

MEDICIÓN DE LA PRECISIÓN Y EXACTITUD EN LAS EVALUACIONES ANTROPOMÉTRICAS

Pedro García Avendaño* y Armando Rodríguez*

INTRODUCCIÓN

Por medio de la antropometría se cuantifica la variabilidad, principio fundamental de la biología humana. Esas variaciones biológicas han sido tema de interés para distintas especialidades científicas, en las cuales se hace énfasis en las distinciones de la forma y función corporal entre grupos étnicos, sexo, edad, ciclo de vida del individuo, así como de las diferencias intra e inter poblaciones que han dado lugar a numerosas investigaciones. Las informaciones obtenidas cubren un amplio rango en el campo biomédico, que van desde los cambios reportados durante el crecimiento, el dimorfismo sexual, el envejecimiento y la valoración del estado nutricional, hasta la evaluación de los impactos de los ejercicios y la actividad física en el organismo.

En este contexto es importante lograr que el dato primario antropométrico sea confiable, pues como señalan Jordán *et al.* (1979), en el caso de estudios realizados en humanos, donde la variabilidad es el componente fundamental, aumenta la posibilidad de cometer errores. Todas las dimensiones antropométricas están sujetas a sesgos y errores, pero si los antropometristas se someten a un proceso de control de calidad (cuantitativo y cualitativo) los errores se pueden minimizar. Esas diferencias en las técnicas de medición por parte de los investigadores han llevado a faltas sorprendentes en la reproductividad de los datos, dando lugar a investigaciones que deben ser tomadas con reservas.

* Universidad Central de Venezuela, Escuela de Antropología.

El control de calidad en las mediciones antropométricas es indispensable para garantizar la precisión, exactitud y confiabilidad de la información en el proceso de acopio de los datos. Branson *et al.* (1982) sostienen que los errores de medición pueden ser minimizados a través de un entrenamiento y estandarización cruzados (inter-intra), procedimiento que permite disminuir la variabilidad entre los antropometristas. En todo trabajo de investigación donde participan diferentes observadores (medidores), la falta de uniformidad reduce la sensibilidad de los resultados, y puede conducir a conclusiones falsas.

Las ventajas de la antropometría, que se pone de manifiesto en el manejo del instrumental, su bajo costo, «la poca preparación técnica de los medidores», además de la realización de mediciones masivas simultáneas en el campo, convergen para hacer del procedimiento algo «sencillo». Estas características dan lugar a un uso y abuso de la antropometría, ya que el personal no entrenado correctamente realiza mediciones, disminuyendo de esta manera la objetividad, la precisión y, por consiguiente, la confiabilidad del dato. Como bien lo señalan López y Landeta (1991), en muchas circunstancias la antropometría es el único instrumento práctico disponible para hacer evaluaciones. Por lo tanto, los investigadores y académicos deben dar una alta prioridad a las ventajas y limitaciones de la técnica y las bases científicas y prácticas de su uso, con el objeto de mejorarla y enriquecerla.

OBJETIVO GENERAL

Establecer medidas de control de calidad para la detección de errores en la técnica antropométrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la necesidad de establecer control de calidad cuantitativo en la evaluación antropométrica de distintos tipos de poblaciones.

2. Comparar los resultados del control estadístico cuantitativo con los límites de tolerancia o nivel de significación biológica pro-

puestos por la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría.

3. Determinar la factibilidad de implementar la propuesta de estandarización entre los diversos usuarios de la técnica.

MÉTODO

El presente trabajo se inscribe dentro de la modalidad de proyecto factible, ya que consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, y se plantea la solución a un problema de tipo práctico (UPEL 1990). El estudio se apoya en una investigación de campo, la recolección de los datos se hicieron directamente en los sitios seleccionados.

La población estudiada estuvo conformada por 80 usuarios de la técnica antropométrica, de la cual se tomó a un grupo conformado por cinco técnicos (cuatro medidores y un antropometrista criterio o experto en mediciones antropométricas), con la finalidad de llevar a cabo un entrenamiento o estandarización para determinar el control de calidad cuantitativo, a través del error técnico de medición tanto inter como intra observador. Se procedió a realizar las mediciones a los individuos que realizan actividad física (atletas de alta competencia) que pertenecen a las selecciones nacionales, de las cuales se evaluó un grupo con integrantes de diversos deportes, como: gimnasia, voleibol, boxeo, esgrima, tenis de mesa, judo, atletismo y levantamiento de pesas (masculino $n= 47$, femenino $n= 26$). Según el grupo de trabajo de la Organización Mundial de la Salud, el tamaño de una muestra para un ejercicio como el presente, debe tener alrededor del 10% de los sujetos medidos.

El control de calidad cuantitativo se realizó de la siguiente manera: al primer sujeto medido en el día por los cuatro evaluadores y el antropometrista criterio, se le aplicó una segunda medición, determinando así la precisión y exactitud de los evaluadores. En total fueron 10 los sujetos sometidos a este procedimiento. Las variables antropométricas seleccionadas para este control partieron del siguiente criterio: su uso en diversas evaluaciones y la dificultad para su ubicación, se tomaron talla, diámetros, circunferencias y pliegues cutáneos, los cuales se compararon con los límites de tolerancia (cua-

Cuadro 1
Límites de tolerancia para las variables antropométricas *

	Variable	Tolerancia
Peso corporal	0,5 kg	
Talla	3 mm	1%
Talla sentado	2 mm	
Altura acromial	2 mm	
Altura del estilón	2 mm	
Altura del dactilión	2 mm	
Altura del trocánter	2 mm	
Altura ileoespinal	2 mm	
Altura tibial	2 mm	
Diámetro bicondilar del húmero	1 mm	1%
Diámetro bicondilar del fémur	1 mm	1%
Diámetro biacromial	1-2 mm	1%
Diámetro transversal del tórax	2-3 mm	1%
Diámetro anteroposterior del tórax	2 mm	1%
Diámetro biiliocrestal	1-2 mm	1%
Circunferencia del brazo relajado	2 mm	1-2%
Circunferencia del brazo flexionado (60°)	2 mm	1-2%
Circunferencia del tórax	1 mm	1-2%
Circunferencia de cintura	2 mm	1-2%
Circunferencia de la cadera	2 mm	2-3%
Circunferencia del muslo	1-2 mm	1-2%
Circunferencia de la pantorrilla	1-2 mm	1-2%
Circunferencia del antebrazo	2 mm	1-2%
Pliegue cutáneo subescapular	1.6 mm	5%
Pliegue cutáneo del tríceps	1 mm	5%
Pliegue cutáneo del bíceps	1 mm	5%
Pliegue cutáneo supraespinal	1.5 mm	5%
Pliegue cutáneo abdominal	2 mm	5%
Pliegue cutáneo del muslo	1.5 mm	5%
Pliegue cutáneo de la pantorrilla media	1 mm	5%

* Según recomendaciones del ISAK, Ross y Marfell-Jones (1991).

res y el experto involucrados en el acto de medición. 2) Otro procedimiento estadístico es la prueba de los signos empleado por Habicht (1974), que se complementa con el anterior procedimiento (ETM), ya que permite localizar rápidamente los errores de medición, corregirlos, e indica el grado de perfeccionamiento de la técnica. Ambos fueron útiles para el análisis del control de calidad cuantitativo. Behnke y Wilmore (1969), Pareja *et al.* (1989) y Norton y Olds (1996)

coinciden en señalar que con estos procedimientos estadísticos se pueden localizar rápidamente los errores de medición y se ayuda a su respectiva corrección antes que se conviertan en un mal hábito, e indican además el grado de perfeccionamiento de la técnica.

Para facilitar la tarea y minimizar el margen de error en el procesamiento de los datos, se utilizó un equipo de computación IBM-compatible y se emplearon los paquetes estadísticos SPSS versión 7.5. y SPAND versión 2.5. También se elaboraron los cuadros simples y los diferentes tipos de figuras y gráficos necesarios para ilustrar suficientemente los resultados del estudio. En resumen, los datos se presentaron en forma clara, breve y organizada, de acuerdo con los objetivos propuestos en la investigación.

RESULTADOS

1. Error técnico de medición (ETM)

a) Error técnico de medición intraobservador (precisión). Con el cálculo del error técnico de medición (ETM) intraobservador se determinó la precisión de los antropometristas, entendiéndose como precisión la aptitud o capacidad que tiene un evaluador de repetir una medida lo más idéntica posible a la primera medición. Una alta precisión se corresponde con baja variabilidad en sucesivas mediciones o una baja precisión implica alta variabilidad en las mediciones.

En el cuadro 2 se observa el nivel de precisión de los cinco evaluadores. La mejor aptitud en la mayoría de las mediciones la obtuvo el antropometrista criterio, con valores que estuvieron entre 2.4 mm a 2.8 mm para la talla. Estas cifras indican una precisión satisfactoria para todos los medidores, ya que los límites de tolerancia para esta variable según Ross y Marfell-Jones (1991) es de 3.0 mm, estos valores coinciden con los encontrados por Ulijaszek y Lourie (1994) con valores del ETM (intra) de 2.5 mm. Sin embargo, algunos evaluadores en ciertas mediciones obtuvieron mejor precisión que el supervisor.

Para los diámetros oscilaron entre 2.0 mm, estimado como satisfactorio según Ross y Marfell-Jones, a 4.7 mm como deficiente. La literatura reporta para las variables antropométricas diámetro biacromial y bicrestal, límites de 1-2 mm, siendo estas magnitudes las

Cuadro 2
Valores de la prueba de estandarización (precisión) obtenidos por los antropometristas de la investigación

VARIABLES	Medidores-Error técnico de medición intraobservador									
	Supervisor ETM %ETM	Medidor 1 ETM %ETM	Medidor 2 ETM %ETM	Medidor 3 ETM %ETM	Medidor 4 ETM %ETM					
Talla (cm)	0.27	0.17	0.24	0.15	0.24	0.15	0.25	0.16	0.28	0.18
Circunferencia del brazo flexionado (cm)	0.20	0.76	0.25	0.97	0.16	0.61	0.23	0.86	0.51	1.97
Circunferencia del muslo (cm)	0.23	0.47	0.26	0.56	0.19	0.40	0.31	0.64	0.35	0.73
Circunferencia del tórax (cm)	0.32	0.41	0.32	0.42	0.40	0.51	0.74	0.95	0.87	1.11
Diámetro biacromial (cm)	0.20	0.57	0.24	0.68	0.47	1.35	0.43	1.23	0.26	0.76
Diámetro bicrestal (cm)	0.22	0.94	0.21	0.88	0.37	1.58	0.20	0.86	0.33	1.39
Pliegue del tríceps (mm)	0.35	3.66	0.58	5.51	0.18	1.62	0.69	6.01	0.32	3.01
Pliegue del muslo (mm)	0.26	2.19	0.36	3.07	0.33	2.39	0.29	2.11	0.71	5.68
Pliegue supraespinal (mm)	0.22	3.03	0.23	3.10	0.36	4.05	0.60	7.06	0.65	7.89

Fuente: datos propios de la investigación.
Nota: ETM= Error técnico de medición.

que presentaron menor rango de variación para los antropometristas después de la talla.

En las circunferencias se pudo observar una variabilidad mayor en el antropometrista número 4 (medidor con la menor experiencia en pruebas de estandarización), sus ETM tuvieron un rango entre 3.5 a 8.7 mm. Estos valores están muy por encima de los reportados como aceptables (1.0 a 2.0 mm) para los perímetros del muslo, brazo y tórax.

Un comentario aparte son los resultados obtenidos en las variables pliegues cutáneos (tríceps, muslo y supraespinal), ya que los cinco medidores reflejaron en el ETM una precisión satisfactoria o excelente, el rango encontrado osciló entre 0.18 mm a 0.71 mm, es decir, cifras por debajo del valor permitido de 1 mm. Lohman (1981) reporta para el ETM intraobservador de los pliegues cutáneos valores entre 0.8 a 2.5 mm, señalando además que este error intraexaminador varía dependiendo de la experiencia del técnico, constitución física del sujeto y el método de estimación del error.

En general, todos los medidores presentaron homogeneidad en cuanto a los aciertos y desaciertos en la precisión de las diversas magnitudes antropométricas. Para la talla se obtuvo una precisión satisfactoria, en los diámetros la precisión disminuyó en algunos medidores, las circunferencias aumentaron la variabilidad de los evaluadores y los pliegues cutáneos presentaron un comportamiento diferente a lo esperado, con una precisión satisfactoria. En la mayoría de los casos la mejor precisión la presentó el antropometrista criterio y la mayor variación o precisión deficiente la presentó el antropometrista con menor experiencia (el medidor número 4). Habicht (1974) afirma que el valor más fidedigno es el que presenta el supervisor, ya que éste posee más experiencia y está en condiciones de evaluar su propia exactitud. Sin embargo, señala que el personal con poca experiencia a menudo mide con más precisión que el profesional, debido al empeño que pone en la realización de sus labores. Esta situación a veces conduce a datos falsamente precisos que dificultan la interpretación de los datos y el mejoramiento del método. En nuestro ejercicio de estandarización estas situaciones se presentaron, pero fueron abordadas de la manera más constructiva, con una supervisión y entrenamiento mayor.

Como conclusión de este análisis tenemos que la precisión satisfactoria la presentó el supervisor y la menor precisión recayó sobre el antropometrista de menor experiencia. En esta parte del análisis

se pudo evidenciar unas diferencias sistemáticas (excelente precisión en la variable talla aumenta la variabilidad en los diámetros y circunferencias, y una buena precisión en los pliegues cutáneos) o constantes entre los diversos medidores y los errores técnicos de medición. Esta situación orienta hacia la necesidad de mejorar las mediciones, identificar sesgos en los evaluadores o medidores y aplicar correctivos.

b) Error técnico de medición interobservador (exactitud). La exactitud indica la capacidad de coincidencia de la medida observada con la medida o valores reales de las variables, en este caso representadas por las mediciones del antropometrista criterio o supervisor, el cual se supone no comete errores de medición. Al analizar los resultados del ETM, se evidencia que todos los medidores presentaron baja exactitud en relación con el supervisor en casi todas las variables antropométricas (cuadro 3).

Las diferencias interobservador excedieron los límites o valores preestablecidos por algunos investigadores (Frisancho 1990, Cameron 1986, Chumlea *et al.* 1984). Los pliegues cutáneos del tríceps, supraespinal y del muslo presentaron valores elevados para el ETM y %ETM. Excepto la evaluación realizada por el medidor número 1, para el pliegue del muslo y el supraespinal, con valores considerados como satisfactorios (0.57, 4.38%; 0.37, 5.03%). Los demás evaluadores presentaron una exactitud deficiente con porcentajes que van desde 9.57% hasta 27.83%, superando ampliamente los valores de referencia reportados por Ross y Marfell-Jones (1991) y Lohman *et al.* (1988), los cuales indican un % ETM de 5% para los pliegues o 1-2 mm en el ETM. La otra variable con una exactitud moderada para el ETM fue la talla, con un % ETM aceptable, es decir, menos del 1% y cifras que superan los 3 mm en relación con el antropometrista criterio.

Las magnitudes de las circunferencias y diámetros tuvieron un comportamiento parecido a los pliegues cutáneos, es decir, una exactitud deficiente. El ETM y sus porcentajes respectivos aumentan, creciendo las diferencias con el supervisor. En este sentido, Lohman (1981) encontró que la diferencia promedio entre un antropometrista experimentado y cuatro no experimentados oscilaba entre menos de 1 mm y mayor a 3 mm, dependiendo del sexo del individuo y la zona de medición. Sugiere que con un entrenamiento cuidadoso los errores se pueden reducir de 1 a 2 mm.

Cuadro 3
Valores de la prueba de estandarización (exactitud) obtenidos por los antropometristas de la investigación

VARIABLES	Medidores-Error técnico de medición inter observador								
	Supervisor ETM %ETM	Medidor 1 ETM %ETM	Medidor 2 ETM %ETM	Medidor 3 ETM %ETM	Medidor 4 ETM %ETM				
Talla (cm)	-	0.47	0.30	0.86	0.55	0.40	0.26	0.41	0.26
Circunferencia del brazo flexionado (cm)	-	0.64	2.51	0.48	1.85	0.80	3.04	0.44	1.68
Circunferencia del muslo (cm)	-	1.00	2.10	0.84	1.75	0.68	1.41	0.81	1.68
Circunferencia del tórax (cm)	-	0.96	1.23	0.75	0.96	0.83	1.06	1.51	1.92
Diámetro biacromial (cm)	-	0.55	1.57	0.75	2.17	0.53	1.51	0.65	1.89
Diámetro bicrestal (cm)	-	0.42	1.77	0.36	1.50	0.33	1.38	0.56	2.36
Pliegue del tríceps (mm)	-	1.11	10.99	1.59	15.35	2.28	17.65	1.17	9.57
Pliegue del muslo (mm)	-	0.52	4.38	2.23	17.24	2.09	19.83	1.80	17.66
Pliegue supraespinal (mm)	-	0.37	5.03	2.25	27.83	1.87	23.81	1.86	24.15

Fuente: datos propios de la investigación.
 Nota: ETM= Error técnico de medición.

Prueba de los signos o método de estandarización

Esta metodología es de gran utilidad en el trabajo de campo y permite a los medidores analizar sus propios resultados. Habicht (1974) sostiene que este procedimiento proporciona al antropometrista criterio o supervisor la oportunidad de indagar cuáles son las características que deben mejorarse para garantizar resultados precisos y exactos.

Este procedimiento complementa al descrito anteriormente (ETM y %ETM intra e inter observador), ya que no se limita únicamente a verificar si en los medidores hay o no precisión y exactitud deficiente o satisfactoria, señala además lo siguiente: *a)* ayuda a localizar rápidamente los errores de medición; *b)* el origen de los mismos; y *c)* indica el grado de perfeccionamiento de la técnica.

En el cuadro 4 se presenta un resumen de la prueba de estandarización realizada por los medidores y el supervisor para las nueve variables antropométricas. La columna Σd^2 para la talla, presenta una precisión satisfactoria para los cuatro medidores. La Σd^2 debe ser menos del doble de la del supervisor (2.84).

La prueba de los signos permite identificar cuando un medidor u observador está evaluando por debajo (subestimando), o por encima (sobrestimando) de sí mismo o del supervisor. En el caso de predominio de un signo sobre otro pudieran encontrarse diferencias estadísticas; Habicht (1974) sostiene que una prueba de signos significativos en la columna de las Σd indica una diferencia probable entre la primera medición y la segunda, eso quiere decir que el observador se ha cansado o que el sujeto ha «cambiado», el esfuerzo y la tensión por parte del medidor tiende a menguar, fatigándose y midiendo por encima de lo indicado, creyendo que el individuo que se mide ha crecido.

La prueba de los signos para medir exactitud (cuadro 5) proporcionó valores elevados de ΣD^2 , para todas las variables antropométricas (talla, diámetros, circunferencias y pliegues cutáneos), éstas evidencian una exactitud deficiente. Las reglas de este procedimiento sugieren que la ΣD^2 de cada medidor no debe exceder el triple de la Σd^2 del supervisor ($3 \times \Sigma d^2$).

Habicht (1974) reporta que los valores elevados de $\hat{A}D^2$ indican descuido, error sistemático o diferencias particulares. En el análisis

Cuadro 4
Prueba de estandarización (precisión) de mediciones antropométricas
(metodología de Habicht)

VARIABLES	Medidores-Error técnico de medición intra observador									
	Supervisor Ád ² Signo	Medidor 1 Ád ² Signo	Medidor 2 Ád ² Signo	Medidor 3 Ád ² Signo	Medidor 4 Ád ² Signo	Supervisor Ád ² Signo	Medidor 1 Ád ² Signo	Medidor 2 Ád ² Signo	Medidor 3 Ád ² Signo	Medidor 4 Ád ² Signo
Talla (cm)	1.42 9/10	1.11 -2/4	1.12 7/8	1.21 5/7	1.57 5/10	0.77 -5/9	1.22 -4/8	0.50 -5/9	1.03 -3/6	5.20 6/10
Circunferencia del brazo flexionado (cm)	1.03 -6/9	1.38 4/5	0.73 5/8	1.89 -7/8	2.46 5/8	2.08 6/10	2.08 5/8	3.16 -5/8	11.04 -5/7	15.30 -6/10
Circunferencia del muslo (cm)	0.79 -5/6	1.13 5/9	4.47 8/10	3.71 -6/10	1.36 4/7	1 4/8	0.87 4/8	2.81 5/7	0.84 -5/8	2.19 -6/9
Circunferencia del tórax (cm)	2.51 -3/5	6.76 5/9	0.64 -4/5	1.72 -4/8	10.00 6/8	1.37 -5/6	2.6 -4/8	2.20 -6/8	9.40 -4/8	2.09 5/7
Diámetro biacromial (cm)	0.96 4/8	1.08 -4/7	2.64 6/9	7.16 6/10	8.36 -4/8					

Fuente: datos propios de la investigación.
Supervisor= (2 x Ád²).

Cuadro 5
Prueba de estandarización (exactitud) de mediciones antropométricas

Variables	Medidores—Error técnico de medición interobservador											
	Supervisor Ad ² Signo	Medidor 1 AD ² Signo	Medidor 2 AD ² Signo	Medidor 3 AD ² Signo	Medidor 4 AD ² Signo							
Talla (cm)	-	8.79 -8/10	29.28 -10/10	6.55 -8/10	6.65 -10/10							
Circunferencia del brazo flexionado (cm)	-	16.61 -8/10	9.11 5/9	25.32 9/9	7.59 -6/10							
Circunferencia del muslo (cm)	-	39.87 -8/9	27.94 -9/10	18.42 -6/10	26.13 -7/10							
Circunferencia del tórax (cm)	-	36.56 -7/9	22.48 -5/10	27.36 7/10	90.80 6/10							
Diámetro biacromial (cm)	-	11.94 5/9	22.78 6/10	11.08 7/10	16.87 -7/9							
Diámetro bicrestal (cm)	-	7.17 -6/10	5.09 -7/10	4.34 5/9	12.65 -6/10							
Pliegue del tríceps (mm)	-	49.43 9/10	100.99 9/10	208.01 10/10	54.57 7/9							
Pliegue del muslo (mm)	-	10.77 -6/10	198.33 10/10	175.03 10/10	130.10 7/10							
Pliegue supraespinal (mm)	-	5.48 8/8	202.80 9/10	139.56 10/10	138.44 7/9							

Fuente: datos propios de la investigación.
 Supervisor= (3 x Ad²).

de la prueba de signos se encontraron valores estadísticamente significativos para muchas de las variables antropométricas. Estos resultados muestran que las evaluaciones de los medidores difieren del supervisor, ya sea por sobreestimación (mayor número de signos + que de signos -) o subestimación (mayor número de signos - que de signos +). En consecuencia, los hallazgos confirman la presencia de errores sistemáticos en las mediciones por parte de los cuatro evaluadores, entendiéndose por error sistemático la variación individual que se produce en el medidor durante la aplicación del proceso de medición (cuadro 6).

Estos resultados defectuosos o de escasa exactitud sugieren que no se realizó el entrenamiento necesario antes de practicar las evaluaciones. En este sentido, una vez identificada la naturaleza del error la estrategia estará dirigida a fijar un nuevo entrenamiento, supervisión periódica o una estandarización que requiera juicios cualitativos. Todo esto confirma lo mencionado por Montgomery (1991), quien afirma que el objetivo principal del control estadístico de calidad es la reducción sistemática de la variabilidad de las características

Cuadro 6
Resumen de una prueba de estandarización

Medidores	Observaciones
Supervisor	La mejor precisión en la mayoría de las mediciones, como era de esperarse.
Medidor 1	Precisión satisfactoria. Exactitud deficiente en todas las medidas antropométricas.
Medidor 2	Precisión deficiente en los diámetros, en las demás magnitudes precisión satisfactoria. Exactitud deficiente, valores por por arriba en la segunda medición.
Medidor 3	Precisión deficiente, segunda medición con valores elevados (descuido, cansancio). Exactitud deficiente.
Medidor 4	Precisión y exactitud deficiente. Diferencias significativas; se recomienda hablar con el medidor, para una nueva estandarización. Presencia de errores sistemáticos.

Recomendaciones: para todos los medidores procede un nuevo entrenamiento y una supervisión continua hasta lograr la exactitud deseada.

Fuente: datos propios de la investigación.

de la calidad del dato. Esto se obtiene mediante un procedimiento estadístico para minimizar la variabilidad de las evaluaciones, cuyo resultado debe ser es una producción de datos libre de errores, se trata de realizar acciones apropiadas para asegurar que los errores no vuelvan a ocurrir.

Como resultado del análisis (precisión y exactitud) cuantitativo de los datos antropométricos, encontramos que las diferencias en las mediciones fueron menores en el nivel intraobservador que en el nivel interobservador. Debido a los diferentes factores que intervienen y afectan la precisión y la exactitud, la correspondencia entre ellas nunca es certera. Se debe tomar en cuenta que las medidas de precisión y exactitud difieren en sus unidades y en sus contenidos sobre sus posibles valores. Pederson y Gore (1994) señalan que un alto nivel de confiabilidad usualmente es un indicador de un alto nivel de precisión, pero un alto nivel de precisión no siempre está acompañado por alto nivel de exactitud. En muchos casos es común encontrarse con un medidor que demuestra alta precisión y una baja exactitud; este sería el caso de un medidor que hace evaluaciones con un error sistemático (presentando alta precisión), pero cuando se realiza un control de calidad mediante la comparación con un antropometrista criterio, presenta baja exactitud.

Para concluir, se recomienda que el objetivo de un antropometrista (medidor) sea lograr altos niveles de precisión, exactitud y confiabilidad, garantizando la validez de la técnica; es decir, medir lo que se pretende, asegurando así la calidad del dato primario. Muchos son los elementos que influyen en el resultado de una evaluación antropométrica, es por eso que los controles de calidad deben fijarse como metas, detectar las causas que inciden negativamente en el proceso de medición, con la finalidad de tomar acciones correctivas, antes que esos errores se conviertan en un mal hábito por parte de los evaluadores.

CONCLUSIONES

1. Los resultados indican que cuando diversos evaluadores participan en una investigación, se presenta mayor variabilidad (error de medición) en el nivel inter que intraobservador, de-

mostrándose que una excelente precisión no necesariamente implica una buena exactitud.

2. Del análisis del control estadístico de calidad cuantitativo se pudo abordar en todo su contexto el error de medición antropométrico; es decir, el origen y la magnitud del mismo, enriqueciendo la calidad de la información e incrementando la validez de los resultados de esta investigación.
3. El objetivo de un antropometrista (medidor) es lograr altos niveles de precisión, exactitud y confiabilidad, para garantizar la validez de la técnica.

REFERENCIAS

BEHNKE, A. Y J. WILMORE

- 1969 Anthropometric Estimation of Body Density and Lean Body Weight in Young Women, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 23: 267-272.

BRANSON R., E. VAUCHER, G. GRIGSBY Y M. VARGAS

- 1982 Inter-and-Intra-Observer Reliability of Skinfold Thickness Measurements in Newborn Infants, *Human Biology*, 54(1): 137-143.

CAMERON, N.

- 1986 The Methods of Auxological Anthropometry, en F. E. Falkner y J. M. Tanner, *Human Growth*, Plenum Press, London, 2a. edición, 3: 3-46.

CHUMLEA, W. C., A. F. ROCHE Y E. ROGERS

- 1984 Replicability for Anthropometry in the Elderly, *Human Biology*, 56(2): 329-327.

DAHLBERG, G.

- 1940 *Statistical Methods for Medical and Biological Students*, George, Allen & Unwin (eds.), London.

FRISANCHO, A. R.

- 1990 *Anthropometric Standards For The Assessment of Growth and Nutritional Status*, The University of Michigan Press/Ann Arbor.

GRUPO DE TRABAJO DE LA OMS

- 1996 Empleo e interpretación de la antropometría en la evaluación del crecimiento del lactante, *Boletín Oficina Sanitaria Panamericana*, 120(3): 205-217.

HABICHT, J. P.

- 1974 Estandarización de métodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. *Boletín Oficina Sanitaria Panamericana*, 76: 375-384.

JORDÁN, J., A. BERDASCO, M. ESQUIVEL, J. HERNÁNDEZ Y D. MESA

- 1979 *Desarrollo humano en Cuba*, Editorial Científico Técnica, La Habana.

LOHMAN, T. G.

- 1981 Skinfolds and Body Density and their Relation to Body Fatness: A Review, *Human Biology*, 53(2): 181-226.

LOHMAN, T. G., A. F. ROCHE Y R. MARTORELL (COMPS.)

- 1988 *Anthropometric Standardization Reference Manual*, Human Kinetics Books, Illinois.

LÓPEZ BLANCO, M. Y M. LANDETA-JIMÉNEZ

- 1991 *Manual de crecimiento y desarrollo*, FUNDACREDESA/SERONO/Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría, Caracas.

MONTGOMERY, D.

- 1991 *Control estadístico de la calidad*, Grupo Editorial Iberoamericana, México.

NORTON, K. Y T. OLDS

- 1996 *Anthropometrica*, University of New South Wales Press, Sydney.

PAREJA, G., J. RIVERA Y L. HABICHT

- 1989 *Evaluación de la confiabilidad de las mediciones antropométricas*, xxxix(3): 241-250.

PEDERSON, D. G. Y C. J. GORE

- 1994 Anthropometry Measurement Error, *Anthropometry and Anthropometric Profiling*, Oatley, Nolds Sports Scientific Publisher, Sydney: 33-46.

ROSS, W. Y J. MARFELL-JONES

- 1991 Kinanthropometry, en J. D. MacDougall, H. A. Wenger y H. J. Green, *Physiological Testing of the High Performance Athlete*, Human Kinetics Publisher, Illinois: 233-308.

ULIJASZEK, S. J. Y J. A. LOURIE

- 1994 Intra-and-Inter-Observer Error in Anthropometric Measurement, en S. J. Ulijaszek y C. G. N. Mascie-Taylor, *Anthropometry: The Individual and the Population*, Cambridge University Press: 30-55.

UPEL

- 1990 *Manual de Trabajos de Grado de Maestría y Tesis Doctorales*, Ediciones UPEL.