

**CONFIABILIDAD DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN UN GRUPO DE
ESTUDIANTES DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
IBEROAMERICANA DE BOGOTÁ**

**CARMEN ALICIA CAICEDO MAYA
DIRECTORA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA
ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO Y DESARROLLO DE PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
BOGOTÁ, D.C. NOVIEMBRE, 2010**

**CONFIABILIDAD DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN UN GRUPO DE
ESTUDIANTES DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
IBEROAMERICANA DE BOGOTÁ**

**ALDO E. PIÑEDA GERALDO
AUTOR**

**CARMEN ALICIA CAICEDO MAYA
DIRECTORA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA
ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO Y DESARROLLO DE PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
BOGOTÁ, D.C. NOVIEMBRE, 2010**

CONFIABILIDAD DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA DE BOGOTÁ¹

Aldo Pineda²

Corporación Universitaria Iberoamericana

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la confiabilidad intra-observador de las mediciones antropométricas en un grupo de estudiantes de la facultad de fisioterapia de la Corporación Universitaria Iberoamericana. 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?

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 recomendados. 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.

¹ Proyecto de Investigación.

² Antropólogo de la Escuela Nacional de Antropología e Historia de México. Email: aepgmetria@yahoo.es

RELIABILITY OF THE ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS IN A GROUP OF STUDENTS FROM THE CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA¹

Aldo Piñeda²

Abstrac

Corporación Universitaria Iberoamericana

The study made had the objective, to evaluate the the intra observation realiability of the anthropometric measurements in a group of students from the physiotherapy faculty of the Corporación Universitaria Iberoamericana. Taking in count the problem, this research tries to answer following question: ¿which is the level of the intra observation trustfulness of the anthropometric measurements in a group of students?

We took in count the technical measurements mistakes and percentage of the variete and we compare the measurements technical mistakes with the limits of recommended tolerance. The method used was cut statistical correlational, the sample was composed by 30 students all of them were females, selected randomly. In order to record the measurements we used calibrated anthropometric instruments. Also is recommended to use an international standard for the use of the techniques, the calibration of the measurement instruments it is require to unify the criteria of the anthropometric studies in order to review the levels of trust in young adult's population.

Key words: Trust, anthropometric measurements y intra observation.

¹ Investigation project

² Researcher anthropologist from the National School Anthropology and History of México.
Email: aepgmetria@yahoo.es

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	7
Antecedentes Históricos	10
Los Factores que Influyen para la Variabilidad	19
Pliegues Cutáneos	28
Pliegue Tricipital	29
En pliegue subescapular,	29
Pliegue Suprailíaco	30
Pliegue Abdominal	30
Pliegue del Muslo	30
Pliegue de Pantorrilla	31
Error Técnico de Medición	33
Variabilidad de la Medición y Control de Calidad	36
Marco Metodológico	40
Tipo de Estudio	40
Método	40
Participantes	40
Instrumentos	40
Procedimiento	43
Resultados	46
Error Técnico de Medición	51
Discusión	53
Referencias	56

Indice de Anexos

Anexo A

57

Introducción

El presente proyecto de investigación, surge del interés por evaluar la confiabilidad de las medidas antropométricas de un grupo de estudiantes de la Facultad de Fisioterapia de la Corporación Universitaria Iberoamericana de Bogotá. Asimismo, se determinó la precisión y exactitud de las evaluaciones (control de la calidad cuantitativa) a través del error técnico de medición. El impacto será 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 y 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, la localización correcta del punto anatómico referenciado. Pequeñas diferencias en la técnica de medición pueden resultar muy significativas y por la 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 éstos pretenden (nutrición, composición corporal, ergonomía, deporte, etc.) de modo que sólo 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 y 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 y 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, este estudio pretendió abordar la siguiente pregunta:

¿Cuál es el nivel de confiabilidad intra-observador de las medidas antropométricas en un grupo de estudiantes de la Corporación Universitaria Iberoamericana?

Y como subpreguntas que la complementan:

1. ¿Cuál es 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?

El interés por el tema radica en que se han realizado escasas investigaciones sobre la confiabilidad de las medidas antropométricas en jóvenes adultos colombianos. El impacto del proyecto y sus resultados serán en primera instancia dar sustento estadístico de las mediciones y así determinar la precisión y exactitud de las evaluaciones (control de calidad cuantitativo) a través del error técnico de medición. Así mismo, servirá como una herramienta para la realización confiable de las medidas antropométricas, para ser aplicada para la valoración antropométrica en diferentes áreas, se harán

recomendaciones para evitar los errores de medición y así tener un método confiable a bajo costo.

Antecedentes Históricos

El término antropometría ha sido definido por los autores de acuerdo con el contexto, algunos de ellos la han definido de acuerdo con sus intereses y área de estudios como lo exponemos a continuación. En el diccionario de la Lengua Española *ANTROPOMETRÍA* (De *antropo-y-metría*). f. Tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano. A partir de esta definición se puede señalar que la historia de la antropometría es el estudio de todas las medidas corporales. Sin embargo, aquí se pueden derivar diferentes conceptos específicos para los distintos campos del conocimiento. Autores como Jelliffe (1996) nos dice que la antropometría aplicada a la nutrición se ocupa de la medición de las variaciones en las dimensiones físicas y de la composición global del cuerpo a diferentes edades y en distintos grados de nutrición.

Los primeros interesados en las mediciones humanas se remontan a la antigüedad, como fueron los creadores de las pinturas rupestres (arte plasmado en las paredes) en las civilizaciones: egipcia, hindú, romana y por que no el arte prehistórico de América Latina. Por ejemplo, en el arte rupestre de los egipcios, el cuerpo humano se dividía en 14 segmentos distribuidos en determinadas partes de la figura humana. En las pirámides de Menfis (3000 a. de C.) se descubrió un canon basado en las dimensiones humanas, considerado el más antiguo del mundo (Flores, 2001).

Se atribuye a Marco Polo (1254-1324), la iniciación de la antropología física de la cual hace parte la antropometría. En sus viajes alrededor del mundo

realizaba las descripciones físicas, las dimensiones y formas de los grupos humanos que había visto a lo largo de sus desplazamientos por mar y tierra. Posteriormente, Pitágoras (siglo V a. de C), un famoso griego acuñó la frase “El hombre es la medida de todas las cosas”. Años más tarde un antecedente fundamental de la antropometría será el trabajo del genio Leonardo da Vinci (1452-1519) quien en el renacimiento concibió su famoso dibujo de la figura humana, basada en el hombre-norma de Vitruvio. En sus cuadernos de anatomía (1498), se conocen los movimientos de los segmentos corporales a partir del citado y conocido dibujo del “hombre de Vitruvio”, en el que la figura del hombre se circunscribe en un círculo y en un cuadrado.

Otro autor citado por Flores, el francés Le Corbusier desarrolló el “modulor”, que consideró como un instrumento de medida, basado en la estructura humana y en las matemáticas. Por su parte, Alberto Durero (1471-1528), en su obra hace mención sobre el arte de las medidas y los estudios del movimiento (1512), y de la ley de las proporciones humanas, describe “los cuatro libros de la proporción humana”. El pintor, no sólo expuso las teorías de Vitruvio, sino que realizó investigaciones con doscientas o trescientas personas vivas. (Grandes maestros del arte) (Flores, 2001). Vitruvio, no solo estaba interesado por las proporciones del cuerpo, sino también por sus implicaciones petrológicas. Refiriéndose al diseño del templo griego nos dice: “Por otra parte, ellos obtuvieron de los miembros del cuerpo humano las dimensiones proporcionadas que necesariamente aparecen en todos los trabajos constructivos, el dedo o pulgada, el palmo, el pie, el codo” (Panero, 1987, p. 15). Dionisio monje de Phourna en Agrapha, escribió del cuerpo humano como:

de altura, nueve cabezas y Cennino S/n, italiano del siglo XV, describió la altura del hombre como igual a su anchura con los brazos extendidos. Leonardo da Vinci, concibió su famoso dibujo de figura humana, basada en el hombre-norma de Vitruvio. Gibson y Bonomi, a mediados del siglo XIX se encargaron de recomponer la figura y más tarde, dos mil años después de que Vitruvio escribiera sus diez libros de arquitectura, Le Corbusier revivió el interés hacia la norma de Vitruvio creando el Modulor.

Por otra parte, el antropólogo Johan F. Blumenbach, realizó una recopilación de datos antropométricos, se publicó en 1776 bajo el título de: *On the natural varieties of mankind* (Álvarez, 2001). Otro de los precursores del estudio de la antropometría fue el matemático y astrónomo belga Adolphe Quetelet, quien en 1879 publicó su obra *Anthropometrie*, a este autor se le considera no solo el ponente de esta técnica, sino también se le atribuye la definición, el concepto y los principios de la antropometría.

En 1870, se da principio a la unificación internacional de la técnica antropométrica, ya que se aplicaba únicamente al sistema de Paúl Broca, H. Von Ihering, en el Congreso de la Sociedad Alemana de Antropología, celebrado en 1874, hizo la propuesta de incluir las medidas y sus técnicas para su obtención y mejoramiento con criterios científicos. Esta proposición fue discutida en las conferencias “craneométricas” (estudio de los cráneos), de Munich en 1877 y en Berlín en 1880 se aprobó el proyecto en el Congreso general de Sociedades Alemanas de Antropología, que se llevó a cabo en 1882. En dicha conferencia se ratificó con el nombre de Convención Antropométrica de *Frankfort*. Así mismo, Topinard discutía en 1885, que la técnica de Broca era

un ensayo y que ciertas medidas debían ser suprimidas y formuló una nueva serie de mediciones antropométricas (Comas, 1983).

En este periodo, se origina una confusión con el proyecto de la unificación internacional de las medidas, Collignon no logrará el menor resultado en cuanto a atenuar las divergencias entre la Escuela Francesa y la Escuela Alemana. Sin embargo, a principios del siglo XX, tuvieron las dos primeras convenciones sobre antropología; 1906 en Mónaco y 1912 en Ginebra, donde se trataron temas relacionados con la estandarización de métodos antropométricos. A su vez, en 1914, Rudolf Friedrich Martin publicó el libro titulado *Lehrbuch der Anthropologie* que inscribió las bases de la antropometría durante la primera mitad del siglo pasado (Álvarez, 2001).

En Norteamérica, Niels Diffrient se asoció a Henry Dreyfuss, constituyendo la Sociedad de Diseño Industrial en 1956. A partir de esta fundación inician la recopilación de datos antropométricos, que se publicaron en tres volúmenes con el título *HUMANSCALE*. Dreyfuss, también contribuyó al diseño industrial con investigaciones antropométricas, cuyas aportaciones fueron publicadas en sus influyentes libros titulados: *Designing for people* (1955) y *The jeans of men* (Charlotte y Meter, 2001).

Durante la segunda guerra mundial los estudios antropométricos se volvieron parte de la rutina de algunos países como: Estados Unidos de América, Rusia, Alemania, Francia, Japón e Inglaterra. Estas investigaciones se enfocaron sobre todo en el ejército, la marina y en escuelas de aviación militar (Flores, 2001). De igual forma, durante las décadas de los años sesenta y setenta, se desarrollaron técnicas de medición y se recopilaron datos

estadísticos antropométricos. Por otra lado, en E.E.U.U., Hertberg y Clauser (U.S. Air Force Anthropology Branch) y otros investigadores (Garret & Kennedy), Chapanis, Roebuck, Kroemer y Thomson, citados por Alvarez (2001), llevaron a cabo importantes estudios en este campo y aportaron las bases que condujeron al desarrollo de la antropometría.

Así, esta subdisciplina trata lo concerniente a la aplicación de los métodos físicos y científicos del ser humano para el desarrollo de los estándares de diseño y los requerimientos específicos para la evaluación de los diseños de ingeniería, modelos a escala y productos manufacturados, con el fin de asegurar la adecuación de estos productos a la población de usuarios (Norton y Olds, 2004).

El antropólogo Comas, (1983) iniciador de la antropología física mexicana, afirma que la antropometría es una técnica sistematizada para medir y realizar observaciones corporales en el esqueleto, cráneo y órganos, manejando métodos adecuados y científicos. Las medidas se establecen según la naturaleza del problema a los cuales se aplica; en consecuencia, las reglas, medidas e índices tienen en todo momento carácter convencional. La antropometría no es una ciencia, es una técnica. No debe ser considerada como un fin, sino como un medio. Como lo señala Comas, es una técnica para ejecutar mediciones y observaciones somáticas, en todo el esqueleto, cráneo y órganos aplicando métodos y técnicas científicas.

Por otra parte, Sanders Ms, Mc. Cormick (1987). Indican que esta relacionada con las dimensiones y las otras características del cuerpo, dichas medidas están relacionadas con el diseño de las cosas que las personas usan.

Panero (1987) llama antropometría a la ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencias en los individuos y grupos (Masali, 1998; Mondelo, et al. 2000). La concibe como una disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, examina las dimensiones tomando las referencias anatómicas y sirve como herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas. Desde el contexto ergonómico, se investigan las dimensiones del cuerpo para adaptar la máquina y el entorno de trabajo a las dimensiones del trabajador, por ejemplo; algunas alturas o dimensiones corporales (Mondelo, et al. 2000).

Aparece como una técnica vital en el diseño o rediseño de los puestos de trabajo, definiéndola como una herramienta que dimensiona los distintos segmentos corporales para el diseño y adecuación del entorno físico, que rodea la actividad del hombre y con el cual interactúa directamente (Vargas, 1989). Por otro lado Malagón, describe la antropometría como una disciplina auxiliar de la biometría que estudia la forma, tamaño, composición corporal, proporcionalidad y el desarrollo físico. Su valor radica en que gracias a su desarrollo en algunos países, las áreas de la salud y el deporte disponen de estrategias y técnicas estandarizadas para medir, comparar, valorar y evaluar la estructura corporal y capacidad de desempeño físico a partir de indicadores e instrumentos confiables aplicados a la capacidad del desempeño físico, para el análisis de datos antropométricos indispensables para la medicina, el deporte, el diseño textil, la ingeniería industrial, la antropología, nutrición y para el diseño de muebles (Malagón, 2004).

De la antropometría en lo particular, se diría que es una técnica para realizar mediciones corporales, para concebir mejor las dimensiones espaciales, longitudes, tamaños, alturas, formas, proporciones, asimetría, volúmenes, anchuras, grosores, profundidades, circunferencias, alcances, diferencias de fuerzas, ejes de gravedad de masas en diversas partes del cuerpo y para estudios de la composición corporal. Otros autores la han definido como la interface cuantitativa entre la anatomía y la fisiología o entre la estructura y la función. Esta proyección puede evaluar a través de las mediciones corporales una diversidad de características biológicas humanas. Como por ejemplo; las áreas o volumen de una línea o una superficie corporal, el análisis de la figura humana para estudiar los movimientos corporales. La antropometría también se aplica a los restos óseos, como el esqueleto y el cráneo, de interés para la investigación en antropología forense.

Por otro lado, la antropometría estática evalúa las diferencias estructurales en relación con las diferentes posturas sin que el cuerpo este en movimiento y en las dos posturas fundamentales: vertical o de pie y sentado o sedente. También se le llama estructural, ya que se refiere a las dimensiones corporales mientras que el cuerpo se encuentre estático en una posición que permita medir el peso, la estatura, anchuras, profundidades, circunferencias y alturas (McCormik, 1980). Otra categoría establecida es la antropometría dinámica, que examina las posiciones resultantes del movimiento corporal y está relacionada con la biomecánica y la goniometría. Con el goniómetro se pueden calcular los desplazamientos angulares y lineales que realiza el cuerpo, ya sea en los miembros superiores o inferiores. Estas medidas nos sirven para

conocer el espacio de los movimientos en sus grados máximos y mínimos en cualquier posición que se encuentre el trabajador. Las medidas nos sirven para comprobar la posición, ubicación y los movimientos del hombre en relación a los objetos y el entorno (Flores, 2001).

La antropometría dinámica puede aportar cuantiosa información sobre el movimiento humano, si se ha elegido un conjunto adecuado de variables. Cuando los movimientos son complejos y se desea realizar un buen ajuste con el entorno industrial, como sucede con la mayoría de las interfaces usuario-máquina y hombre-vehículo, es necesario realizar un análisis ergonómico de las posturas y los movimientos. Esto se logra por medio de simulaciones adecuadas, que permiten el trazado de las líneas de alcance o de fotografías.

En el caso de la fotografía una cámara equipada con lente y un segmento del antropómetro, colocada en el plano sagital del hombre, permiten realizar fotografías estandarizadas con poca distorsión de la imagen. Pequeñas etiquetas en las articulaciones del sujeto permiten el seguimiento exacto de los movimientos. Otra forma de estudiar los movimientos es establecer los cambios posturales de acuerdo con una serie de planos horizontales y verticales que pasan a través de las articulaciones. Nuevamente, con el uso de modelos humanos informatizados y los sistemas de diseño asistido por ordenador (CAD), es posible incluir la antropometría dinámica (Masali, 1998).

Una variable antropométrica es una característica propia del cuerpo humano que se puede cuantificar, definir y expresar en una unidad de medida. Las variables rectas se definen como puntos de referencia que pueden ubicarse en el cuerpo. Los puntos pueden ser de dos tipos; esqueléticos-anatómicos y

las referencias virtuales, que se definen como las distancias máximas o mínimas de un punto a otro. Estas variables tienen factores y componentes tanto genéticos, como ambientales y pueden utilizarse para definir la variabilidad individual de grupos o poblaciones. La elección de las variables debe estar relacionada con los objetivos que persigue la investigación, el número de variables descrito en la literatura es considerablemente grande; se han descrito hasta 2,200 variables para el cuerpo humano. Estas variables son principalmente lineales, como las alturas o las distancias con relación al punto de referencia, con el sujeto sentado o de pie en una postura. Anchuras, como las distancias entre puntos de referencias bilaterales; longitudes, como la distancia entre dos puntos de referencia distintos. Medidas curvas o arcos, como la distancia sobre la superficie del cuerpo entre dos puntos de referencias. Y circunferencias como medidas de curvas cerradas alrededor de superficies corporales, generalmente referidas en al menos un punto de referencia o una altura definida. Otras variables pueden ser los grosores de los pliegues cutáneos (Masali, 1998).

El hombre posee caracteres físicos comunes a toda la especie humana y podemos pensar que todas las personas son semejantes. Todos tenemos un corazón, 20 dedos, una nariz, dos ojos, dos orejas. Pero, cuando distinguimos las diferencias somatológicas, los colores de la piel, los colores del cabello, el color de ojos, tipo sanguíneo, narices con orificios anchos y estrechos y las diferentes proporciones del cuerpo humano, nos muestra la variabilidad de los grupos humanos (Flores, 2001). Estas diferencias se rigen por las leyes de la variabilidad humana, que a su vez se divide en: variabilidad externa, que son

las diferencias de los grupos étnicos y la variabilidad interna referida a la diferencia dentro de cada grupo. No existen dos personas iguales, ni dentro de un mismo grupo étnico a no ser que sean gemelos idénticos. En antropometría se deben incluir estas variables, que son factores que influyen en todas las características corporales que pueden ser elementales para evaluar a los seres humanos.

Los Factores que Influyen para la Variabilidad

Género.

La primera división que podemos hacer de la especie humana es la sexual. Nos dividimos en mujeres y hombres, con diferencias físicas y dimensiones diferentes, anatómicamente la cadera de la mujer es más ancha que la del hombre, debido a su función reproductora, existe variaciones en esta proporción, no obstante, una aproximación de los valores absolutos confirmaría tal característica. Las diferencias longitudinales tienen gran importancia en los cálculos biomecánicos, debido al efecto multiplicador de las palancas que se forman en el esqueleto, dando una ventaja biomecánica al hombre del orden de un 20% en condiciones normales de elevación de carga (Farrer, Minaya, Niño y Ruiz, 1997).

Edad.

Existe un ordenamiento por edades, desde el nacimiento hasta la muerte. Durante el crecimiento y el desarrollo tenemos cambios mentales y físicos que se manifiestan en las medidas corporales. Y la edad la podemos especificar desde la primera infancia, niñez, adolescencia, juventud, vejez, senectud y longevidad. La estatura varía generalmente según la edad, alcanzando su

crecimiento total a los 20 años para el hombre y a los 17 para la mujer, en tanto que en la tercera edad el cuerpo tiende a reducirse (Ramírez, 2000).

Grupo étnico.

Es “un conjunto o población de individuos que habitan en una zona geográfica específica, que tiene ciertas características en común que sirven en términos estadísticos para distinguirlos de otros grupos”. (Farrer, et. al. 1997. p.189). Los diferentes grupos humanos se localizan en diferentes regiones geográficas, donde factores ambientales como la latitud, altitud, flora, fauna, clima, influyen en los hábitos alimentarios y afectan el estilo de vida, costumbres, desarrollo físico y las dimensiones corporales de los grupos humanos. Por ejemplo la población europea presenta mayor estatura que los latinos en general. Inclusive en Colombia se presentan disímiles dimensiones en los distintos departamentos. Influye de manera particular la herencia genética, la nutrición, la actividad física y el ambiente, que cambia con el pasar de los años como lo comprueba los cambios en la estatura aquí mismo en Colombia o el Japón.

Factor genético.

El cruce de genes entre los grupos humanos da como resultado un mestizaje que modifica las características físicas de los individuos. Con estas cargas genéticas se heredan las cualidades y rasgos que se manifiestan en los individuos (Flores, 2001).

Nivel socioeconómico.

Tiene una incidencia, en la variabilidad, por ejemplo un niño de una familia con mayores ingresos, tiene más posibilidades de tener un crecimiento corporal sano con una nutrición adecuada.

Por otra parte, tenemos los puntos anatómicos en miembro superior e inferior, las marcas convencionales sirven como puntos de referencia para la ejecución de las mediciones y permiten mejorar las técnicas, la precisión y reproducción de las mismas. La localización de cada punto es definida siguiendo un criterio descriptivo: la biotipología y la somatología del cuerpo humano es a veces similar y a veces no en los diferentes individuos. Sin embargo, las referencias pueden ser identificadas con confiabilidad por medio de criterios descriptivos. Las diferentes definiciones de los diámetros, alturas, alcances, etcétera, pueden comprenderse mejor si previamente precisamos los planos de referencia (Farrer, et al., 1997). Por otro lado, los puntos antropométricos son básicos como referencias para las medidas, se puede localizar visualmente o al tacto (Lapunzina, 2002). Existe un número importante de puntos somatométricos, aunque algunos se utilizan en investigación antropométrica. Aquí incluí los básicos y de aplicabilidad para este estudio de confiabilidad. A continuación se describen los puntos anatómicos elementales:

1. *Acromion* (a) es el punto más lateral o externo superior de la apófisis acromial del omóplato (Mondelo, et al. 2000).
2. *Supraesternal* (sst) la escotadura supraesternal está formada por el borde superior de la escotadura esternal (o incisión yugular) en el plano sagital medio (Esparza, 1993).

3. *Mesoesternal* (mst) es el punto localizado en el esternón a nivel de la cuarta articulación condroesternal, en la intersección de los planos medios mediosagital y horizontal (Esparza, 1993).
4. *Telión* (th) son los puntos medios de los pezones o mamilas pectorales (Lapunzina, 2002).
5. *Paraumbilical* o *omphalion* (om) es el punto central del ombligo (Lapunzina, 2002).
6. *Radial* (ra) es el punto en la interlínea húmero-radial sobre la cara externa del brazo (Lapunzina, 2002).
7. *Ilioespinal* anterior (is) es la cara inferior de la punta de la columna ilíaca superior anterior (Lapunzina, 2002).
8. *Sinfisión* (sy) punto medio sobre el borde superior de la sínfisis púbica (Lapunzina, 2002).
9. *Estilión* (sty) es el punto más distal del proceso estiloides del radio. Se encuentra en la llamada tabaquera anatómica, que es el área triangular que se forma cuando el pulgar está extendido. A los lados está definida por los tendones del abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar y en la zona media, está definida por el extensor largo del pulgar. Para efectuar mediciones del cubito se puede utilizar el estilión ulnar (Ross & Marfell-Jones, 2000).
10. *Dactilión* III (da-III) es la punta del dedo medio o la punta más distal del tercer dedo dígito, cuando el brazo está colgando y los dedos extendidos hacia abajo. Las puntas correspondientes de los otros dedos se

denominan segundo, tercero, cuarto y quinto dactiliones (el pulgar es el primer dígito) (Ross y Marfell-Jones. 2000).

11. *Iliocrestailíaco* (il) es el borde superior más externo de la cresta ilíaca (Comas, 1983).
12. *Trocanteriano* (tro) es el borde superior del trocánter más sobresaliente del fémur (Comas, 1983).
13. *Tibial* (medial) (tim) es el punto más próximo del *glenoidalis* en el extremo medio de la cabeza de la tibia (Esparza, 1993).
14. *Tibial* (lateral) (til) articula en la descripción del tibial medial, está situado en el extremo lateral de la cabeza de la tibia (Esparza, 1993).
15. *Esfirión* (sphi) es el maléolo medial, o maleolar interno, la punta más distal del maléolo tibial. Es más sencillo localizar este punto de referencia desde abajo y dorsalmente (Ross y Marfell-Jones 2000).
16. *Esfirión* (sphe) o maléolo externo, es la punta más distal del maléolo peroneo y es más distal que el esfirión tibial (Ross y Marfell, 2000).
17. *Pteriión* (pte) es el punto posterior en el talón del pie cuando un sujeto está erguido (Lapunzina, 2002).
18. *Acropodiión* (ap) o pedial es el punto anterior de los dedos del pie cuando el sujeto está erguido. Puede ser la primera o la segunda falange (Lapunzina, 2002). (Ver figura 1).

Puntos anatómicos en miembro superior e inferior

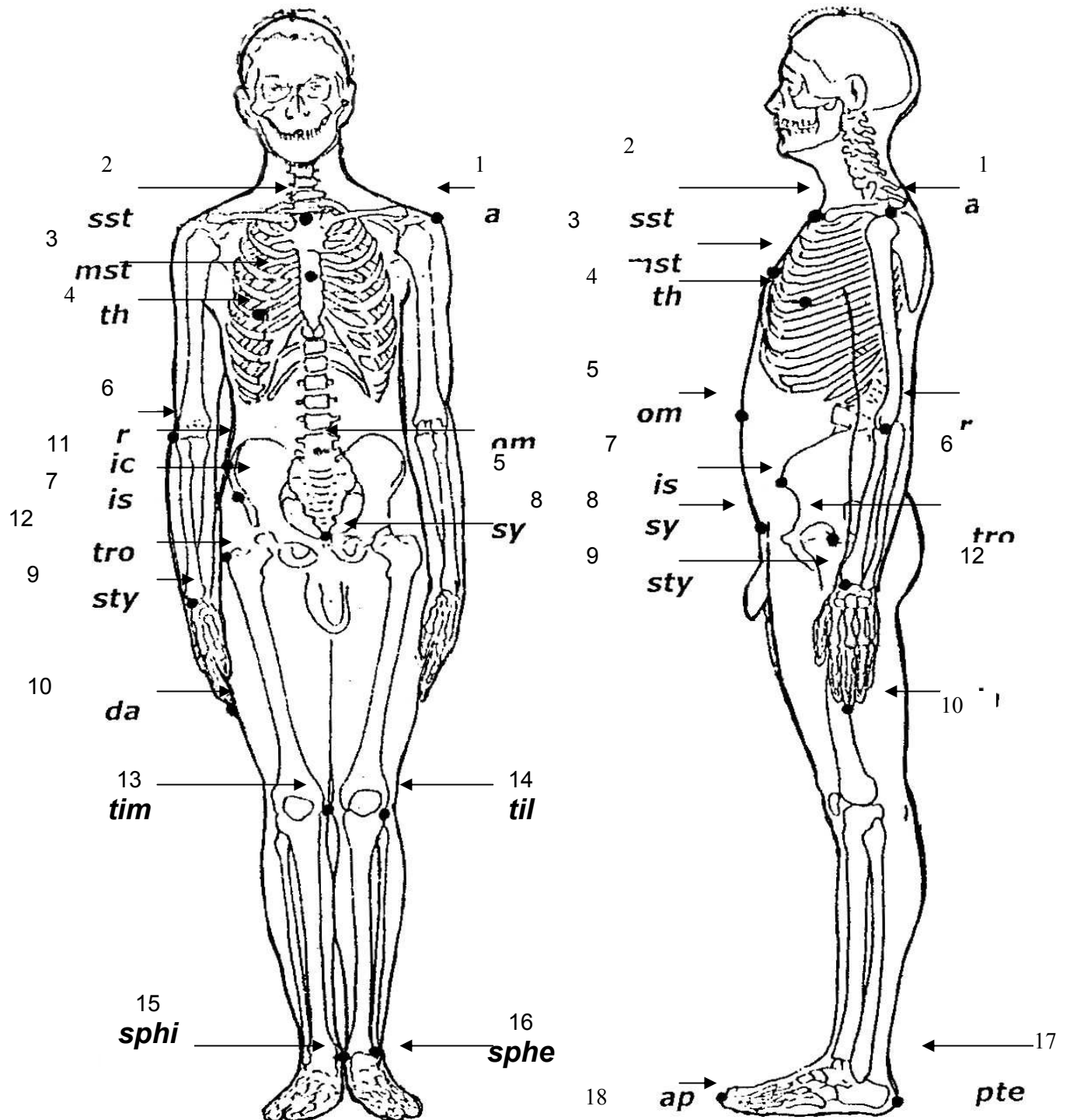


Figura 1. *Puntos antropométricos.* Elaborado por: Aldo E. Piñeda G. 2009.

Peso corporal, otro aspecto a valorar es el peso que representa cuantitativamente todos los componentes corporales (huesos, tejidos, órganos y líquidos) que conforman el cuerpo humano (Ávila, Prado & González, 2007). Otros autores usan el término de masa corporal, o masa total del cuerpo. El peso corporal tiene una variación diurna de aproximadamente dos kilogramos en los adultos. Los valores más estables son los que se obtienen regularmente en la mañana, doce horas después de haber ingerido alimentos y luego del vaciado urinario. Ya que no siempre es posible estandarizar el tiempo de evaluación, podría ser importante registrar la hora del día en la cual se realiza la medición (Norton y Olds, 2004). La estatura, se define como la altura desde el vértex al suelo cuando el individuo está en posición *frankfort*. La estatura es una dimensión anatómicamente compleja, puesto que comprende los segmentos cefálicos, raquídeo, pelvis y las extremidades inferiores. Cada una de ellos contribuye a la estatura total en proporción distinta según los factores como la edad, la alimentación, las patologías, la genética y por supuesto la variabilidad de los grupos humanos (Valls, 1985). La estatura sentada, es la distancia vertical desde la superficie horizontal del asiento al vértex de la cabeza, en posición de *frankfort*. Es de utilidad para determinar el índice córmico.

Las medidas de los diámetros del esqueleto proporcionan información de la cantidad de masa esquelética. Existen fórmulas que permiten el cálculo de la masa esquelética a partir de la estatura, y los diámetros de la muñeca y de la rodilla (Deurenberg y Roubenoff, 2005).

El Diámetro biacromial, es la distancia entre los puntos más laterales del proceso acromial, el sujeto debe estar erguido y con los brazos relajados a ambos lados del cuerpo. El medidor debe colocarse detrás de la persona. Se identifican los puntos acromiales con los dedos de los índices y aplicar las secciones extendidas del antropómetro o el vernier de ramas largas. La medida se toma en centímetros. Las ramas extendidas del calibrador deben apuntar hacia arriba formando un ángulo de 45° con la horizontal para abarcar la anchura máxima en los procesos acromiales. Con los dedos índices se debe ejercer una presión firme de las secciones extendidas sobre los emplazamientos acromiales (Ross y Marfell-Jones, 2000). Diámetro del codo, es la distancia entre los epicóndilos medial y lateral del húmero, el brazo debe estar flexionado hacia delante hasta la horizontal y el antebrazo estará flexionado por el codo formando un ángulo. El calibrador de ramas cortas se coloca apuntando hacia arriba para establecer el ángulo recto formado en el codo. Con los dedos índices se palpan los cóndilos. La distancia medida es en cierto modo oblicua porque el cóndilo medial es más bajo que el cóndilo lateral. El medidor debe mantener los calibradores cerca de la horizontal hasta donde le sea posible mientras se asegura de que las ramas de presión están firmemente sobre los puntos de referencias (Ross y Marfell-Jones, 2000). El diámetro de rodilla, es la distancia entre los cóndilos medial y lateral del fémur el sujeto deberá estar sentado y la pierna flexionada por la rodilla formando un ángulo recto con el muslo. El calibrador de ramas cortas se coloca apuntando hacia el ángulo recto formado en la rodilla. Con los dedos índices se identifican los cóndilos. Las ramas del calibrador se aplican con firmeza, si se presenta

algún problema a la hora de medir, se puede facilitar la técnica moviendo los dedos índices circularmente y manipulando las ramas de presión del calibrador para tomar la medida (Esparza, 1993). Diámetro de tobillo, la medida del maléolo es entre la distancia medial y lateral de los maléolos tanto interno como externo. El individuo deberá estar sentado (Malagón, 2004).

Los perímetros de las extremidades o del tronco se utilizan para obtener información acerca de la composición corporal. A partir de la circunferencia del brazo relajado, combinada con el pliegue tricipital, se puede obtener información del área total, así mismo se puede calcular la masa muscular y masa grasa del brazo. Por otra parte, las circunferencias del tronco y la cintura, cadera y por encima de los muslos se usan como indicadores de la distribución de la grasa corporal (Deurenberg y Roubenoff, 2005). Perímetro del brazo relajado, con el brazo colgando libremente al lado del cuerpo, se coloca la cinta metálica a la mitad de la distancia entre el punto acromial y el radial. Con el lápiz se marca el punto medio entre ambas referencias (Faulhaber, 1989). Perímetro de la cintura, es la circunferencia al nivel del onfalio (parte inferior del ombligo), estrechamiento de la cintura que se puede observar entre el extremo costal y la cresta ilíaca (Malagón, 2004). Perímetro del muslo, en la circunferencia del muslo, el sujeto deberá estar de pie con las piernas separadas y el peso del cuerpo distribuido en partes iguales sobre los dos pies. La cinta se coloca de uno o dos centímetros por debajo de la línea del glúteo o de la unión arbitraria de la protuberancia del músculo del glúteo con el muslo. Se utiliza la técnica de manos cruzadas para elevar la cinta a este nivel en la parte interior del muslo, y una vez que el cabo de la cinta se ha acercado al otro

extremo, se lleva a cabo la lectura de la cinta. El medidor debe utilizar los dedos índices para manipular la cinta de modo que la medición se realice de forma perpendicular al eje largo del fémur (Roos y Marfell-Jones, 2000). Perímetro de la pantorrilla, el individuo deberá estar de pie, apoyando el pie izquierdo en una superficie plana de tal modo que la pierna y muslo formen un ángulo recto en la rodilla. Se coloca la cinta metálica con una presión moderada, la cinta es manipulada de arriba hacia abajo hasta encontrar el máximo perímetro de la pantorrilla (Faulhaber, 1989).

Pliegues Cutáneos

Es la valoración de los depósitos de grasa en la que determina el grosor del pliegue cutáneo en varios sitios corporales, como son los miembros superiores e inferiores. Un pliegue mide indirectamente el grosor del tejido adiposo subcutáneo. El pliegue cutáneo es un espesor de una doble capa de la piel y del tejido adiposo, se mide con el calibrador de pliegues en milímetros (mm), con una precisión de 0,1 mm (Esparza, 1993). El grosor de la piel puede medirse con un calibrador de pliegues de presión constante generalmente 9.81×10 elevado a la 4 Pa-, que es la presión que ejerce un peso de 10 gramos sobre un área de 1 mm. al cuadrado. (35): 29.27. Ya que la piel humana tiene un espesor de 0.5 a 2 mm. de modo que la mayor parte de las mediciones de los pliegues de la piel se efectúa en el pliegue de la grasa subcutánea. El pliegue se toma con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, abriendo el calibrador en forma de pinza de unos ocho centímetros. Se levanta una doble capa de piel y su tejido adiposo subyacente en las zonas señaladas, efectuando una pequeña tracción hacia fuera para que se forme bien el pliegue y queden

ambos lados paralelos y se mantiene hasta que termine la medición. Con la mano derecha se aplica el calibrador (compás), colocándolo a un centímetro del lugar donde se toma el pliegue, perpendicular al sentido de este y en su base. La medición se efectúa aproximadamente tres segundos después de colocar el calibrador, cuando lentamente se detiene la aguja, se lee la medición. Los pliegues se midieron en el lado derecho, dando el valor medio de las dos mediciones para así descartar errores (Malagón, 2004).

Pliegue Tricipital

El espesor de la grasa no es uniforme en esta área, por lo que se elige el sitio cuidadosamente en el centro del brazo, entre el vértice de la apófisis acromial del omóplato y olécranon del cúbito. Se toma la media del brazo relajado, teniendo el punto de referencia y con el lápiz se marca el punto. Esta medición, se ejecuta con el brazo relajado y colgando paralelamente, el pliegue se pellizca paralelamente al eje longitudinal con el dedo pulgar y el índice de la mano izquierda; se separa el músculo subyacente y se toma la medida del pliegue tricipital (Jelliffe, 1966).

En pliegue subescapular,

El calibrador se coloca a un centímetro distal de los dedos pulgar e índice, levantando un pliegue oblicuo al ángulo inferior de la escápula en una dirección que sea oblicua en el sentido descendente y lateral formando un ángulo de 45° a partir de la horizontal. El pliegue se levanta palpando con el pulgar la parte inferior del ángulo inferior de la escápula derecha y luego tocando con este dedo en el sentido de las agujas del reloj por el ángulo inferior

y cogiendo el pliegue entre los dedos índice y pulgar a un ángulo de 45° (Faulhaber, 1989).

Pliegue Suprailíaco

El calibrador se coloca a un centímetro distalmente de los dedos pulgar e índice, levantando un pliegue inmediatamente superior a la cresta ilíaca en la línea axilar media (es decir, por encima de la cresta en la línea intermedia del cuerpo). El pliegue sigue un sentido descendente en la parte anterior y se hace más pequeño progresivamente a medida que se va alejando del emplazamiento designado (Faulhaber, 1989).

Pliegue Abdominal

El calibrador se coloca a un centímetro distal de los dedos pulgar e índice, levantando un pliegue en la parte anterior del muslo derecho siguiendo la línea del eje del largo del fémur cuando la pierna se ha flexionado por la rodilla en un ángulo de 90° al colocar el pie sobre una caja. La parte media del muslo se ubica entre el pliegue inguinal y la rótula. Si hay problema para levantar el pliegue, se puede empujar el calibrador hasta el nivel del músculo y después retirarlo contando con la ayuda del individuo para sujetar la parte inferior de la pierna. Otra recomendación es medir el sujeto en posición sentado, de esta forma se relaja la tensión de la piel en sujetos que tengan muslos de un tamaño considerable (Roos y Marfell-Jones. 2000).

Pliegue del Muslo

El calibrador se coloca a un centímetro distal de los dedos pulgar e índice, levantando un pliegue en la parte anterior del muslo derecho siguiendo la línea del eje del largo del fémur cuando la pierna se ha flexionado por la

rodilla en un ángulo de 90° al colocar el pie sobre una caja. La parte media del muslo se ubica entre el pliegue inguinal y la rótula. Si hay problema para levantar el pliegue, se puede empujar el calibrador hasta el nivel del músculo y después retirarlo contando con la ayuda del individuo para sujetar la parte inferior de la pierna. Otra recomendación es medir el sujeto en posición sentado, de esta forma se relaja la tensión de la piel en sujetos que tengan muslos de un tamaño considerable (Roos & Marfell-Jones, 2000).

Pliegue de Pantorrilla

El calibrador se coloca a un centímetro distal de los dedos pulgar e índice, levantando un pliegue en la parte media de la pantorrilla, hacia el lado derecho. La persona deberá estar relajada y con el calibrador buscar el mayor grosor. Otra forma de obtener esta medida es colocar el pie sobre una caja de modo que la pierna quede flexionada por la rodilla formando un ángulo de 90°. Otra forma es decirle al individuo que flexione la pierna, para posteriormente tomar la medida (Roos y Marfell-Jones, 2000).

Una vez abordados estos temas y reiterando la importancia del tema de la confiabilidad en las medidas, a continuación se hará una breve exposición acerca de su definición. En ese 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 similares (centrado sobre el valor verdadero). Las características de una medición confiable son: estabilidad y equivalencia. Por otra parte, la estabilidad es la obtención de 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 otra parte, la fiabilidad indica la capacidad de coincidencia de la medida observada, con la “verdadera” o realizada por un experto o “antropometrista criterio” (antropometrista que no comete errores sistemáticamente), también es conocido como error interobservador. Por otro lado, la fiabilidad es resultado de merecer confianza, por que es correcta o se ajusta a la realidad. El término también se puede aplicar a los instrumentos de medida, y de acuerdo a su etimología, se puede afirmar que indica la condición de un instrumento de ser fiable, es decir, de ser capaz de ofrecer, en su empleo repetido, resultados veraces y constantes (Sierra, 1991).

La precisión nos indica la consistencia de la medida realizada por un mismo observador, es conocido también como error intraobservador (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, es decir, que sean precisos y calibrados. Personal entrenado en las técnicas antropométricas, controles periódicos y frecuentes de la calidad de los aparatos como del personal que recolecta los datos. 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: 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 y 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 ser similar (equivalencia). Estas características indican que la medición es confiable, sin embargo, la medición no es válida, por que aparecen los jóvenes con 500 gramos más de su peso verdadero (Rodríguez, 1990).

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 utiliza para valorar series repetidas de diferentes variables antropométricas, realizadas por uno o varios antropometristas.

El 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 = es la diferencia entre la primera y la segunda medición.

Σ = 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:

$$\% \text{ ETM} = \frac{\text{ETM}}{\bar{x}} \times 100$$

Donde:

ETM= error técnico de medición

$\bar{x}$ = 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 siguiente tabla (Marfell-Jones, Ross como se cita en Esparza, 1993).

Tabla 1.Límites de tolerancia permitidos

Peso	0.5Kg.
Estatura	3mm.
ALTURAS	
Acromial	2 mm.
Radial	2 mm.
Estidolidea	2 mm.
Dactilion	2 mm.
Trocanter	2 mm.
Espinal	2 mm.
Tibial	1-2 mm.
Talla sentado	2 mm.
DIÁMETROS	
Biepicondileo humero	1 mm.
Biestiloideo	1-2 mm.
Bicondileo 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 contraído	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 %
Abdominal	1mm.
Pliegues cutáneos	5 %

Fuente: Esparza. 1993. p. 65.

Variabilidad de la Medición 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 (intraobservador). Esto es fundamental para obtener datos confiables y exactos, y para fortalecer la aplicación de los datos desde una proyección comparativa. Así mismo, 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 cambios verdaderos. Por lo tanto, es esencial el control de calidad y un monitoreo del proceso de la medición (Malina, 2006). Este autor recomienda que para poder ser preciso en las mediciones antropométricas deben tenerse las siguientes condiciones: tener los conocimientos de anatomía, conocer los puntos de referencias, estudiar cada medición, es decir; qué es lo que se esta midiendo y qué información nos provee, obtener instrucción de un experto en antropometría, incluir la consistencia intraobservador (confiabilidad) e interobservador (objetividad). Es importante mencionar que las personas que registran la información, estén muy instruidos de los procedimientos y de las técnicas de medición. Por lo anterior 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. Independientemente, de que los procedimientos antropométricos estén estandarizados y sean fáciles de utilizar estando en manos de antropometristas, 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) (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 constante. 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 a los problemas con los instrumentos de medición (calibración, o la variación de la manufactura del aparato), o al error en el registro (transposición de los números). El error al azar no es direccional, esto es que 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 otra parte, el error sistemático resulta de la tendencia de un técnico o de un instrumento de medición (el calibrador para pliegues cutáneos, o una balanza inapropiada calibrada) que lleva a medir efectivamente de más ó menos, una dimensión particular. Dicho error es direccional e introduce desvíos del proceso de medición. En este sentido, la variabilidad o imprecisión que se produce dentro de un mismo individuo se estima tomando las dimensiones por duplicado, en el mismo individuo por parte del medidor. La réplica de las dimensiones 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 técnicos diferentes (error técnico entre medidores).

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 ejemplo: la variancia dentro del mismo sujeto) (Malina, 2006).

Teniendo en cuenta todo este marco el estudio se plantea como *objetivo general*:

Evaluar la confiabilidad intra-observador de las mediciones antropométricas en un grupo de estudiantes de la facultad de fisioterapia de la Corporación Universitaria Iberoamericana.

Y como objetivos específicos:

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

Marco Metodológico

Tipo de Estudio

De acuerdo con la taxonomía institucional, fue un estudio de tipo descriptivo, en tanto que pretendió calcular la confiabilidad de las medidas en un grupo de estudiantes universitarias jóvenes adultos.

Método

Con estos objetivos se trabajara para lograr la confiabilidad y las técnicas apropiadas de las medidas antropométricas. El proyecto se fundamenta en una investigación de corte estadístico-correlacional.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 30 jóvenes, seleccionados por medio de un muestreo aleatorio simple (MAS) de las estudiantes de la Facultad de Cinética Humana y Fisioterapia de la Corporación Universitaria Iberoamericana de la ciudad de Bogotá. Todas fueron del género femenino, entre 18 y 25 años, no se incluyeron las personas que tenían alguna patología, embarazadas, se excluyó aquellos que estuvieran por fuera del rango de edad determinado.

Instrumentos

Para la investigación, fue necesaria una serie de instrumentos que permitieron medir adecuadamente las variables de interés; siempre que sea posible, éstos fueron calibrados.

Antropómetro. Tiene las siguientes características: tiene 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 las alturas, 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 y deberá reunir las siguientes características: La cinta deberá ser metálica para que no pierda elasticidad, si se utiliza una cinta de otro material, deberá revisarse frecuentemente 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, la cinta 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). Deberá 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. La cinta debe ser exacta, y comprobar su exactitud 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 y Ross, 1982).

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 y con un grado de exactitud con 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 abertura 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, esta 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 fue diseñado 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 nos permitió recolectar y organizar de los datos de cada sujeto evaluado para su sistematización y análisis computacional (Ver anexo A).

Procedimiento

Los procedimientos para la realización del estudio fueron: selección de la muestra de estudiantes de la facultad de fisioterapia, para acceder a la muestra se solicitó las respectivas autorizaciones del Centro de Investigaciones y de la Coordinación académica de fisioterapia cinética Humana y Fisioterapia de la Corporación Universitaria Iberoamericana. 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 con 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 5 minutos se realizó una segunda evaluación. A los sujetos, 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, buena iluminación para la lectura de los instrumentos y de los datos y estar aislado del ruido. Se procedió a medir a la estudiante con acuerdo a las siguientes condiciones: llevar un mínimo de ropa, la superficie del piso o asiento deberá ser plana y horizontal. Los puntos anatómicos de referencias se deben identificar con mucho cuidado y marcarse con un lápiz dermográfico, 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 anchuras, 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. Las mayorías de las medidas se toman estando de pie y en un estado de relajamiento, así mismo para la estatura 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, y el máximo de edad 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 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 obtuvimos un promedio de 267mm., con una desviación estándar de 20.52 y una máxima de la circunferencia de 310 y una mínima de 240mm. 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 pliegues 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 tricipital 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 determinar 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 encontramos los siguientes resultados: el peso nos 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 ésta correlación, puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 2. Correlaciones entre el primer y segundo momento

Par	Mediciones (Variables)	N	Correlación	Sig.
Par 1	Peso1 y peso 2	30	1	.00
Par 2	Estatura1 y estatura 2	30	1	.00
Par 3	Estatura sentada1 y estatura sentada 2	30	1	.00
Par 4	Diámetro biacromial 2 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	.000
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 1y plieg. tricipital. 2	30	.999	.00
Par 10	Pliegue subescapular 1 y plieg. subescap.2	30	.999	.00
Par 11	Pliegue suprailíaco 1 y plieg. suprail. 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 2010

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 las estaturas 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 siguiente tabla:

Tabla 3. Diferencias significativas

Medida	Media	Desviación	Error	Inferior	Superior	T	Gl	Sig.
Peso 1 - peso2	-.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	.900	1.296	.237	.416	1.384	3.804	29	.001

2								
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	-	29	.010
						2.757		
Perímetro pantorrilla 1 - perímetro pant. 2	.300	.877	.160	-.027	.627	1.874	29	.071
Pliegue tricipital 1. - plie. tricipital 2	-.0733	.2599	.0474	-.1704	.0237	-	29	.133
						1.546		
Pliegue subescapular 1 - plie. subescapular 2	-.0933	.2766	.0505	-.1966	.0099	-	29	.075
						1.848		
Pliegue suprailíaco 1 - pliegue suprailíaco .2	-.2267	.3591	.0656	-.3607	-.0926	-	29	.002
						3.458		
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	-	29	.050
						2.041		
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	-	29	.030
						2.283		

Fuente: trabajo de campo 2010

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 puede 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 pliegue (posición de los dedos), orientación de los pliegues (ángulos), lectura de los resultados de dos a tres segundos, posicionamiento del calibrador (perpendicular) y el momento de la medición que el sujeto no debe hacer ejercicio y 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 cuál al ser comparado con los límites permisibles, se puede señalar que las mediciones tomadas son de alta confiabilidad. En la tabla número 3, se puede observar estos datos:

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

No.	Medida	ETM	% ETM	Limite de confiabilidad		
				Kgs./mm.	%	Correlación
1	Peso	0.01	0.0	0.5		1.
2	Estatura	0.38	0.0	3	1	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	.911
6	Diám. Fémur	0.40	0.5	1		.993
7	Perim. Braz Relaj	1.22	0.5	2	1-2	.998
8	Perim. Cintura	4.37	0.6			.999
9	Perim. del muslo	0.87	0.2	1-2	1 a 2	.999

10	Perim. pantorrilla	0.42	0.1	1		.999
11	Plieg. pantorrilla	0.07	0.4	1	5	.997
12	Plieg. Subescapu	0.04	0.2	1	5	.999
13	Plieg. tricipital	0.04	0.2	1	5	.999
14	Plieg. abdominal	0.09	0.3	2	5	.998
15	Plieg Muslo	0.08	0.3	1.5	5	.999

Fuente: trabajo de campo 2010

Anchuras: anchura biacromial ETM 0.50 y un porcentaje del ETM 0.1 porcentaje. El diámetro del codo fue de 0.78 y un porcentaje de 1.4 porcentaje. Y el diámetro del fémur nos 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 porcentaje. En cuanto al perímetro de la cintura 4.73 y un porcentaje de 0.6 porcentaje. El perímetro del muslo fue de un ETM de 0.87 y un porcentaje de 0.2 porcentaje. Por último, el perímetro de la pantorrilla suministró un resultado de 0.42 y un porcentaje de 0.1

Por último están los panículos adiposos subcutáneos 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 tricipital con un 0.04 y 0.2 porcentaje. El pliegue abdominal fue de 0.09 con un porcentaje de 0.3. Para finalizar tenemos el pliegue del muslo, que nos dio un ETM de 0.08 con un porcentaje del ETM de 0.3.

Discusión

Este proyecto 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 nos dio un error mínimo de 100 gramos, contra el límite de tolerancia que es de 500 gramos y el porcentaje del error técnico de medición nos dio 0.0 %, con una correlación positiva de 1.000. En cuanto a la estatura medida en milímetros, obtuvimos un error de 0.38 y 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. En relación a la estatura sentada fue de una confiabilidad muy buena, lo cual habla de la experiencia del antropometrista y 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 obtuvimos 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 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 las técnicas, estandarizar los puntos anatómicos de referencias, marcar con un lápiz dermográfico (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 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 y así poder observar en la fotografía

los errores que está cometiendo el antropometrista, y corregir a un futuro los errores y poder llegar a una técnica sistemática y estable.

Referencias

- 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 : U.N.A.M.
- Crugall, S.A. México, D.F. (s.f.) Recuperado el 16 de marzo 2010, 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. *Estudios de Antropología Biológica*. XI, 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*. Publice. Standard.
- Masali, M. (1998). *Antropometría*. Editorial Chantal Dufrensve, BA. Organización Internacional del Trabajo. (O.I.T.).
- Mc.Cormik. E. (1980). *Ergonomía*. Gustavo Gili. Barcelona, España.
- Mondelo, R. P., Gregori, E., Barrau y Bombardo P. (2000). *Ergonomía I. Fundamentos*. Colombia: Alfaomega.
- Norton K. y 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. y Argente, J. (2000). *Técnicas auxiológicas*. Hospital Infantil del Niño Jesús. Sección de Endocrinología Pediátrica. Madrid, España.
- 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.
- Roos, W. y Marfell-Jones. (2000). Cineantropometría. En: *Evaluación fisiológica del deportista*. Editorial, Paidotribo. Barcelona, España.
- 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*. Universidad Politécnica de Madrid, España.

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*. Labor. España: Labor.

Anexo A.

FICHA DE ANTROPOMETRÍA

Número _____ Fecha _____ de _____ de _____

Nombre _____

Edad _____ años _____ meses _____ Lugar de nacimiento _____

Fecha de nacimiento _____ de _____ de _____

MEDIDA	No	SITIO	MEDICIÓN 1	MEDICIÓN 2	DIFERENCIA	d2
PESO (Kg)	1	Cuerpo total				
ESTATURA (mm)	2	Cuerpo total				
LONGITUD (mm)	3	Estatura sentado				
DIÁMETRO (mm)	4	Biacromial				
PERÍMETRO (mm)	5	Brazo (relajado)				
PERÍMETRO	6	Cintura (mínima)				
PERÍMETRO	7	Muslo				
PERÍMETRO	8	Pantorrilla (máximo)				
PLIEGUES CUTÁNEOS (mm)	9	Pliegue tricipital				
PLIEGUE	10	Pliegue				

subescapular		
PLIEGUE	11	Suprailíaco
PLIEGUE	12	Abdominal
PLIEGUE	13	Muslo
PLIEGUE	14	Pantorrilla
DIÁMETRO (Anchura) (Cm)	15	Codo
ANCHURA	16	Rodilla (Fémur)
ANCHURA	17	Tobillo

Observaciones

Midió