de olécranon (en el codo) y acromial (en el hombro).
- El "pliegue cutáneo del bíceps" se mide en la saliencia anterior del brazo, por sobre el músculo bíceps al mismo nivel usado para la circunferencia del brazo relajado.
- El "pliegue cutáneo subescapular" se mide en la espalda, justo por debajo del ángulo inferior de la escápula.
- El "pliegue cutáneo suprailíaco" se mide inmediatamente por encima de la cresta ilíaca, en la línea medio axilar. En la derivación endomórfica del protocolo de Somatotipo de Heath-Carter se usa la medición del pliegue cutáneo suprailíaco por arriba de la espina ilíaca antero-superior. llamado actualmente pliegue cutáneo supraespinal (ver mas adelante).
- El "pliegue cutáneo abdominal" se mide como un pliegue horizontal, 3 cm al lateral, y 1 cm inferior al ombligo.
- El "pliegue cutáneo del muslo" se mide en la saliencia anterior del muslo, en la línea media, a mitad de camino entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula.
- El "pliegue cutáneo de la pantorrilla medial" se mide en la cara interior de la pantorrilla. al mismo nivel que se usa para la circunferencia de la pantorrilla. que es la circunferencia mínima.
- El "pliegue cutáneo de la pantorrilla lateral" se mide en la cara lateral de la pantorrilla. al mismo nivel que se usa para la circunferencia de la pantorrilla.

Los pliegues cutáneos de las extremidades se miden como pliegues verticales: los pliegues cutáneos subescapular y suprailíaco se miden siguiendo las líneas de clivaje naturales de la piel.

Los pliegues cutáneos medidos sobre las extremidades y sobre el tronco también proveen información sobre la distribución de la adiposidad subcutánea relativa. Sin embargo, no hay consenso en cuanto a cuál es el mejor método para definir y describir la distribución de la adiposidad subcutánea (46). A menudo, para describir la distribución de la adiposidad relativa, se usan la sumatoria de varios pliegues cutáneos de las extremidades y de varios pliegues cutáneos del tronco, expresados como una proporción o cociente (la proporción o cociente de los pliegues cutáneos del tronco dividido por la sumatoria de los pliegues cutáneos de las extremidades) [30, 31]. Aunque las proporciones o cocientes tienen sus limitaciones (se supone que las variables cambian de una manera lineal), son relativamente simples y útiles en las encuestas y estudios.

El análisis de los componentes principales también es usado para identificar los componentes de la adiposidad y de la distribución anatómica de la adiposidad (ver, por ej., refs. 3, 16). El primer componente está relacionado con la adiposidad general. Los componentes tronco/extremidades y extremidades superiores/inferiores están afectados por la adiposidad subcutánea general, por lo tanto para el control de la adiposidad general es necesario analizar residuos de la regresión de pliegues cutáneos específicos (transformación logarítmica, log) sobre la media del grosor de los pliegues cutáneos (log) (ver refs. 3, 16).

A menudo los pliegues cutáneos son usados en la actividad física y en las Ciencias del Deporte para predecir la densidad del cuerpo, y a su vez estimar la adiposidad relativa (porcentaje de grasa corporal). Hay disponibles muchas ecuaciones de predicción, pero ellas son específicas de una muestra, o población. Las ecuaciones deben ser convalidadas a través de varias muestras, y su aplicabilidad general no se puede suponer sin un testeo en otros sujetos. Las ecuaciones de predicción, generalmente, presuponen una relación lineal entre las variables, aunque a menudo es evidente una relación curvilínea entre los pliegues cutáneos y la densidad corporal. Las diferencias individuales también pueden influenciar las estimaciones. Por lo tanto, cuando es necesario el uso de una ecuación de predicción se debe prestar cuidadosa atención a la muestra sobre la cual está basada, la correlación entre los valores de composición corporal predichos y medidos, y el número de mediciones. También se deben tener en cuenta los errores inherentes a los procedimientos en las mediciones de los pliegues cutáneos y de la composición corporal original. Luego se discutirá la variabilidad de las mediciones relacionada a la antropometría.

RESUMEN DE LAS MEDICIONES

Esta breve serie de mediciones provee información sobre el tamaño del individuo en su totalidad (peso y estatura) y de segmentos específicos, partes y tejidos. Los diámetros óseos describen la robustez global del esqueleto, las circunferencias de los miembros proveen información sobre la musculatura relativa, y el grosor de los pliegues cutáneos son indicadores de la adiposidad subcutánea. Las dimensiones específicas incluyen tanto al tronco como a las extremidades, porque los individuos pueden ser similares en el tamaño corporal global, pero pueden variar en la forma, proporciones y distribución de tejidos.

COCIENTES Y PROPORCIONES

Además de proveer información específica de por sí, las mediciones pueden estar relacionadas entre sí en forma de índices o cocientes. Generalmente, estos son calculados dividiendo las mediciones más grandes por las más pequeñas. Los cocientes también proveen información sobre las formas y proporciones. Generalmente, se usan los cuatro cocientes siguientes, aunque en teoría, dos mediciones, cualquiera que fuesen, pueden estar relacionadas entre sí.

INDICE DE MASA CORPORAL

El cociente entre el peso y la estatura se expresa generalmente en la forma del Índice de Masa Corporal (IMC):

$$\frac{\text{peso}}{\text{estatura}^2}$$

donde el peso está en kilogramos y la estatura en centímetros. El IMC califica razonablemente bien el total de la adiposidad corporal, y encuentra un amplio campo de uso en los estudios de sobrepeso y obesidad, especialmente en los adultos. Una pregunta que necesita consideración es la influencia de la distribución de la adiposidad relativa sobre el IMC: ¿Es el IMC un mejor índice de adiposidad en aquéllos sujetos con un patrón troncal de distribución adiposa, comparado a aquéllos con un patrón más periférico?. En un contexto relacionado a la salud, uno también puede preguntarse si el IMC tiene las mismas implicancias para individuos de diferentes grupos étnicos. La utilidad del Índice de Masa Corporal durante la transición a la pubertad y la adolescencia masculinas, puede tener limitaciones. En esos momentos, la relación entre estatura y peso es temporalmente alterada porque ocurre el pico o "explosión" del crecimiento, generalmente, primero en estatura, y luego en peso. Además, la explosión puberal de la adolescencia también incluye un aumento significativo de la masa muscular.

TALLA SENTADO / TALLA GENERAL

El cociente entre la estatura de sentado y la estatura global también provee una estimación de la longitud relativa del tronco, e inversamente, la longitud relativa de los miembros inferiores.: El cociente se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{estatura sentado} \times 100}{\text{estatura}}$$

Básicamente se realiza esta pregunta: Qué porcentaje de la altura global, de parado, está representada por la altura de sentado? Por sustracción, el porcentaje remanente expresa a las extremidades inferiores.

Generalmente, el cociente Talla sentado/Talla total se usa en encuestas nutricionales como un indicador indirecto de los efectos de circunstancias nutricionales adversas, en las extremidades inferiores. Las cocientes más elevados tienden a ser características de poblaciones crónicamente mal nutridas. El cociente también es útil en los estudios de variación de la población, en la contribución proporcional del largo de las extremidades inferiores con respecto a la talla total. Los cocientes medios de talla sentado/talla general son, por ejemplo, más bajos en la población negra de EEUU (indicando extremidades inferiores relativamente más largas), comparados con la población blanca de EEUU (28). El cociente también puede diferir entre deportistas de especialidades diferentes, o distintos eventos dentro de un deporte dado.

DIAMETRO BIILEOCRESTIDEO / DIAMETRO BIACROMIAL

El cociente entre el diámetro biileocrestídeo/diámetro biacromial relaciona el ancho de la cadera (tronco inferior) con el ancho de los hombros (tronco superior); se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Diámetro Biileocrestídeo}}{\text{Diámetro Biacromial}} \times 100$$

El cociente es un indicador útil de diferenciación sexual de la relación proporcional entre hombros y cadera. En promedio, el cociente es más elevado entre las mujeres que entre los varones, virtualmente a todas las edades, durante la niñez y la adolescencia, y esta diferencia persiste en la edad adulta (31). Por ello, las mujeres tienen cadera más ancha en "relación" a sus hombros, mientras que los varones tienen hombros más anchos en "relación" a su cadera. Los diámetros o anchos biacromial y biileocrestídeo también están correlacionados con un "índice de androgenia", el grado de masculinidad del físico. Generalmente se usa el índice de Tanner (53):

$$(3 \times \text{diámetro biacromial}) - \text{diámetro biileocrestídeo}$$

Por ejemplo, entre las estudiantes universitarias femeninas y las deportistas del atletismo, el índice de androgenia en las corredoras de distancia (80.0) está muy cercano de aquel de las no atletas (79.9), pero es más elevado (más masculino) en corredoras de velocidad (82.0), saltadoras y corredoras de carreras de vallas (84.9), lanzadoras de disco y jabalina (86.5), y lanzadoras de bala (88.9) (38). El valor en lanzadoras de bala es muy cercano al índice de individuos masculinos universitarios, no deportistas.

CIRCUNFERENCIA DE CINTURA/CIRCUNFERENCIA DE CADERA

Las circunferencias de cintura y de cadera 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 (1). La validez de estas circunferencias, como mediciones de la distribución de grasa en los jóvenes, no es conocida (42).

LIMITACIONES DE LOS COCIENTES

Los cocientes están influenciados por la relación entre las dos variables, y se presume que las dos dimensiones cambian de una manera lineal. Los cocientes también se ven afectados por la variabilidad de medición asociada con cada dimensión. Tal vez produzcan resultados falsos o espúreos cuando están basados en diferentes tipos de dimensiones, tales como el peso y la estatura, o la circunferencia del brazo y la estatura, o cuando los desvíos standard de las dimensiones difieren considerablemente (52). Nótese que la mayoría de los cocientes, generalmente están basados sobre mediciones similares (por ej., dos longitudes o dos diámetros del esqueleto). El IMC es una excepción, y para superar alguno de estos problemas, la estatura es elevada al cuadrado (ver ref. 11).

FISICO

El "físico" es la forma corporal del individuo, la configuración del cuerpo entero más que rasgos específicos. Generalmente se hace referencia al físico como a la contextura corporal. La actividad física y las Ciencias del Deporte tienen una larga historia de estudio del físico, incluyendo las relaciones entre el físico y la *performance* (27, 29), y las características físicas de los deportistas en una variedad de deportes (8, 9, 54). El físico también ha sido relacionado a varios estados de enfermedad, ocupaciones y comportamientos (14).

Muy frecuentemente, la evaluación del físico se expresa en el contexto del "Somatotipo", tal como ha sido conceptualizado por Sheldon (50). El somatotipo de un individuo es una composición de las contribuciones de tres componentes: "endomórfico" (predominio de los órganos digestivos, los tejidos blandos y contornos redondeados en el cuerpo), "mesomórfico" (predominio de los músculos, huesos y tejidos conectivos), y "ectomórfico" (predominio del área de superficie sobre la masa corporal; linealidad).

Las mediciones indicadas previamente incluyen a aquéllas necesarias para estimar el somatotipo antropométrico de Heath-Carter (9), el cual tiene un uso razonablemente amplio en las Ciencias del Deporte. En realidad, el método completo de Heath-Carter combina procedimientos fotoscópicos y antropométricos; sin embargo, en la práctica, el método Heath-Carter se usa principalmente en su forma antropométrica, por la simple razón que la antropometría es más objetiva, y el obtener fotografías estandarizadas de somatotipo es muy difícil y costoso. Las mediciones y algoritmos para la estimación del somatotipo antropométrico de Heath-Carter están resumidas en la Tabla 2.

Componente del Somatotipo	Procedimiento para la Estimación
Endomórfico	$-0.7182 + 0.1451 * (X) - 0.00068 * (X^2) + 0.0000014 * (X^3)$ donde X es la sumatoria de los pliegues cutáneos tricipital, subescapular y suprailíaco (sobre la espina ilíaca anterior superior). Cuando X es multiplicado por el coeficiente 170.18/estatura en cm, se genera el componente endomórfico corregido por la estatura
Mesomórfico	$(0.858 * \text{Diámetro Biepicondilar de Húmero}) + (0.601 * \text{Diámetro Bicondilar}) + (0.188 * \text{circunferencia del brazo corregida}) + (0.161 * \text{circunferencia de pantorrilla corregida}) - (\text{estatura} * 0.131) + 4.50$ La circunferencia del brazo corregida es simplemente la circunferencia del brazo en flexión máxima (cm) - pliegue cutáneo tricipital (cm), mientras que la circunferencia de la pantorrilla corregida es la circunferencia de la pantorrilla (cm) - pliegue cutáneo de la pantorrilla medial (cm)
Ectomórfico	$\text{Cociente } A/P * 0.732 - 28.58$ donde el cociente A/P es la altura (cm) / la raíz cúbica del peso (kg). Si cociente A/P < 40.75, pero > 38.25, Ectomorfismo = $C * A/P * 0.463 - 17.63$, Si cociente A/P ≤ 38.25, se le asigna al ectomorfismo un valor 0.1

Tabla 2. Estimación del Somatotipo con el Método Antropométrico de Heath-Carter. Extraído de "Somatotipo -Desarrollo y Aplicaciones (p. 374), por, J.E.L. Carter y B.H. Heath, 1990, Cambridge: Cambridge University Press. Adaptado con permiso de Cambridge University Press.

La definición del somatotipo y los procedimientos para la estimación del somatotipo con el método Heath-Carter no son

idénticas al somatotipo y procedimientos de Sheldon (49, 50). Básicamente, el método de Sheldon es fotoscópico o antroposcópico, basado en la observación visual y la evaluación de tres fotografías estandarizadas. La configuración del cuerpo como un total, sus contornos, sus relieves, las proporciones relativas, la robustez, su delicadeza, y demás, sirven como criterio (ver ref. 31).

Por definición, el somatotipo es una "gestalt" definida por la contribución del endomorfismo, mesomorfismo y ectomorfismo. Por lo tanto, el somatotipo debe tratarse como una unidad. Por ejemplo, al estimar la relación entre el mesomorfismo y la fuerza, los otros dos componentes del somatotipo, endomorfismo y ectomorfismo, deben ser estadísticamente controlados. Sin embargo, en la práctica, generalmente cada componente es tratado como una unidad independiente, analizando las relaciones del somatotipo con la *performance*, o con los factores de riesgo de enfermedades, o en análisis multivariados que incorporan los componentes del somatotipo. Carter y Heath (9) proveen un resumen de los métodos tradicionales para el análisis de los datos del somatotipo, mientras que Cressie, Withers y Craig (12) describen métodos multivariados para analizar los datos del somatotipo.

VARIABILIDAD DE LA MEDICION Y CONTROL DE CALIDAD

En los estudios que utilizan los métodos antropométricos está implícita la presunción, que cada esfuerzo es hecho para asegurar la confiabilidad y la precisión de las mediciones y la estandarización de la técnica. Se supone que las mediciones son realizadas por observadores entrenados. Esto es esencial para obtener datos confiables y exactos, y para fortalecer la utilidad de los datos desde una perspectiva comparativa. Además, los datos confiables y exactos es particularmente crítico en los estudios seriados, de corta o larga duración, en los cuales la definición de cambios más bien pequeños es necesaria, y los errores técnicos de medición pueden enmascarar los cambios verdaderos. Por lo tanto, es esencial el control de calidad y un cuidadoso monitoreo del proceso de medición.

En este punto, tal vez sea de importancia indicar cómo uno se debe entrenar en antropometría. Algunas sugerencias son las siguientes:

1. Estudiar la anatomía y la ubicación anatómica de marcas de referencia ("Landmarks").
2. Estudio de cada medición. Qué es lo que específicamente se está midiendo y qué información nos provee?
3. Obtener instrucción de, y practicar bajo la supervisión de un individuo experimentado en antropometría. Uno puede recibir mucha instrucción sutil y consejos para las mediciones, durante las sesiones de práctica.
4. Chequear la consistencia de las mediciones sobre una base regular. Esto debe incluir la consistencia intraobservador (confiabilidad) e interobservador (objetividad).
5. Practicar sobre una base regular constante.

La antropometría es muy fácil, sin embargo, no dé por garantizadas sus destrezas.

Además de antropometristas entrenados, es imperativo que los individuos que registran la información estén muy versados de los procedimientos y técnicas de medición. Ellos, además de transcribir las mediciones específicas, como son transmitidas por los antropometristas, deben monitorear la posición del sujeto, y reconocer valores equivocadamente altos o bajos, y constatar que se tomen todas las mediciones correspondientes a un protocolo específico.

Aunque los procedimientos antropométricos estén razonablemente estandarizados, y sean fáciles de utilizar estando en manos de antropometristas entrenados, es una preocupación la variación relacionada con el proceso de medición. La variabilidad en un mismo sujeto es de un interés específico. Esto se debe a la variación en las mediciones (imprecisión), y a la variación fisiológica (falta de confiabilidad) (19). La falta de confiabilidad es un problema menor para la mayoría de las dimensiones antropométricas: la imprecisión o el error de medición son problemas mayores (39).

El "error" es la discrepancia entre el valor medido y su verdadera cantidad. Los errores de medición pueden ocurrir al azar o ser sistemáticos. El error al azar es un aspecto normal de la antropometría y resulta de la variación en la técnica de medición que existe en un sujeto, y entre los individuos, o a problemas con los instrumentos de medición (ej., la calibración o la variación azarosa en la manufactura), o al error en el registro (ej., transposición de los números). El error al azar no es direccional; esto es, está por arriba o por debajo de la dimensión verdadera. En los estudios a gran escala, los errores al azar tienden a cancelarse entre sí, y generalmente no representan un gran problema. Por el otro lado, el error sistemático resulta de la tendencia de un técnico o de un instrumento de medición (ej., un calibre de pliegues cutáneos, o una balanza, inapropiadamente calibrados) que lleva a medir efectivamente, de más o de menos, una dimensión en particular. Dicho error es direccional e introduce desvíos dentro del proceso de medición.

La variabilidad o imprecisión que se produce dentro de un mismo sujeto se estima tomando las dimensiones por duplicado, en el mismo individuo por parte del operador. La réplica de las dimensiones se toma independientemente, ya sea por el mismo técnico después que haya pasado un período de tiempo relativamente corto (error de medición inherente al técnico), o por dos técnicos diferentes (error de medición entre técnicos).

El "error técnico de medición" es una medida ampliamente usada para replicación. Está definida como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado de las mediciones replicadas, divididas por el doble de la cantidad de mediciones pares (por ej., la variancia dentro del mismo sujeto) (34):

$$\sqrt{\sigma_e} = \sqrt{\sum d^2 / 2N}$$

Las estadísticas suponen que la distribución de las diferencias entre medidas replicadas es normal, y que los errores de todos los pares pueden ser aglutinados. Esto indica que alrededor del 66 % de las veces, las mediciones en cuestión podrían caer dentro del error técnico de medición (para una discusión más esclarecedora, ver las referencias 39 y 43 acerca de la variabilidad y calidad en las mediciones).

Los errores técnicos de medición son reportados en las unidades de la medición específica. En la Tabla 3 se resumen ejemplos de errores de medición dentro del mismo técnico (intraobservador), y entre técnicos (interobservador) del Ciclo III del Estudio de Examen en Salud de los EEUU, el Estudio de Examen en Nutrición y Salud Hispánico, también en EEUU, y de varios estudios en la Universidad de Texas. La estimación de la confiabilidad, dependencia y precisión de las mediciones en el Segundo Estudio Nacional de Examinación en Nutrición y Salud son reportadas por Marks y cols. (39). Las numerosas encuestas de los EEUU se discuten en detalle, luego, en este mismo capítulo.

La exactitud, otro componente del proceso de medición, significa "cuan" cercanamente las mediciones tomadas, por uno o varios técnicos, se aproximan a la "verdadera" medición. Generalmente, esto se evalúa comparando los valores obtenidos por el técnico/s con aquellos obtenidos por un antropometrista bien entrenado (por ej., la referencia standard).

APLICACIONES DE LA ANTROPOMETRIA

Los datos antropométricos tienen una variedad de aplicaciones, incluyendo la descripción y comparación, evaluación de intervenciones e identificación de individuos o grupos de riesgo. La antropometría sirve para describir el "status" morfológico de un individuo o de una muestra, o como base de comparación de la muestra de la población o a otras muestras, por ejemplo, el "status" de crecimiento de chicos en edad escolar que participan en deportes específicos.

A menudo, la antropometría es usada como una variable de resultado de las intervenciones evaluativas, tales como los efectos del ejercicio y la reducción del peso corporal y la adiposidad subcutánea, o los efectos del entrenamiento de resistencia sobre el perímetro de los músculos. También se la puede usar como una variable mediadora en intervenciones de evaluación; por ejemplo, los efectos del ejercicio y de una intervención dietaria sobre el colesterol en el suero, pueden ocurrir mediante su efecto sobre el peso corporal y la adiposidad.

Finalmente, a menudo la antropometría es usada para identificar los individuos de riesgo que pueden requerir atención especial. Por eso es usada, por ejemplo, para visualizar individuos con obesidad, o chicos que no están creciendo adecuadamente para sus edades cronológicas. Un corolario de esta aplicación es el uso de la antropometría para identificar individuos con características específicas que se consideren apropiadas para el éxito en un deporte en particular.

DATOS DE REFERENCIA

Para la aplicación de la antropometría se necesitan datos de referencia apropiados. Los datos de referencia (ej., la referencia para la comparación o la visualización de individuos o grupos) derivan de una muestra representativa de individuos clínicamente normales, libres de enfermedades declaradas. Ellos no necesariamente deben ser los ideales, normales, deseables, óptimos o los sujetos standard. En esencia, los datos de referencia se refieren a la situación como se presenta, en lugar de como debería ser, esto es, standard. Los niveles de peso para la estatura, o del IMC, o de la adiposidad subcutánea, considerados como ideales para un buen estado de salud, o para la *performance* óptima, o para un buen nivel de aptitud física, son standards. La vasta mayoría de los datos antropométricos son valores de referencia y no

standards. Como las características antropométricas de una población cambian con el tiempo, los datos de referencia también cambian. Un elemento clave en la selección de los datos de referencia es la representatividad de la muestra.

Para los niños y los jóvenes, comúnmente, los datos referenciales se presentan en forma de varias curvas de crecimiento o en gráficos, que muestran diferentes percentiles en orden de describir el rango de la variabilidad normal. A menudo, para los adultos, los datos de referencia están en forma de tablas de percentiles. Los percentiles más comúnmente reportados son 5°, 10°, 25°, 50° (medios), 75°, 90° y 95°.

Los datos de referencia más usados en EEUU son los que están basados en las dimensiones antropométricas tomadas en varias encuestas nacionales llevadas a cabo por el Centro Nacional de Estadísticas para la Salud. Las encuestas están basadas en procedimientos complejos, de niveles múltiples, y muestreos estratificados que resultan en la selección de una muestra que es representativa de la población civil, no institucionalizada, de los EEUU. El Ciclo I de la Encuesta de Examen de Salud (HES), de 1959 a 1962, se concentró desde los 18 hasta los 79 años de edad, mientras que el Ciclo II (1963-1965) y III (1966-1970) se concentraron sobre chicos de 6 hasta 11 años, y en jóvenes de 12a 17 años de edad, respectivamente. Estas encuestas fueron seguidas por el I y II Ciclo de Encuesta Nacional de Examen de la Nutrición y la Salud (NHANES I, 1971-1974, y NHANES II, 1976-1980). El primero incluyó a sujetos de 1 hasta 74 años de edad, y el segundo incluyó a sujetos desde los 6 meses hasta los 74 años de edad, en varias regiones de EEUU. La Encuesta Hispánica de Examen de la Nutrición y la Salud (HHANES, 1982-1984) usó la misma estrategia de muestreo, pero focalizaron en norteamericanos de origen hispanico, de 6 meses a 74 años de edad, en varias regiones del país. La III Encuesta Nacional de Examen de la Nutrición y la Salud (NHANES III) comenzó en 1988 y continuó hasta 1994 (25). La NHANES III incluye a individuos de 2 meses de edad en adelante. HES Ciclos I, II y III, y NAHNES I y II incluyeron cantidades adecuadas de sujetos negros y blancos de EEUU, mientras que HHANES está limitado a norteamericanos de ancestros mejicanos (cinco estados del sudoeste de los EEUU: Texas, New México, Colorado, Arizona y California), cubanos (Dade County, FL) y puertorriqueños (del área Metropolitana de New York, incluyendo partes de Connecticut y New Jersey). La NAHNES II muestrea nuevamente a negros y mejicanos en relación a la población de los EEUU en 1990. Kuczmarski y Johnson (25) proveen una revisión de las encuestas nacionales, el diseño, control de calidad, consideraciones analíticas y dimensiones antropométricas específicas que se incluyeron en cada una de ellas (ver también ref. 22).

Medición	Variación de las mediciones, Intraobservador										Variación de las mediciones, Interobservador							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	6	7	12
Estatura	.49	1.28	.48	.54	.55	.43	.33	.35	.34	.26	.25	.19	.30	.68	.82	.46	.20	.21
Talla de sentado	.53	.57	.55	.69		.42	.48	.38	.31			.20	.23	.70	.57	1.52	.39	.24
<i>Diámetros (Anchos)</i>																		
Biacromial	.54	.40	.46	.72	.46	.19	.32	.34	.40	.25	.26	.17	.19	.91	1.05	.30	.26	.30
Biileocrestideo	.71	1.10	.31	.24	.20	.30	.38	.38	.58	.19	.16	.15	.18	1.54	1.70	.35	.22	.27
Bitrocantérico	.52	.98	.33		.29		.35			.19	.06			.84	.79		.26	
Tórax			.26							.20	.84							
Bicondilar (fémur)	.11		.12	.06	.07	.05	.13	.10	.24	.11	.08	.04	.13	.24		.09	.11	.12
Biepicondilar (húmero)	.12	.28	.09	.07	.07	.05	.12	.10	.06	.06	.05	.04	.12	.15	.20	.70	.08	.07
Bimaleolar (tobillo)	.09									.05	.11			.17				
Biestiloideo (muñeca)	.11									.70	.09			.14				
<i>Circunferencias (perim.)</i>																		
Brazo, relajado	.35	.65	.37	.37	.33	.21	.21	.29	.44	.12	.18	.13	.19	.42				
Brazo, flexionado								.38	.35			.17	.17					
Antebrazo	.30		.24											.58				
Muslo			.89		.36													
Pantorrilla	.87	.85	.23	.30	.22	.17	.19	.45	.52	.11	.15	.13	.26	.34	.52	.41	.15	.19
Cintura	1.31													1.56				
Cadera	1.23													1.37				

Tabla 3. Errores Técnicos de mediciones en la Encuesta de Examen de la Salud de los EEUU, en la Encuesta de Examen Nutricional y Salud de los Hispánicos de EEUU, y de varios estudios realizados en la Universidad de Texas.

Los datos de estas encuestas están disponibles en varias formas, y proveen valiosos datos referenciales para la población de los EEUU de manera global, y a veces específicamente para los norteamericanos negros, blancos y de ancestros hispánicos. En el "Apéndice" de este capítulo se brinda un resumen de los datos disponibles para la población de los EEUU (ver ref. 35 para un resumen histórico de los datos sobre niños y jóvenes Mejicoamericanos, y las refs. 37 y 48 para una compilación de datos sobre niños y jóvenes de los EEUU desde 1940). Para la población de Canadá se han reportado datos menos extensos y amplios. Datos acerca de varias dimensiones medidas en la Encuesta Nacional de Nutrición en Canadá sobre el "status" nutricional (altura, peso, peso para la altura, tallado sentado) son reportadas en Demirjian (15), y en la Encuesta Nacional de Aptitud Física (estatura, peso, peso para la estatura, pliegues cutáneos del tríceps, con individuos de 7-60 + años; estatura, peso, suma de 5 pliegues cutáneos [bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaco, pantorrilla medial], índice de la masa corporal, jóvenes de 7-19 años) son reportados por Canadá Fitness Survey (6, 7).

Los datos de referencia más usados son los "gráficos de crecimiento" para la estatura y el peso, basados en chicos desde los 2 hasta los 18 años de edad a partir del HES. Ciclos II y III y del NHANES I (20, 21). También han sido incluidos los datos de referencia para los niños desde el nacimiento hasta los 3 años de edad, basados en un estudio longitudinal de chicos predominantemente blancos de clase media, de Ohio. La necesidad de poseer gráficos actualizados es un tema de discusión muy usual, y seguramente no tenga lugar hasta que el NHANES III (*) no esté concluido. Estos gráficos de crecimiento para la estatura y el peso también son recomendados para estudios internacionales del "status" nutricional de chicos menores de 10 años de edad (56), considerando por supuesto, que a menudo el "status" de crecimiento de los chicos es usado como un indicador del "status" nutricional.

Hoy por hoy, los percentiles del IMC son los datos de referencia más usados en adultos. El ajuste armónico de los percentiles, específicos por raza o étnicos, de los Norteamericanos negros y blancos, basados en el NHANES I (13), y de los Mejicoamericanos, basados en el HHANES (47), son, probablemente, los que mejor se han preparado. Frisancho (18) reporta percentiles para negros y blancos de los EEUU, basados sobre datos combinados del NHANES I y II; sin embargo, los percentiles no han sido ajustados.

No hay datos referenciales formales para el somatotipo. Petersen (44) presenta una gran colección de fotografías de somatotipo, en una muestra de corte transversal de niños holandeses, mientras que Tanner y Whitehouse (55) presentan series longitudinales de fotografías de somatotipo de chicos británicos en el "Harpenden Growth Study". Sheldon y cols. (49) proveen una colección abarcativa de fotografías de somatotipo de adultos masculinos. Por el otro lado, Carter y Heath (9), proveen un resumen amplio y completo de los datos disponibles sobre el somatotipo para una variedad de muestras de niños y de adultos, y de deportistas de varios deportes. Bailey, Carter y Mirwald (2) informan datos de somatotipo antropométrico en una muestra nacional de adultos canadienses, todos participantes del programa YMCA-LIFE (Inventario del Estilo de Vida - Evaluación de la Aptitud Física).

(*) NCHS Growth Chart Workshop, College Park, MD, Diciembre 14-15, 1992, promovido por la División Estadística de Examen de Salud del Centro Nacional de Estadísticas para la Salud.

Conclusión

La antropometría consiste en una serie de métodos para tomar medidas y debería ser tratada como tal, un medio para un fin y no un fin para un medio en sí mismo. Es altamente objetiva y confiable si está en manos de antropometristas entrenados. Una de las claves para una antropometría efectiva yace en el entendimiento del significado de las mediciones específicas, de modo tal que se pueda elegir una serie de mediciones que responda efectivamente la(s) pregunta(s) formulada(s), o que encuentre las necesidades de la(s) aplicacione(s) deseada(s).

APENDICE

Datos de referencia para la población de los EEUU de varias encuestas conducidas por el Centro Nacional de Estadísticas para la Salud. (Nota del Editor: Parte de este Apéndice ha sido conservado en inglés, para preservar las citas bibliográficas originales de cada estudio).

Health Examination Survey, Cycle I, Adultos de 18 a 79 años

- Stoudt HW, Damon A, McFarland R, y Roberts J. (1965). Weight, height, and selected body dimensions of adults. Vital and Health Statistics (Series 11, No.8)
- Roberts J. (1966). Weight by height and age of adults. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 14).
- Stoudt HW, Damon A, McFarland R, & Roberts J (1970). Skinfolts, body girths, biacromal diameter, and selected

anthropometric indices of adults. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 35)

Health Examination Survey, Cycle II y III, Chicos y Jóvenes de 6 a 17 años

- Hamill PVV, Johnston FE, & Grams W (1970). Height and Weight of children. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 104)
- Hamill PVV, Johnston FE & Lemeshow S (1972). Height and weight of children: Socioeconomic Status. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 119).
- Hamill PW, Johnston FE & Lemeshow S (1973). Height and weight of youths 12-17 years: Socioeconomic Status. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 124).
- Hamill PW, Johnston FE & Lemeshow S (1973). Body weight stature and sitting height White and Negro Youths 12-17 years. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 126).
- Johnston FE, Hamill PVV & Lemeshow S (1972). Skinfolds thickness of children 6-11 years. Vital and Health Statistics (Series II, No. 120).
- Johnston FE, Hamill PVV & Lemeshow S (1974). Skinfolds thickness of youths 12-17 years. United States: Vital and Health Statistics (Series 11, No. 132).
- Malina RM, Hamill PVV & Lemeshow S (1973). Selected body measurements of children 6-11 years. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 123).
- Malina R.M, Hamill PVV & Lemeshow S (1974). Body dimensions and proportions. White and Negro children 6-11 years. Vital and Health Statistics (Series 11. No. 143)
- Roche AF & Malina RM (1983). Manual of physical status and performance in childhood: Volumen 1. Physical status. New York: Plenum Press. (+)
- Malina RM & Roche AF (1983). Manual of Physical status and performance in childhood: Volumen 2. Physical Performance. New York: Plenum Press. (+)

(+) Ambos volúmenes incluyen tablas resumidas de datos de una variedad de variables antropométricas, desde el "Cycle III of Health Examination Survey".

National Health and Nutrition Examination Survey, I and II, Children, Youth and Adults, 6 Months to 74 Years

- Hamill PVV, Drizd TA, Johnson CL, Reed RB, & Roche AF (1977). NHCS growth curves for children birth 18 years. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 165). (See also Hamill PVV, Drizd TA, Johnson CL, Reed RB, Roche AF & Moore WM (1979). Physical Growth: National Center for Health Statistics percentiles. American Journal of Clinical Nutrition, 32, 607-629.) (#).

(#) Las curvas de crecimiento están basadas en datos de HES Cycles II y III, y NHANES I, sumado a los datos del Fels Research Institute, en chicos desde el nacimiento hasta los 3 años.

- Johnson CL, Fulwood R, Abraham S, & Bryner JD (1981). Basic data on anthropometric measurements and angular measurements of the hip and knee joints for selected age groups 1-74 years of age. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 219).
- Abraham S, Johnson CL & Najjar MF. (1979). Weight by height and age for adults 18-74 years. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 208).
- Abraham S, Johnson CL & Najjar MF (1979). Weight by height of adults 18-74 years. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 211).
- Fulwood R, Abraham S, & Johnson CL (1981). Height and weight of adults ages 18-74 years by socioeconomic and geographic variables. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 224).
- Abraham S, Carroll MD, Najjar MF & Fulwood R (1983). Obese and overweight adults in the United States. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 208).
- Najjar MF & Rowland M (1987). Anthropometric reference data and prevalence of overweight. Vital and Health Statistics (Series 11, No. 238).
- Cronk CE, & Roche AF (1982). Race- and sex-specific reference data for triceps and subscapular skinfolds and weight/stature. American Journal of Clinical Nutrition. 35, 347-354.
- Frisancho AR (1990). Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor: University of Michigan Press, (++)

(++) Este volumen incluye informes combinados, pesos escalados por el tamaño de la muestra, a partir del NHANES I y NHANES II (alrededor del 82% Blancos, 16% Negros, 2% otras etnias), y datos específicamente para Norteamericanos Negros y Blancos. Los datos específicos de cada raza no han sido escalados por peso por los tamaños de las muestras. Los percentiles no han sido ajustados.

Hispanic Health and Nutrition Examination Survey, Children, Youth and Adults, 6 Months to 74 Years

- Najjar MF & Kuczmarski RJ (1989). Anthropometric data and prevalence of over-weight for Hispanics: 1982-1984. *Vital and Health Statistics (Series 11, No. 239)*.
- Roche AF, Guo S, Baumgartner RN, Chumlea WC, Ryan AS & Kuczmarski RJ (1990). Reference data for weight, stature, and weight/stature² in Mexican Americans from Hispanic Health and Nutrition Examination Survey (HHANES 1982-1984). *American Journal of Clinical Nutrition*, 51, 917S-924S.
- Ryan AS, Martínez GA, Baumgartner RN, Roche AF, Guo S, Chumlea WC & Kuczmarski RJ (1990). Median skinfold thickness distributions and fatwave patterns in Mexican American children from Hispanic Health and Nutrition Examination Survey (HHANES 1982-1984). *American Journal of Clinical Nutrition*, 51, 925S-935S.
- Martorell R, Malina RM, Castillo RO, Mendoza FS & Pawson IG (1988). Body proportions in three ethnic groups: Children and youths 2-17 years in NHANES II and HHANES. *Human Biology*, 60, 205-222.

REFERENCIAS

1. Ashwell, M., McCall, S.A., Cole, T.J., & Dixon, A.K (1986). Fat distribution and its metabolic complications: Interpretations. In *Norgan (Ed.). Human body composition and fat distribution (pp.227-242)*. Wageningen, Netherlands: Stichting Nederlands Instituut voor de Voeding
2. Bailey, D.A., Carter, J.E.L., & Mirwald, R.L (1982). Somatotypes of Canadian men and women. *Human Biology*. 54, 813-828
3. Baumgartner, R.N., Roche, A.F., Guo, S., Lohman, T., Boileau, R.A., & Slaughter, M.H (1986). Adipose tissue distribution: The stability of principal components by sex, ethnicity and maturation stage. *Human Biology*. 58, 719-735
4. Brown, K.R (1984). Growth, physique and age at menarche of Mexican American females age 12 through 17 years residing in San Diego County, California. *Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin*
5. Buschang, P.H (1980). Growth status and rate in school children 6 to 13 years of age in a rural Zapotec-speaking community in the Valley of Oaxaca, Mexico. *Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin*
6. Canada Fitness Survey (1983). Fitness and lifestyle in Canada. *Ottawa: Canada Fitness Survey*
7. Canada Fitness Survey (1985). Physical fitness of Canadian youth. *Ottawa: Canada Fitness Survey*
8. Carter, J.E.L (1984). Somatotypes of Olympic athletes from 1948 to 1976. In *J.E.L. Carter (Ed.), Physical structure of Olympic athletes: Part II. Kinanthropometry of Olympic athletes (pp. 80-109)*. Basel: Karger
9. Carter, J.E.L., & Heath, B.H (1990). Somatotyping-development and applications. *Cambridge: Cambridge University Press*
10. Chumlea, W.C., Guo, S., Kuczmarski, R.J., Johnson, C.L., & Leahy, C.K (1990). Reliability for anthropometric measurements in the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey (HHANES 1982-1984). *American Journal of Clinical Nutrition*, 51, 902S-907S
11. Cole, T.J (1991). Weight-stature indices to measure underweight, overweight, and obesity. In *J. Himes (Ed.). Anthropometric assessment of nutritional status (pp. 83-111)*. New York: Wiley-Liss
12. Cressie, N.A.C., Withers, R.T., & Craig, N.P (1986). The statistical analysis of somatotype data. *Yearbook of Physical Anthropology*. 29, 197-208
13. Cronk, C.E., & Roche, A.F (1982). Race- and sex-specific reference data for triceps and subscapular skinfolds and weight/stature². *American Journal of Clinical Nutrition*, 35, 347-354
14. Damon, A (1970). Constitutional medicine. In *O. Von Mering & L. Kasdan (Eds.). Anthropology and the behavioral and health sciences (pp. 179-205)*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press
15. Demirjian, A (1980). Nutrition Canada. *Anthropometry report: Height, weight and body dimensions*. Ottawa: Health and Welfare Canada
16. Deutsch, M.I., Mueller, W.H., & Malina, R.M (1985). Androgyny in fat patterning is associated with obesity in adolescents and young adults. *Annals of Human Biology*. 12, 275-286
17. Forbes, G.B (1978). Body composition in adolescence. In *F. Falkner & J.M. Tanner (Eds.), Human growth: Vol. 2. Postnatal growth, neurobiology (pp. 119-145)*. New York: Plenum Press
18. Frisancho, A.R (1990). Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. *Ann Arbor: University of Michigan Press*
19. Habicht, J. P., Yarbrough, C., & Martorell, R (1979). Anthropometric field methods. In *D.B. Jelliffe & E.E.P. Jelliffe (Eds.). Nutrition and growth (pp. 365-387)*. New York: Plenum Press
20. Hamill, P.V.V., Drizd, T.A., Johnson, C.L., Reed, R.B., & Roche, A.F (1977). NCHS growth curves for children birth-18 years. *Vital and Health Statistics. Series 11, No. 165*
21. Hamill, P.V.V., Drizd, T.A., Johnson, C.L., Reed, R.B., Roche, A.F., & Moore, W.M (1979). Physical growth. National Center for Health Statistics percentiles. *American Journal of Clinical Nutrition*, 32, 607-629
22. Interagency Board for Nutrition Monitoring and Related Research (1992). Nutrition monitoring in the United States. *The directory of federal and state nutrition monitoring activities*. Hyattsville, MD: Department of Health and Human Services
23. Johnston, F.E., Hamill, P.V.V., & Lemeshow, S (1972). Skinfold thickness of children 6-11 years. *United States. Vital and Health Statistics, Series 11, No. 120*
24. Jones, P.R.M., & Pearson, J (1969). Anthropometric determination of leg fat and muscle plus bone volumes in young male and female adults. *Journal of Physiology*, 204, 63P-66P

25. Kuczmariski, R.J., & Johnson, C (1991). National nutritional surveys assessing anthropometric status. In J. Himes (Ed.), *Anthropometric assessment of nutritional status* (pp. 319-335). New York: Wiley-Liss
26. Lohman, T.G., Roche, A.F., & Martorell, R. (Eds.) (1988). Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics
27. Malina, R.M (1975). Anthropometric correlates of strength and motor performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 3, 249-274
28. Malina, R.M (1991). Ratios and derived indicators in the assessment of nutritional status. In J. Himes (Ed.), *Anthropometric assessment of nutritional status* (pp. 151-171). New York: Wiley-Liss
29. Malina, R.M (1994). Anthropometry, physical performance and fitness. In S.J. Ulijaszek & C.G.N. Mascie Taylor (Eds.), *Anthropometry: The individual and the population* (pp. 160-177). Cambridge: Cambridge University Press
30. Malina, R.M., & Bouchard, C (1988). Subcutaneous fat distribution during growth. In C. Bouchard & F.E. Johnston (Eds.), *Fat distribution during growth and later health outcomes* (pp. 63-84). New York: A.R. Liss
31. Malina, R.M., & Bouchard, C (1991). Growth, maturation, and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics
32. Malina, R.M., & Buschang, P.H (1980). Anthropometric asymmetry in normal and mentally retarded males (Contract No. 26-8220, final technical report). Austin, TX: Department of Anthropology
33. Malina, R.M., & Buschang, P.H (1984). Anthropometric asymmetry in normal and mentally retarded males. *Annals of Human Biology*, 11, 515-531
34. Malina, R.M., Hamill, P.V.V., & Lemeshow, S (1973). Selected body measurements of children 6-11 years. *Vital and Health Statistics, Series 11, No. 123*
35. Malina, R.M., Martorell, R., & Mendoza, F (1986). Growth status of Mexican American children and youths: Historical trends and contemporary issues. *Yearbook of Physical Anthropology*, 29, 45-79
36. Malina, R.M., & Moriyama, M (1991). Growth and motor performance of black and white children 6-10 years of age: A multivariate analysis. *American Journal of Human Biology*, 3, 599-611
37. Malina, R.M., & Roche, A.F (1983). Manual of physical status and performance in childhood: Vol. 2. *Physical performance*. New York: Plenum Press
38. Malina, R.M., & Zavaleta, A.N (1976). Androgyny of physique in female crack and field athletes. *Annals of Human Biology*, 3, 441-446
39. Marks, G.C, Habicht, J.P., & Mueller, W.H (1989). Reliability, dependability, and precision of anthropometric measurements: The Second National Health and Nutrition Examination Survey 1976-1980. *American Journal of Epidemiology*, 130, 578-587
40. Meleski, B.W (1980). Growth, maturity, body composition, and familial characteristics of competitive swimmers 8 to 18 years of age. *Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin*
41. Mueller, W.H (1975). Parent-child and sibling correlations and heritability of body measurements in a rural Colombian population. *Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin*
42. Mueller, W.H., & Malina, R.M (1987). Relative reliability of circumferences and skinfolds as measures of body fat distribution. *American Journal of Physical Anthropology*, 72, 437-439
43. Mueller, W.H., & Martorell, R (1988). Reliability and accuracy of measurement. In T.G. Lohman, A.F. Roche, & R. Martorell (Eds.), *Anthropometric standardization reference manual* (pp.83-86). Champaign, IL: Human Kinetics
44. Petersen, G (1967). Atlas for somatotyping children. Assen, Netherlands: Van Gorcum
45. Rocha Ferreira, M.B (1987). Growth, physical performance and psychological characteristics of eight year old Brazilian school children from low socioeconomic background. *Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin*
46. Roche, A.F., Baumgartner, R.N., & Guo, S (1986). Population methods: Anthropometry or estimations. In N.G. Norgan (Ed.), *Human body composition and fat distribution* (pp. 31-47). Wageningen, Netherlands: Stichting Nederlands Instituut voor deVoeding
47. Roche, A.F., Guo, S., Baumgartner, R.N., Chumlea, W.C., Ryan, A.S., & Kuczmariski, R.J (1990). Reference data for weight, stature, and weight/stature² in Mexican Americans from the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey (HHANES 1982-1984). *American Journal of Clinical Nutrition*, 51, 917S-924S
48. Roche, A.F., & Malina, R.M (1983). Manual of physical status and performance in childhood: Vol. I. *Physical status*. New York: Plenum Press
49. Sheldon, W.H, Dupertuis, C.W., & McDermott, E (1954). Atlas of men: A guide for somatotyping the adult male at all ages. New York: Harper & Brothers
50. Sheldon, W.H., Stevens, S.S., & Tucker, W.B (1940). The varieties of human physique. New York: Harper & Brothers
51. Shoup, R.F (1987). Growth and aging in the Manus of Pere Village, Manus Province, Papua New Guinea: A mixed-longitudinal and secular perspective. *Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin*
52. Tanner, J.M (1949). The fallacy of per-weight and per-surface area standards and their relation to spurious correlation. *Journal of Applied Physiology*, 2, 1-15
53. Tanner, J.M (1951). Photogrammetric anthropometry and an androgyny scale. *Lancet*, 1, 574-579
54. Tanner, J.M (1964). The physique of the Olympic athlete. London: Allen & Unwin
55. Tanner, J.M., & Whitehouse, R.H (1982). Atlas of children's growth: Normal variation and growth disorders. New York: Academic Press
56. Waterlow, J.C, Buzina, R., Keller, W., Lane, J.M., Nichaman, M.Z., & Tanner, J.M (1977). The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. *Bulletin of the World Health Organization*, 55, 489-498
57. Wellens, R.E (1989). Activity as a temperamental trait: Relationship to physique, energy expenditure and physical activity habits in young adults. *Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin*
58. Zavaleta, A.N., & Malina, R.M (1982). Growth and body composition of Mexican American boys 9 through 14 years of age. *American Journal of Physical Anthropology*, 57, 261-271

Cita Original

Physiological Assessment of Human Fitness. Peter J. Maud y Carl Foster (Eds.). Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois. Cap.11, pp. 205-219, 1995.