

CONFIABILIDAD DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN UN GRUPO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIAS DE BOGOTÁ¹

ALDO PIÑEDA GERALDO²

Recibido: mayo 21 de 2013 / Aceptado: julio 2 de 2014

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la confiabilidad intra-observador de mediciones antropométricas en un grupo de estudiantes universitarias de Bogotá. Tomando en cuenta el problema, esta investigación abordó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el nivel de confiabilidad intra-observador de las medidas antropométricas en un grupo de estudiantes universitarias de la ciudad de Bogotá, Colombia?

Así mismo, se calculó el error técnico de medición y el porcentaje de las variables y se comparó el error técnico de medición con los límites de tolerancia recomendado. El método utilizado fue de corte estadístico-correlacional. La muestra estuvo compuesta por 30 jóvenes estudiantes todas del género femenino, seleccionadas por un muestreo aleatorio simple. Para la toma de las medidas se utilizaron instrumentos antropométricos calibrados. Por otra parte, se recomienda seguir un patrón internacional de las técnicas estandarizadas, calibrar los instrumentos de medición y se requiere ampliar los estudios antropométricos y unificar criterios para evaluar los niveles de confiabilidad en poblaciones de adultos jóvenes, para futuros estudios de la antropometría aplicada a la ergonomía, el diseño, biomecánica laboral, medicina del deporte, nutrición y antropología forense.

Palabras clave: confiabilidad, medidas, antropométricas, intra-observador, estudiantes, universitarias, Bogotá.

ABSTRACT

The present study aimed to assess the intra -observer reliability of anthropometric measurements in a group of university students in Bogota. Considering the problem, this research addressed the following research question: What is the level of intra-observer reliability of anthropometric measurements in a group of university students in the city of Bogota, Colombia?

- 1 Artículo de investigación. Este trabajo fue presentado en el XII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Antropología Biológica (ALAB), realizado en San José, Costa Rica en noviembre de 2012.
- 2 Antropólogo Físico de la Escuela Nacional de Antropología e Historia de México, D.F. Posgrado en Ergonomía de la Universidad El Bosque. Especialista en Derecho Laboral de la Corporación Universitaria Republicana de Bogotá. Docente-Investigador de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria Republicana de Bogotá, Colombia.

Also, we calculated the technical error of measurement and the percentage of variables and compared the technical error of measurement with recommended tolerance limits. The method used was cross - correlation statistic, the sample consisted of 30 young female students all selected by simple random sampling. For taking measures calibrated anthropometric instruments were used. Moreover, it is recommended to follow an international standard standardized techniques, calibrate measuring instruments and requires anthropometric studies extend and unify criteria for assessing reliability levels in young adult populations for future studies of anthropometry applied to ergonomics, design, labor biomechanics, sports medicine, nutrition and forensic anthropology.

Key words: reliability, measurements, anthropometric, intra-observer, students, university, Bogotá.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación, surge del interés por evaluar la confiabilidad de las medidas antropométricas de un grupo de estudiantes de Bogotá, Colombia. Asimismo, se determinó la precisión y exactitud de las evaluaciones (control de la calidad cuantitativa) a través del error técnico de medición. El impacto fue conocer la precisión de las herramientas metodológicas para la realización de las medidas, de modo que cuando sea aplicada en otros contextos, se tenga conocimiento de la confiabilidad de las medidas, sabiendo su grado de precisión; teniendo así un método técnico confiable y de bajo costo. La antropometría consiste en una serie de mediciones de técnicas sistematizadas que expresan cuantitativamente todas las dimensiones del cuerpo humano. A menudo la antropometría es vista como la herramienta tradicional y básica de la antropología biológica.

Los estudios de las medidas antropométricas se han incrementado en las últimas décadas, centrando su objetivo en el error de medición, origen y magnitud. Todo esto es producto de la preocupación de diversos expertos que consideran a la antropometría como una fuente de datos, ya que los reportes o resultados del error de medición en las magnitudes antropométricas son raramente informados.

Norton & Olds (2004), sostienen que el error de medición es un problema importante en la antropometría, debido a los siguientes aspectos: el movimiento de la persona y del medidor, la postura del sujeto, la precisión en la aplicación del instrumento de medida, el espesor diferencial de los tejidos y la localización correcta del punto anatómico referenciado. Pequeñas diferencias en la técnica de medición pueden resultar muy significativas y por lo tanto pueden alterar los resultados.

El desconocimiento de la confiabilidad de las medidas, hacen que los estudios antropométricos no sean lo suficientemente adecuados para determinar lo que estos pretenden (nutrición, composición corporal, ergonomía, deporte, etc.) de modo que solo podríamos hacerlo a través de métodos directos, tales como: los análisis químicos de cadáveres o de técnicas indirectas como la tomografía axial computarizada, determinación de la masa celular corporal usando K 40 y de otros que lamentablemente son de un alto costo y difícil acceso, incluso algunos conllevan un riesgo biológico para los usuarios (Deurenberg & Roubenoff, 2005).

Un reto para la antropometría es establecer el nivel de confiabilidad, de manera que haya conocimiento de la precisión, de las medidas y con base en estos resultados, estudios posteriores pueden permitir que los errores de medición sean minimizados a través de un entrenamiento y estandarización cruzada (inter-intra), procedimientos que permiten disminuir la variabilidad entre los antropometristas. Autores como Sánchez, 1987 & Pérez et al. (1990) coinciden en que la importancia de la antropometría es generalizar los procedimientos antropométricos en las diversas áreas de estudio como son: la medicina, la salud, el deporte, la ergonomía, la composición corporal y en la investigación nutricional (García & Rodríguez, 2003). Siendo así, es indispensable que los profesionales que utilizan estas técnicas hagan uso de mediciones confiables, ya que esto se puede volver un problema para estudios en poblaciones de jóvenes adultos. A través de estas medidas seleccionadas se pueden controlar algunas técnicas de medición y el manejo preciso de los datos, por las ventajas y el bajo costo que tiene este tipo de investigaciones. Tomando en cuenta la problemática planteada, el estudio abordó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el nivel de confiabilidad intra-observador de las medidas antropométricas en un grupo de estudiantes universitarias de Bogotá, Colombia?

Y como subpreguntas que complementan el estudio:

1. ¿Cuál fue el error técnico de medición que se presentó en las medidas antropométricas?
2. ¿Cuál es el error técnico del porcentaje del error técnico de las medidas antropométricas?
3. ¿Qué resultados arrojaron los métodos y las técnicas para estudiar la confiabilidad en las diferentes variables del presente estudio?

Teniendo en cuenta este planteamiento, el estudio trazó como objetivo general: Evaluar la confiabilidad intra-observador de las mediciones

antropométricas en un grupo de estudiantes universitarias de Bogotá, Colombia. Y como objetivos específicos:

- Calcular el error técnico de medición (ETM).
- Calcular el error técnico de medición del porcentaje de medición.
- Comparar el error técnico de medición con los límites de tolerancia permitidos.
- Evaluar la confiabilidad de las mediciones a través de técnicas estadísticas.

Una vez abordados estos temas y reiterando la importancia de la confiabilidad en las medidas, a continuación se hará una breve exposición acerca de su definición. En este sentido la confiabilidad se entiende como el grado en que una serie de mediciones dan resultados similares. Medidas independientes pero comparables del mismo fenómeno u objeto, producen resultados equivalentes (centrado sobre el valor verdadero). De acuerdo a este autor las características de una medición confiable son: estabilidad y equivalencia. La estabilidad es la obtención de los resultados similares mediante pruebas repetidas, mientras que la equivalencia se presenta cuando se obtienen resultados similares en la aplicación de los instrumentos por diferentes personas (Rodríguez, 1990).

Por otro lado la fiabilidad indica la capacidad de coincidencia de la medida observada, con la “verdadera” o realizada por un experto o “antropometrista con criterio” (aquella persona con experiencia que no comete errores sistemáticamente), también se conoce como error inter-observador. Por otro lado, la fiabilidad es el resultado de merecer confianza, porque es correcta o se ajusta a la realidad. El término también aplica a los instrumentos de medición y de acuerdo a su etimología, se puede afirmar que indica la condición de un instrumento de ser fiables, es decir, capaz de ofrecer en su empleo repetido, resultados ciertos y constantes (Sierra, 1991).

La precisión nos indica la consistencia de la medida realizada por un mismo observador, es conocido también como error intra-observador (Esparza, 1993). Es decir, la precisión es la capacidad de repetir una medición en un mismo sujeto con un mínimo de error. Así mismo, la fiabilidad y la precisión requieren de aparatos de medición apropiados, que sean precisos y se calibren antes de tomar las mediciones corporales. Se debe tener personal entrenado en las técnicas antropométricas, controles periódicos y frecuentes de la calidad de los aparatos como del personal que recolecta los datos antropométricos. Sin embargo, a veces se cumplen estos requisitos, pero la reproductibilidad de las

mediciones antropométricas es escasa ya que, los tres requisitos que intervienen en la medición son: instrumentos, medidor (observador) y sujeto, son fuente de error y la varianza de cada uno de ellos contribuyen a la varianza total de la medición (Pozo & Argente, 2000). Es importante notar que una medición válida siempre es confiable, pero no todas las mediciones confiables son siempre válidas, por ejemplo: para evaluar el peso en jóvenes adultos, se mide el peso de los estudiantes en una báscula que presenta una falla en su sistema de calibración, el cual conlleva a un error sistemático de 500 gramos más del peso real, el individuo puede ser medido en varias oportunidades por el mismo observador y el resultado similar (estabilidad), puede ser medido por varios observadores y el resultado será similar (equivalencia). Estas características indican que la medición es confiable, sin embargo la medición no es válida, porque aparecen los jóvenes con 500 gramos más de peso verdadero (Rodríguez).

ERROR TÉCNICO DE MEDICIÓN

El tratamiento estadístico correcto para valorar la calidad de la medida es el error técnico de medida. (ETM). El ETM, se aplica y utiliza para valorar series repetidas de diferentes variables antropométricas, realizadas por uno o varios antropometristas. Por lo tanto, el error técnico de medición (ETM) es igual a la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado, dividido de los pares estudiados (Esparza, 1993).

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n}}$$

Donde:

D^2 = (d al cuadrado) es la diferencia entre la primera y la segunda medición.

\sum = es la suma de las diferencias de todas las medidas realizadas.

n = número de sujetos evaluados.

Para el cálculo del porcentaje de error técnico de medición es:

$$\% ETM = \frac{ETM \times 100}{X}$$

Donde:

ETM = error técnico de medición.

X = media de la variable.

En general se admite que un ETM (error técnico de medición) sea de un 5% para pliegues cutáneos y menor del 2 % para el resto de las medidas. Los límites de tolerancia para diferentes variables antropométricas quedan reflejados en la tabla 1 (Marfell-Jones, Ross como se cita en Esparza, 1993).

Tabla 1. Límites de tolerancia permitidos.

Peso	0.5 Kg.
Estatura	3 mm.
ALTURAS	
Acromial	2 mm.
Radial	2 mm.
Estidolidea	2 mm.
Dactilion	2 mm.
Trocanter	2 mm.
Espinal	2 mm.
Tibial	1-2 mm.
Estatura sentado	2 mm.
DIÁMETROS	
Biepicondileo del húmero	1 mm.
Biestiloideo	1-2 mm.
Bicondileo del fémur	1 mm.
Biacromial	1-2 mm.
Transverso tórax	2-3 mm.
A.P tórax	1-2 mm.
Biiliocrestal	1-2 mm.
PERÍMETROS	
Cefálico	1 mm.
Cuello	2 mm.
Brazo relajado	2 mm.
Brazo flexionado	2 mm.
Antebrazo	2 mm.
Muñeca	1 mm.
Muslo	1 mm.
Pierna	1 mm.
Tobillo	1 mm.
Tórax inspiración	1-2 %
Tórax espiración	1-2 %
Cintura	2-3 %
Abdomen	1 mm.
Pliegues cutáneos	5 %

Fuente: Esparza. 1993, p. 65.

VARIABILIDAD DE LA MEDICIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

En los estudios que se 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 (intra-observador). Esto es básico para obtener datos confiables, exactos y nos sirve para fortalecer la aplicación de los mismos desde una proyección comparativa. Igualmente, los datos confiables y exactos son un aspecto particularmente crítico en los estudios seriados de corta o larga duración, en los cuales la definición de cambios pequeños es necesaria y los errores técnicos de medición pueden enmascarar los verdaderos. Por lo tanto, es esencial el control de la calidad y un monitoreo del proceso de la medición (Malina, 2006). Este autor recomienda que para ser preciso en las mediciones antropométricas se deben tener las siguientes condiciones: manejar los principios de la anatomía, conocer y dominar los puntos anatómicos de referencias, estudiar cada medición, es decir, qué es lo que se está midiendo, qué información provee y en qué se puede aplicar; obtener instrucción de un experto en antropometría; incluir la consistencia intra-observador (confiabilidad) e inter-observador (objetividad). Es importante mencionar que las personas que registran información estén instruidas de los procedimientos y de las técnicas de medición. Por lo anterior, se debe monitorear la posición del individuo y reconocer valores equivocadamente altos o bajos; constatar que se tomen todas las mediciones correspondientes a un protocolo específico, independientemente de que los procedimientos antropométricos estén estandarizados y sean fáciles de utilizar estando en manos de antropometristas, siendo esta una preocupación, la variación relacionada con el proceso de medición. La variabilidad en un mismo sujeto es de interés específico. Esto se debe a la variación en las mediciones (imprecisión) y a la variación fisiológica (falta de confiabilidad) (Malina, 2006). El mismo autor nos dice que el error es la diferencia entre el valor medido y su verdadera cantidad. Los errores de medición pueden ocurrir al azar o ser constantes. El error al azar es un aspecto normal de la antropometría y resulta de la variación en la técnica de medición que existe entre el sujeto y entre los individuos, o los problemas con los instrumentos de medición (calibración o la variación de la manufactura del aparato), o el error en el registro (transposición de los números). El error al azar no es direccional, ya esto puede estar por encima o por debajo de la dimensión verdadera. En los estudios de poblaciones, los errores al azar tienden a cancelarse entre sí y generalmente no representa un problema. Por otro lado, el error sistemático resulta de la tendencia de un técnico o de un instrumento de medición (por ejemplo: el calibrador para pliegues subcutáneos o una báscula inapropiada calibrada) que lleva a medir efectivamente de más o menos, una dimensión particular. Dicho error es direccional e introduce

desvíos del proceso de medición. En este sentido, la imprecisión que se produce dentro de un mismo individuo se estima tomando las dimensiones por duplicado, en el mismo sujeto por parte del medidor. La réplica de las medidas se toma independientemente, ya sea por el mismo medidor después que haya pasado un periodo de tiempo corto (error técnico por el mismo medidor), o por dos medidores diferentes (error técnico entre medidores). El error técnico de medición es una medida ampliamente usada para la replicación y se define de la siguiente manera: 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 ejemplo; la variancia dentro del mismo sujeto (Malina, 2006).

MARCO METODOLÓGICO

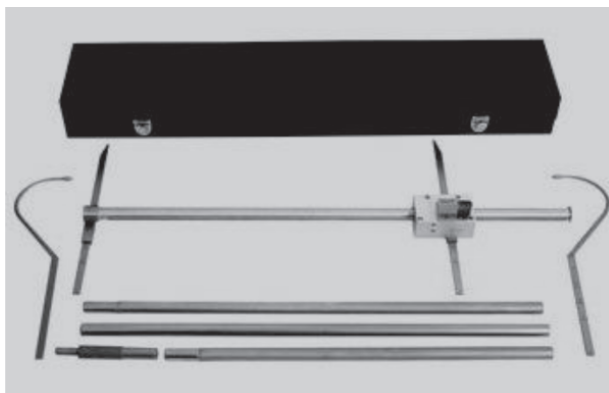
De acuerdo con la taxonomía institucional el estudio fue descriptivo, en tanto que pretendió calcular la confiabilidad de las medidas en un grupo de estudiantes universitarias. Con estos objetivos se trabajó para lograr la confiabilidad y las técnicas apropiadas de las medidas antropométricas. El proyecto se fundamentó en una investigación de corte estadístico-correlacional. La muestra estuvo compuesta por 30 jóvenes, seleccionados por medio de un muestreo aleatorio simple (MAS) de las estudiantes de la ciudad de Bogotá. Todas fueron del género femenino, entre 18 y 25 años, no se incluyeron las personas que tenían alguna patología o embarazadas, se excluyó aquellas que estuvieran por fuera del rango de edad determinado. Para la investigación, fue necesaria una serie de instrumentos que permitieron medir adecuadamente las variables de interés; siempre que sea posible, estos fueron calibrados.

Instrumentos de medición utilizados:

Un antropómetro, con las siguientes características: con cuatro segmentos y mide 2100 mm. Tiene un cursor deslizante y normalmente puede extenderse con dos escalas de medición que permiten determinar las dimensiones corporales verticales, como por ejemplo: la estatura.

Báscula. Se utilizó una báscula digital de vidrio, marca Mic Health con una precisión de graduación de 100 gramos. El alcance máximo del peso es de 150 kilogramos. La báscula trabaja con dos pilas de litio y mide 32.5 mm.

Cinta métrica. Una cinta métrica metálica con un largo de 200 mm. Se recomienda que tenga la escala métrica en unidades estandarizadas. Debe reunir las siguientes características: la cinta debe ser metálica para que no pierda elasticidad, si se utiliza una cinta de otro material, se debe revisar frecuentemente



Antropómetro.



Báscula digital.

para asegurarse que no ha perdido su longitud original. La cinta no debe tener más de siete milímetros de anchura, para que tenga una adecuada flexibilidad y de fácil manejo en la toma de circunferencias. Para leer sin dificultad, esta debe estar calibrada en unidades métricas que indiquen visiblemente los centímetros o milímetros (no es conveniente que la cinta tenga indicaciones en escalas métrica e inglesa por el mismo lado, pues induce a confusión). Debe tener un espacio en blanco antes del cero para facilitar su manipulación. No debe tener muelles o dispositivos similares dirigidos a ejercer una presión constante. Debe ser exacta, y comprobarlo antes de hacer las mediciones. Algunas cintas tienen una muesca para que pueda pasarse fácilmente y un borde recto con una franja de colores en contraste, que le da una clara interface en la marca del cero para que no tenga dificultades de lectura en el extremo (Marfell-Jones & Ross, 1982).



Cinta métrica metálica.

Calibrador de Pliegues Cutáneos. Un calibrador de pliegues cutáneos, es un instrumento que mide el grosor de unos dobles de piel con su consiguiente capa interna de grasa. En las diferentes investigaciones se ha demostrado que es de gran utilidad para estimar el porcentaje total de grasa corporal. Existen diferentes marcas y modelos de calibradores o como también suele llamarse plicómetros. Hay calibradores de metal con abertura de 60 milímetros y con precisión de un milímetro. Tenemos otros que consideran el estándar de oro que la mayoría de los investigadores utilizan para aplicar las ecuaciones que estiman el porcentaje de grasa. Con una apertura de 80 milímetros y una precisión de 0.2 mm. Otros calibradores son precisos y exactos con acabados de alta calidad, con un grado de exactitud y apertura de 50 milímetros, con una precisión de 0.2 mm. El calibrador diseñado por el Dr. Andrew S. Jackson, coautor de la ecuación Jakson-Pollock, es el de mayor apertura 100 mm, es el ideal para evaluar obesos de segundo y tercer grado, con una precisión de 1.0 mm.

Existen otros modelos como el medidor marca Lange, es el más sencillo para estimar la grasa corporal. Una constante tensión permite medir el espesor de los pliegues superficiales, proporcionando con rapidez el porcentaje de la grasa. Este aparato, está certificado por los gimnasios, entrenadores, pediatras, nutricionistas y por que no, los antropólogos. Las características del calibrador son las siguientes: tiene un rango de medición de 0 a 60 milímetros, con una graduación de 0,3 mm, y una presión constante de 10 gr/mm². (www.agevital.com/salud/aparatos.htm), se puede apreciar el calibrador de pliegues cutáneos Whitehouse Skinfold Caliper, marca Holtain Tanner. Este instrumento se diseñó para medir con más precisión los pliegues cutáneos. Fue desarrollado y diseñado en colaboración con la Universidad de Londres y el Instituto de Salud de Niños. Las características del aparato

son las siguientes: el rango de medida es de 0 a 48 mm, tiene una presión constante de 10 gr/mm², con un peso de 4 kgs, y una graduación de 0.2 mm. Aunque la precisión es alta, es necesaria una adecuada técnica de medición.

El calibrador SKINEX I, es más sofisticado ya que tiene una computadora incluida y calcula directamente el porcentaje de grasa corporal en la pantalla digital LCD, así elimina la necesidad de agregar las lecturas del pliegue cutáneo y el cómputo de las fórmulas o tablas de referencias. Es muy práctico para aquellos investigadores que trabajan en poblaciones numerosas y esto reduce las posibilidades de error. El calibrador tiene las fórmulas de Durnin, Jakson-Pollok & Slaughter-Lohman (Crugall, s.f.). Calibrador de ramas largas. Un compás de ramas rectas largas, con un rango de medida de 0-700 mm. Calibrador de ramas cortas. Un compás de ramas rectas cortas, con un rango de medida de 0-100 mm.

Ficha Antropométrica. Se diseñó una ficha antropométrica de acuerdo con los objetivos planteados, ya que permite recolectar y organizar los datos de cada sujeto evaluado para su sistematización y análisis computacional.



Calibrador de pliegues cutáneos.

PROCEDIMIENTO

Los procedimientos para la realización del estudio fueron: selección de la muestra de estudiantes. Para acceder a la muestra se solicitó las respectivas autorizaciones del Centro de Investigaciones y de la Coordinación académica de la Universidad. Un segundo paso fue el diseño de una programación de

fechas, hora de la evaluación y el número de estudiantes que participaron en la toma de los datos. Para esto, se realizó un recorrido por las aulas previa autorización de los docentes y se explicó a los estudiantes sobre el proyecto a desarrollar.

Las mediciones fueron realizadas por un antropometrista con experiencia (intra-observador). Se realizó una primera evaluación y después de aproximadamente cinco minutos se hizo una segunda. A los participantes, se les informó sobre qué mediciones se tomarían. Para la realización y desarrollo del estudio se requirió de un espacio adecuado con privacidad, limpio, amplio, estar aislado del ruido, buena iluminación para la lectura de los instrumentos y datos. Se procedió a medir a la estudiante de acuerdo a las siguientes condiciones: llevar un mínimo de ropa, la superficie del piso o asiento debía ser plana y horizontal. Los puntos anatómicos de referencias se deben identificar con mucho cuidado y marcarse con un lápiz dermatográfico, para posteriormente pasar a realizar las mediciones, tratando de efectuar una secuencia de arriba hacia abajo. Para el criterio de las medidas del cuerpo existen discreciones, algunas escuelas las toman de ambos lados del cuerpo. En nuestro caso se tomaron del lado derecho. Al tomar las medidas de anchura, se procura que las puntas no presionen la piel sino simplemente apoyar sobre ella. Para los perímetros, la cinta métrica debe colocarse perpendicularmente al eje del segmento sobre el cual se opera y sin ejercer presión. La mayoría de las medidas se toman estando de pie y en un estado de relajamiento, así mismo para la estatura en posición sentada, deberá ser en una postura sedente. Por otra parte, para evitar errores deberán tomarse las medidas en una misma unidad, preferiblemente en milímetros. Generalmente se toman con dos personas, una toma las mediciones y la otra escribe los datos que se van recopilando. El antropómetro se debe colocar perpendicularmente sin inclinaciones, ya que esto puede causar errores de observación de la medida hasta un margen de 0.5 mm (Comas, 1983).

RESULTADOS

El análisis se realizó a través de las siguientes medidas estadísticas descriptivas: media, desviación estándar, valores máximo y mínimo. Así mismo, la correlación de las variables antropométricas. Se evaluaron 17 variables (mediciones), en dos momentos diferentes para corroborar diferencias. Se evaluaron 30 estudiantes todas del género femenino. El promedio de edad fue de 20 años, con una desviación estándar de 2.61; el máximo de edad fue de 30 y mínimo 18 años. Las medidas antropométricas utilizadas que son idóneas para evaluar confiabilidad y calcular el error técnico de medición fueron: El peso, el cual alcanzó un promedio de 55.6 kilogramos, la desviación estándar 56.74, y

el máximo 67.3 y mínimo 44.5 kilogramos. La estatura nos dio un promedio de 1579 milímetros, con una desviación estándar de 56.74, un máximo de 1699 y un mínimo de la estatura de 1480 milímetros. La estatura sentada arrojó un promedio de 873 mm, con una desviación estándar de 33.1 y un máximo de 900 y mínimo de 781 mm. El peso y la estatura, variables que en combinación nos dan el índice de masa corporal aplicable para evaluar aspectos nutricionales y de calidad de vida como obesidad o bajo peso, La población se encuentra en el promedio y no entramos a profundizar pues el objetivo fue estudiar el error técnico de medición.

Diámetros: Biacromial se encontró como promedio 359 mm, y una desviación estándar de 12.18 y con una máximo de 390 y mínimo 340 mm. El diámetro del codo (húmero), nos dio un promedio de 56 mm, con una desviación estándar de 3.09 y un máximo de 62 y mínimo de 50 mm. Finalmente, del diámetro del fémur obtuvimos un promedio de 87 mm con una desviación estándar de 7.19 y con un máximo de 100 y un mínimo de 66 mm. Los diámetros permiten conocer la estructura ósea y la masa ósea, para estudios de la composición corporal, ergonómicos, de medicina del deporte, biomecánica entre otros.

Perímetros: en el perímetro del brazo relajado se obtuvo un promedio de 267 mm., con una desviación estándar de 20.52 y una máxima de la circunferencia de 310 y una mínima de 240 mm. En cuanto al perímetro de la cintura el promedio es de 707 mm, con una desviación estándar de 55.13 y un máximo de 840 y un mínimo de 614 mm. El perímetro del muslo fue de un promedio de 526 mm, con una desviación estándar de 27.30 y con un máximo de 595 y un mínimo de 480 mm. Por último, el perímetro de la pantorrilla suministró un promedio de 341 mm, con una desviación estándar de 20.19 y un máximo de 388 y un mínimo de 310 mm.

Por último están los *panículos adiposos subcutáneos* en el siguiente orden: pliegue de pantorrilla con un promedio de 16 mm, una desviación estándar de 4.16 y un máximo de 25 mm y un mínimo de 10 mm. El pliegue subescapular fue de un promedio de 17 mm, con una desviación estándar de 5.34 y un máximo de 33 mm y un mínimo de 10 mm. Otra medida fue el pliegue tricípital con un promedio de 22 mm, con una desviación estándar de 5.73 y con un máximo de 36 mm y un mínimo de 12 mm. El pliegue abdominal fue de 25 mm, con una desviación estándar de 5.79 y un máximo de 36 mm. y un mínimo de 15 mm. Para finalizar tenemos el pliegue del muslo, que nos dio un promedio de 27 mm, con una desviación estándar de 6.44 y un máximo de 38 mm y un mínimo de 14 mm. Los pliegues nos ayudan a determinan el porcentaje de grasa en los individuos siendo esta variable de importancia para determinar la obesidad y los riesgos asociados a ella. En

cuanto al cálculo del error técnico de medición y el porcentaje del error técnico de medición se encontraron los siguientes resultados: el peso dio un error técnico de 0.01 y un porcentaje de 0.0%. La estatura 0.38 y un porcentaje de 0.0%, estatura sentada 0.47 y un porcentaje de 0.1%.

De otra parte, como primera medida de confiabilidad, se calcularon las correlaciones entre las mediciones en el primer y el segundo momento. El resultado de esta correlación puede observarse en la tabla 2.

Tabla 2. Correlaciones entre el primer y segundo momento.

Par	Mediciones (Variables)	N	Correlación	Sig.
Par 1	Peso 1 y peso 2	30	1	.00
Par 2	Estatura 1 y estatura 2	30	1	.00
Par 3	Estatura sentada 1 y estatura sentada 2	30	1	.00
Par 4	Diámetro biacromial 1 y diám. biacromial 2	30	.997	.00
Par 5	Perímetro brazo 1 y perímetro brazo 2	30	.998	.00
Par 6	Perímetro cintura 1 y perím. cintura 2	30	.999	.00
Par 7	Perímetro muslo 1 y perím. muslo 2	30	.999	.00
Par 8	Perímetro pantorrilla 1 y perím. pantorrilla 2	30	.999	.00
Par 9	Pliegue tricipital 1 y plieg. tricipital. 2	30	.999	.00
Par 10	Pliegue subescapular 1 y plieg. subescap. 2	30	.999	.00
Par 11	Pliegue supraílico 1 y plieg. supraíl. 2	30	.998	.00
Par 12	Pliegue abdominal 1 y plieg. abdomi. 2	30	.998	.00
Par 13	Pliegue muslo 1 y plieg. muslo 2	30	.999	.00
Par 14	Pliegue pantorrilla 1 y plieg. pantorrilla 2	30	.997	.00
Par 15	Diámetro codo 1 y diám. codo 2	30	.911	.00
Par 16	Diámetro rodilla 1 y diám. rodilla 2	30	.993	.00
Par 17	Diámetro tobillo 1 y diám. tobillo 2	30	.981	.00

Fuente: trabajo de campo.

Al analizar bajo la correlación de Pearson, se observa que las mediciones fueron altamente confiables, puesto que se debe superar el umbral de 0.7; y en este caso se llegaron a correlaciones muy cercanas a 1. Especialmente en el caso del peso y la estatura se obtuvieron correlaciones perfectas, de modo que estas mediciones son altamente confiables. Probablemente este resultado se deba a que estas medidas son más fáciles de tomar frente a las otras, y la correcta calibración de los instrumentos. La correlación más baja encontrada fue la del diámetro del codo (0.911) posiblemente esto se deba a cambios en el ángulo del brazo y el antebrazo al momento de tomar la medición.

De otra parte, con el fin de observar si existen diferencias significativas entre estas mediciones, se llevó a cabo una *prueba T de student* para datos relacionados. El resultado de esta prueba, para cada uno de los pares de mediciones, se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3. Diferencias significativas.

Medida	Media	Desviación	Error	Inferior	Superior	T	Gl	Sig.
Peso 1 - peso 2	-.0267	.1596	.0291	-.0863	.0329	-.915	29	.368
Estatura 1 - estatura 2	-.100	.885	.162	-.430	.230	-.619	29	.541
Estatura sentado 1 - estatura sentado 2	.133	.973	.178	-.230	.497	.750	29	.459
Diámetro biacromial 1 - diám. biacromial 2	-.200	.997	.182	-.572	.172	-1.099	29	.281
Perímetro brazo 1 - perímetro brazo 2	.900	1.296	.237	.416	1.384	3.804	29	.001
Perímetro cintura 1 - perímetro cintura 2	.467	2.968	.542	-.642	1.575	.861	29	.396
Perímetro muslo 1 - perímetro muslo 2	-.600	1.192	.218	-1.045	-.155	-2.757	29	.010
Perímetro pantorrilla 1 - perímetro pant. 2	.300	.877	.160	-.027	.627	1.874	29	.071
Pliegue tricipital 1 - pliegue tricipital 2	-.0733	.2599	.0474	-.1704	.0237	-1.546	29	.133
Pliegue subescapular 1 - pliegue subescapular 2	-.0933	.2766	.0505	-.1966	.0099	-1.848	29	.075
Pliegue supraíliaco 1 - pliegue supraíliaco 2	-.2267	.3591	.0656	-.3607	-.0926	-3.458	29	.002
Pliegue abdominal 1 - pliegue abdominal 2	.1200	.4055	.0740	-.0314	.2714	1.621	29	.116
Pliegue muslo 1 - pliegue muslo 2	-.1400	.3756	.0686	-.2803	.0003	-2.041	29	.050
Pliegue pantorrilla 1 - pliegue pantorrilla 2	-.060	.3645	.0665	-.1961	.0761	-.902	29	.375
Diámetro codo 1 - diam. codo 2	-.033	1.273	.232	-.509	.442	-.143	29	.887
Diámetro fémur 1 - diam. fémur 2 (rodillas)	.267	.868	.159	-.058	.591	1.682	29	.103
Diámetro tobillo 1 - diam. tobillo 2	-.267	.640	.117	-.506	-.028	-2.283	29	.030

Fuente: trabajo de campo.

De acuerdo con la prueba estadística, se pueden señalar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las mediciones del primer y segundo momento para las variables: perímetro brazo, pliegue suprailíaco, pliegue del muslo y el diámetro del tobillo. Para las variables de los pliegues suprailíaco y muslo, las diferencias significativas pueden atribuirse a variaciones en el grosor de la piel y entre la variabilidad de las personas. Así mismo, la localización del pliegue, el tamaño del mismo (posición de los dedos), la orientación (ángulos), lectura de los resultados de dos a tres segundos, posicionamiento del calibrador (perpendicular) y el momento de la medición, en el que el sujeto no debe hacer ejercicio ni estar deshidratado. Otro factor es que en esta zona existe mayor tensión muscular y es difícil de separar el pliegue.

ERROR TÉCNICO DE MEDICIÓN

Por último, se calculó el error técnico de medición, el cual al ser comparado con los límites permisibles, se puede señalar que las mediciones tomadas son de alta confiabilidad. En la tabla 4, se pueden observar estos datos:

Tabla 4. Error técnico de medición intra-observador y tolerancia de medidas.

No.	Medida	ETM	Porcentaje ETM	Límite de confiabilidad	
				Kgs/mm	Porcentaje Correlación
1	Peso	0.01	0.0	0.5	1.
2	Estatuta	0.38	0.0	3	1
3	Estat. sentada	0.47	0.1	2	1.
4	Diám. Biacromial	0.50	0.1	2	.997
5	Diám. Codo	0.78	1.4	1	1
6	Diám. Fémur	0.40	0.5	1	.993
7	Perím. Braz Relaj	1.22	0.5	2	1-2
8	Perím. Cintura	4.37	0.6		.999
9	Perím. del muslo	0.87	0.2	1-2	1 a 2
10	Perím. pantorrilla	0.42	0.1	1	.999
11	Plieg. pantorrilla	0.07	0.4	1	5
12	Plieg. Subescapu	0.04	0.2	1	5
13	Plieg. tricipital	0.04	0.2	1	5
14	Plieg. abdominal	0.09	0.3	2	5
15	Plieg Muslo	0.08	0.3	1.5	5

Fuente: trabajo de campo.

Anchuras: Anchura biacromial ETM 0.50 y un porcentaje del ETM de 0.1. El diámetro del codo fue de 0.78 y un porcentaje de 1.4. El diámetro del fémur dio 0.40 y el porcentaje de 0.5. *Perímetros:* En el perímetro del brazo relajado obtuvimos un ETM de 1.22 y un porcentaje de 0.5. En cuanto al perímetro de la cintura, 4.73 y un porcentaje de 0.6. El perímetro del muslo fue de un ETM de 0.87 y un porcentaje de 0.2. Por último, el perímetro de la pantorrilla suministró un resultado de 0.42 y un porcentaje de 0.1

Los panículos adiposos subcutáneos están en este orden: pliegue de pantorrilla con un ETM de 0.07 y con un porcentaje de 0.4. El pliegue subescapular dio un error de 0.04 y un porcentaje de 0.2. Otra medida fue el pliegue tricpital con un 0.04 y 0.2 de porcentaje. El pliegue abdominal fue de 0.09 con un porcentaje de 0.3. Para finalizar tenemos el pliegue del muslo, que dio un ETM de 0.08 con un porcentaje del ETM de 0.3.

DISCUSIÓN

Este estudio se propuso evaluar la confiabilidad intra-observador de las mediciones antropométricas en la muestra de 30 estudiantes, los resultados muestran que las variables de las medidas antropométricas permitieron una alta confiabilidad entre el error técnico de medición intra-observador y el porcentaje de medición, comparado con las medidas de tolerancia utilizadas en dicha validación por algunos autores reconocidos; estos nos arrojaron los siguientes resultados: El peso expresado en kilogramos arrojó un error mínimo de 100 gramos, contra el límite de tolerancia que es de 500 gramos. El porcentaje del error técnico de medición dio 0.0%, con una correlación positiva de 1.000. En cuanto a la estatura medida en milímetros, obtuvimos un error de 0.38 con un porcentaje de error de 0.0 y la relación entre el límite fue de 3 mm. Como tolerancia con una correlación de 1.000 positiva. Estas dos variables obtuvieron mayor rango de exactitud. Con relación a la estatura sentada fue de una confiabilidad muy buena, lo cual habla de la experiencia del antropometrista, de los instrumentos de medición y la precisión en los puntos anatómicos de referencia en este caso, el vértex.

Las otras variables de diámetros obtuvieron un alto grado de confiabilidad, ya que las mediciones se tomaron sobre los puntos anatómicos óseos y esto representa un menor error de medición con excepción del diámetro del codo. Por otra parte, los perímetros se mantuvieron casi constantes, excepto el perímetro de la cintura, donde no se obtuvo una buena confiabilidad, esta es una zona con mayor acumulación de adiposidad lo cual contribuye a dificultar la precisión en la toma de la medida. El antropometrista no tenía control sobre la cinta en la parte posterior del cuerpo. Para no desviar la cinta métrica, dicho

problema podría solucionarse colocando un espejo para observar la espalda y cintura de la persona medida con mayor precisión. En los pliegues subcutáneos se obtuvo una buena confiabilidad, lo cual indica que el calibrador de panículo adiposo estaba bien calibrado y la medida fue tomada adecuadamente.

En conclusión, se evidenció que en los procedimientos para realizar mediciones antropométricas confiables, precisas y estandarizadas se requieren técnicas controladas para cometer menos errores en cuanto a la medición. Se debe seguir un patrón internacional de técnicas, estandarizar los puntos anatómicos de referencias, marcar con un lápiz dermatográfico (lápiz para cejas) los puntos antropométricos, calibrar los instrumentos de medición antes de ejecutar las mediciones, usar el mismo instrumento de medición, y que la persona que toma las medidas tenga un mínimo de experiencia, un control de calidad y un cuidadoso monitoreo de las mediciones, todo con el fin de no incurrir en errores. Para esto, se requiere ampliar los estudios antropométricos y unificar los criterios para evaluar los niveles de confiabilidad en poblaciones de adultos jóvenes.

Por otra parte, se propone para un futuro estudio de una técnica válida que consiste en tomar fotos digitalizadas o video del individuo en posición anterior, posterior y lateral. Esta propuesta consiste en tomar las fotografías midiendo el cuerpo con los instrumentos de medición. De esta forma se pueden observar los errores que está cometiendo el antropometrista para corregir a futuro y así poder llegar a una técnica sistemática y estable.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J. (2001). *Ergonomía 20 preguntas básicas para aplicar la ergonomía en la empresa*. Madrid, España: Mapfres, S.A.
- Ávila, R., Prado, L. y González, E. (2007). *Dimensiones antropométricas. Población Latinoamericana*. México: Universidad de Guadalajara.
- Comas, J. (1983). *Manual de antropología física*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.: UNAM.
- Crugall, S.A. México, D.F. (s.f.) Recuperado el 16 de marzo 2012, de <http://www.revistadenutricion.com/calipers.pdf>.
- Charlotte, F. y Meter P. (2001). *El diseño industrial de la A la Z*. Italia: Taschen. Roma.
- Deurenberg, P. y Roubenof, R. (2005). *Composición corporal*. Zaragoza, España: Acribia, S.A.

- Esparza, F. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Madrid, España: FEMEDE.
- Farrer, F., Minaya, G., Niño, J. y Ruiz, M. (1997). *Manual de ergonomía*. Madrid, España: Mapfre.
- Faulhaber, J. (1989). *Crecimiento: Somatometría de la adolescencia*. (1ª Ed). México, D.F.: Editorial Universidad Nacional Autónoma de México.
- Flores, C. (2001). *Ergonomía para el diseño*. México, D.F.: Editorial Designio.
- García, P. y Rodríguez, A. (2003). Control de calidad y validez del dato en las evaluaciones antropométricas. En: *Estudios de Antropología Biológica*. XI, pp. 175-191.
- Jellife, D. (1966). *La evaluación del estado nutricional de la comunidad*. O.M.S. Monografía 53.
- Malagón, C. (2004). *Manual de Antropometría*. Colombia: KINESIS.
- Malina, R. (2006). *Antropometría*. Standard: Publice.
- Masali, M. (1998). *Antropometría*. Editorial Chantal Dufrenseve, BA.: Organización Internacional del Trabajo. (O.I.T.).
- Mc.Cormik, E. (1980). *Ergonomía*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- Mondelo, P., Gregori, E., Barrau, P. & Bombardo, P. (2000). *Ergonomía I. Fundamentos*. Colombia: Alfaomega.
- Norton, K. & Olds, T. (2004). *Antropométrica*. Argentina: Biosytem.
- Lapunzina, P. (2002). *Manual de antropometría normal y patológica*. Madrid, España: Masson.
- Panero, J. (1987). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. México, D.F.: Gustavo Gili, S.A.
- Pozo, J. & Argente, J. (2000). *Técnicas auxiológicas*. Madrid, España: Hospital Infantil del Niño Jesús. Sección de Endocrinología Pediátrica.
- Ramírez, C. (2000). *Ergonomía y productividad*. México, D.F.: Limusa.
- Rodríguez, E. (1990). *Investigación operativa aplicada a los servicios de salud*. Bogotá, D.C. Colombia: Fundación de Santa Fé de Bogotá.
- Ross, W. y Marfell-Jones. (2000). *Cineantropometría*. En: *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona, España: Editorial, Paidotribo.

- Sánchez, R. (1987). *Dimensiones antropométricas y controles de calidad*. La Habana, Cuba: Instituto de Medicina.
- Sierra, R. (1991). *Diccionario práctico de estadística y técnicas de investigación científica*. Madrid, España: Paraninfo, S.A.
- Sillero, M. (2005). *Teoría de kinantropometría*. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Vargas, L. (1989). *Antropometría: un estudio con criterio ergonómico*. Sociedad de Arte y Cultura Novum, A.C. Serie Salud y Trabajo N° 1. México, D.F.
- Valls, A. (1985). *Introducción a la antropología*. España: Labor.