

Propuesta de nuevas variables antropométricas para la estimación de la grasa corporal total en adultos venezolanos

Proposal of new anthropometric variables to estimate total body fat in Venezuelan adults

Sandra M. Suárez L¹, Héctor A. Herrera M²

¹ Unidad de Nutrición y Alimentación. Fundación de Investigación y Desarrollo. Universidad Simón Bolívar. Caracas. Venezuela.

² Dpto. Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. División de Biología. Universidad Simón Bolívar. Caracas Venezuela.

Dirección de correspondencia. Msc. Sandra Suárez. Edificio Básico I, 2do piso. Ofic. 228. Valle de Sartenejas, Universidad Simón Bolívar. Baruta, 1080-A, Miranda – Venezuela. ssnut@hotmail.com.ve, ssnut@movistar.net.ve

Palabras Claves: Antropometría, ecuaciones antropométricas, composición corporal, grasa corporal total, circunferencias, panículos adiposos

Key Words: Anthropometry, anthropometric equations, body composition, total body fat, body circumferences, skinfolds.

Resumen

La práctica clínica permite definir nuevas variables que pudieran ser prometedoras en la evaluación nutricional antropométrica. Se plantea estudiar tres nuevas variables antropométricas: Circunferencia Umbilical Superior (CUS), Circunferencia Umbilical Inferior (CUI) y Pliegue Suprailíaco Posterior (PSP) y evaluar su potencial en la estimación de la grasa corporal total (GCT) en un grupo de adultos venezolanos. Se evaluó la composición corporal por pletismografía (Bod pod); peso, estatura, CUS, CUI, PSIP y la $\sum 6$ pliegues en 153 venezolanos de 19-49 años, (85 mujeres y 68 hombres); divididos en dos rangos de edad: 19-29 y 30-49 años. Resultados. La CUS fue mayor en hombres que en mujeres y superior en el grupo de 30-49 años en uno y otro sexo. La CUI resultó similar en hombres y mujeres y mayor en los grupos de 30-49 años. El PSIP solo presentó diferencias en hombres, siendo mayor en el grupo de 30-49 años. La asociación de las variables nuevas con la GCT fue altamente significativa en todos los grupos estudiados ($p \leq 0.01$); CUS y CUI ($r \geq 0,9$) PSIP ($r \geq 0,64$). Los mejores modelos de estimación de la GCT incluyeron: la CUI (hombres 30-49 años) ó CUI + PSIP (mujeres y hombres 19-29 años; mujeres de 30-49 años) y explican mas del 80% de la variabilidad de la ($R^2 \geq 0.8$; $EEE \pm 2-3Kg$). Se concluye que las nuevas variables presentaron diferencias entre los sexos y/o grupos de edad y, especialmente la CUI y el PSIP, pudieran ser considerados como excelentes predictores de la GCT en adultos venezolanos.

Abstract

Clinical practice allows define new variables that could be promising in the anthropometric nutritional assessment. Test the behavior of three new anthropometric variables, Umbilical Superior-USC, and Umbilical Inferior-UIC circumferences and Posterior Suprailiac Skinfold-thickness –PSIS, and evaluate its potential in the estimation of total body fat (TBF) in a group of Venezuelan adults. Body composition by plethysmography (Bod pod); weigh, height, USC, UIC, PSIS and the $\Sigma 6$ skinfolds-thickness were evaluated in 153 Venezuelans (85 females and 68 males) with age ranged between 19 and 49 years. The sample was divided in two age-related groups: 19-29 and 30-49 years. USC was bigger in males than females and greater in the 30-49 year-old group of both sexes. UIC was similar in males and females and greater in the 30-49 year-old groups. SIPS only presented differences in males, being higher in the 30-49 year-old group. The association of the new variables with the TBF was highly significant in all the studied groups ($p \leq 0.01$); USC and UIC ($r \geq 0.9$) SIPS ($r \geq 0.64$). The best prediction models of TBF included: the UIC (males 30-49 years) or UIC + SIPS (females and males 19-29 years; 30-49 year-old females), explaining more than 80% of the TBF variability ($R^2 \geq 0.8$; EEE 2-3Kg). We concluded that new variables present differences between sexes and/or age-related groups and especially UIC and PSIS could be considered as excellent predictors of the TBF in Venezuelan adults.

Introducción

Una adecuada evaluación del estado nutricional requiere el uso de herramientas sencillas y de buena confiabilidad para el diagnóstico y para la prescripción dietética. La determinación precisa del estado nutricional y de las de las necesidades energéticas individualizadas son dos de los elementos cruciales en la nutrición clínica, ya que sirven de base para el establecimiento y la reorientación de estrategias ajustadas a las necesidades propias de cada paciente. Por su parte, el conocimiento de la composición corporal en nutrición permite, entre otras cosas, realizar un diagnóstico nutricional basado en las características individuales de los componentes corporales; definir obesidad en función al exceso de grasa corporal total; definir metas de peso deseable en función de la masa libre de grasa actual de los pacientes y de los niveles de grasa deseable; predecir el gasto energético en reposo; conocer las modificaciones de los componentes corporales en respuesta a estrategias nutricionales y/o de actividad física y finalmente, reorientar las metas iniciales planteadas a partir de esta información.

En tal sentido, se han planteado diversos modelos de composición corporal, siendo el de 2 compartimientos (masa libre de grasa + masa grasa) es uno de los mas sencillos y utilizados en el campo de la antropometría nutricional (Roubenoff *et al.*, 1991; Wang *et al.*, 1992; Heymsfield *et al.*, 2007). Sin embargo, los resultados deben validarse con métodos más sensibles de establecer los valores de lo componentes corporales. La densitometría se ha considerado como uno de éstos métodos estándar de oro (Gold Standard) para la valoración de la composición corporal, aunque por su complejidad, su utilización ha sido restringida al campo de investigación.

La antropometría, surge como una herramienta sencilla que permite predecir la composición corporal a través de la utilización de ecuaciones matemáticas de regresión múltiple que surgen de la relación entre variables de composición corporal, contrastadas con medidas Gold Standard, y variables antropométricas obtenidas en un mismo grupo de estudio. Actualmente, se han desarrollado muchas ecuaciones con estas características, pero tienen como limitante el ser población-específicas; es decir, son confiables solo en individuos que presenten las mismas características del grupo de sujetos utilizado para la generación de las mismas. Así mismo, la investigación en este campo se ha orientado a verificar la exactitud o validez de estas ecuaciones en otros grupos de población y se le ha dado poca importancia a las características particulares de cada grupo, las cuales deben ser consideradas a través de la generación de modelos propios.

En el caso particular de Venezuela, hasta el momento no se han desarrollado modelos de predicción de la grasa corporal total en adultos; siendo posible que variables antropométricas que no han sido publicadas todavía, tengan asociaciones más fuertes con la composición corporal de

una determinada población que aquellas reportadas tradicionalmente en la literatura especializada. En la práctica clínica, en la mayoría de los casos se desprecian observaciones empíricas que surgen del trabajo diario y que, en algunas ocasiones son planteadas por los propios pacientes.

En tal sentido, se presentan los resultados obtenidos de la medición de nuevas variables antropométricas: Circunferencia Umbilical Inferior (CUI), Circunferencia Umbilical Superior (CUS) y Pliegue Suprailíaco Posterior (PSIP), las cuales fueron definidas en función de las observaciones casuales en una consulta de nutrición clínica. La selección de estas variables fue derivada de los comentarios de los propios pacientes que las señalaban como muy sensibles a cambios como respuesta a regímenes alimentarios hipocalóricos. Se plantea entonces como objetivo conocer el comportamiento de estas variables antropométricas (CUS, CUI, PSIP) y evaluar el potencial de éstas en la estimación de la grasa corporal total en un grupo de adultos venezolanos con edades comprendidas desde 19 hasta 49 años, heterogéneos en cuanto al estado nutricional antropométrico y la actividad física.

Sujetos y métodos.

Diseño experimental

Estudio Transversal. Muestreo no probabilístico de auto selección. Los sujetos participaron voluntariamente en el estudio realizado en la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara (Occidente de Venezuela). Una vez contactados, los sujetos fueron informados sobre los propósitos del estudio y aquellos que decidieron participar, firmaron un consentimiento escrito; además, los sujetos llenaron un formulario con sus datos personales, (dirección, teléfonos, e-mail) para su posterior ubicación y otras variables que permitían excluir a los individuos que presentaban uno ó mas de los criterios de exclusión definidos: presencia de: diabetes, hipo o hipertiroidismo, enfermedad aguda o crónica que cursara con deshidratación, edema o que alterara la composición corporal; obesidad mórbida, desnutrición severa, anorexia, bulimia, cirugía estética (lipoescultura, liposucción, lipectomía); utilización de medicamentos que alteraran la composición corporal (esteroides anabólicos, pastillas adelgazantes, hormonas tiroideas y diuréticos); ganancias o pérdidas de peso ≥ 10 Kg. en los últimos 6 meses.

Protocolo del estudio

Todas las mediciones, (composición corporal y antropometría), se realizaron en el Laboratorio del Departamento de Educación Física de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL – Barquisimeto - Estado. Lara) durante el mes de agosto del año 2000. Los sujetos acudieron al Laboratorio en la mañana, entre las 7: 00 – 10:00 AM, en ayunas y sin haber realizado ningún tipo de actividad física durante las 24 horas anteriores a la prueba. Al llegar al laboratorio, se les realizó una encuesta acerca de sus datos personales y otras variables relacionadas con los criterios de exclusión definidos y las condiciones necesarias para el día de las pruebas; luego se valoró la composición corporal a través del método Pletismografía por desplazamiento de aire y finalmente, se realizaron las mediciones antropométricas correspondientes.

Sujetos de estudio

El grupo de estudio estuvo integrado por 153 adultos venezolanos de uno y otro sexo (85 mujeres y 68 hombres), con edades comprendidas entre los 19 y los 49 años, residentes de la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara. El grupo fue heterogéneo en cuanto al estado nutricional antropométrico y el nivel de actividad física, eutiroideos y no diabéticos conocidos, reclutados en el lapso julio - agosto del año 2000. Para fines del análisis, cada género se dividió en dos rangos de edad: rango 1: 19 – 29 años y rango 2: 30-49 años.

Composición corporal y Antropometría

Densidad corporal-Dc. (Kg./L)

Se determinó a través de la técnica pletismografía por desplazamiento de aire y se utilizó el pletismógrafo BOD POD body composition system (Life Measurement Inc, Concord, CA). El peso corporal y el volumen corporal fueron medidos para cada sujeto usando el pletismógrafo de

doble cámara, una balanza electrónica y el software Bod Pod, versión 1,0 (Life, Measurement, Inc) en la forma descrita por Mc Crory y colaboradores (1995). Para la estimación del volumen de gas torácico (Vgt), se utilizaron las fórmulas de estimación sugeridas por el software del BOD POD, ya que se ha reportado que no existen diferencias significativas entre el Vgt estimado y el medido por el equipo (McCrory *et al.*, 1995; 1998). Los principios de la densitometría fueron usados para determinar la composición corporal a partir de la Densidad Corporal (Dc); de esta forma, el porcentaje de grasa corporal (%GC), se obtuvo utilizando la ecuación de Siri (%GC = (495 / Dc.) - 450) (Siri, 1961). Se asignó un medidor entrenado y estandarizado bajo los criterios del Programa Biológico Internacional (Lohman *et al.*, 1988), estando todos los valores de error de medición intra e intermedidor dentro de los rangos recomendados.

Grasa corporal total (GCT) (Kg.)

Los kilogramos de grasa se calcularon a través de la siguiente ecuación:

$$GCT (Kg.) = (\text{Peso (Kg.)} \times \%GC) / 100$$

Antropometría

Las variables antropométricas se evaluaron el mismo día de las mediciones de composición corporal bajo los lineamientos técnicos del Programa Biológico Internacional (Lohman *et al.*, 1988; OMS,1995). La estatura fue medida con un antropómetro calibrado (Holtain Limited, Crymych Dyfed). El peso corporal fue obtenido usando una balanza electrónica calibrada, con una escala de 0,01Kg. y perteneciente al pletismógrafo BOD POD body composition system (Life Measurement Inc, Concord, CA). Se evaluaron los siguientes panículos: bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo medio, y pantorrilla. Se calculó la sumatoria de los 6 pliegues ($\sum 6$ pliegues), y el PSIP (ver técnica mas adelante). Se utilizó un calibrador de panículos (Holtain Limited) con una escala de 0,2mm y una presión constante de 10g/mm². Todas las mediciones se hicieron en el lado izquierdo del cuerpo. Las circunferencias evaluadas fueron la CUS y la CUI, utilizando una cinta métrica de metal (Holtain limited) con una escala de 0,1cm. A continuación se presenta la técnica de medición de las tres nuevas variables antropométricas propuestas:

CUS. Se mide 5cm desde el punto medio de la cicatriz umbilical hacia arriba, se marca el punto y a este nivel, se toma la circunferencia al final de una espiración normal (Figura 1).

CUI. Se mide 5cm desde el punto medio de la cicatriz umbilical hacia abajo, se marca el punto y a este nivel, se toma la circunferencia al final de una espiración normal (Figura 1).

PSIP. Se toma un pliegue entre el reborde costal y la cresta ilíaca al nivel posterior del cuerpo, siguiendo el clivaje de la piel, contiguo a la línea axilar posterior y con una orientación oblicua (Figura 1).

Actividad física

La evaluación de esta variable se efectuó para conocer, de manera superficial, el grado de heterogeneidad de la muestra en cuanto a este parámetro, sin pretender hacer un estudio preciso del grado de actividad física de los participantes. Se consideraron tres niveles de actividad física: 1) sedentarios: aquellos individuos que no realizaban ningún tipo de actividad física; 2) moderadamente activos: los que hacían alguna actividad deportiva regular de 1 - 3 veces a la semana y 3) activos: los que realizaban ejercicio de cualquier tipo 4 veces o mas a la semana.

Análisis estadístico

Para todos los análisis estadísticos se utilizó el software SPSS versión 13.0. Para la caracterización de las nuevas variables antropométricas se utilizaron promedios y DE. Se realizaron pruebas de comparación de medias independientes para estudiar las diferencias presentes entre géneros y rangos de edad (pruebas T). El grado de asociación entre las nuevas variables antropométricas, la $\sum 6p$ y la GCT se determinó a través del coeficiente de correlación lineal de Pearson (r). Para valorar la utilidad de las variables nuevas en la predicción de la GCT, se desarrollaron modelos utilizando análisis de regresión múltiple por el método Stepwise. Se generaron modelos para: I) todos los hombres, II) Hombres de 19 -29 años, III) Hombres de 30 - 49 años, IV) Todas las mujeres, V) Mujeres de 19 -29 años y VI) Mujeres de 30 - 49 años,

utilizando las variables nuevas y la $\sum p$ como predictoras en modelos independientes. El coeficiente de determinación múltiple (R^2) y el Error Estándar del Estimado (EEEs) de cada uno de los modelos fueron calculados a partir del análisis de regresión múltiple. Los valores F y las probabilidades de significación estadística de los modelos fueron obtenidos a partir del análisis de varianza y la significancia de las variables independientes de la regresión múltiple fue valorada por pruebas "t". Para todas las pruebas se utilizó un nivel de significación estadística de $p < 0.05$ (95%).

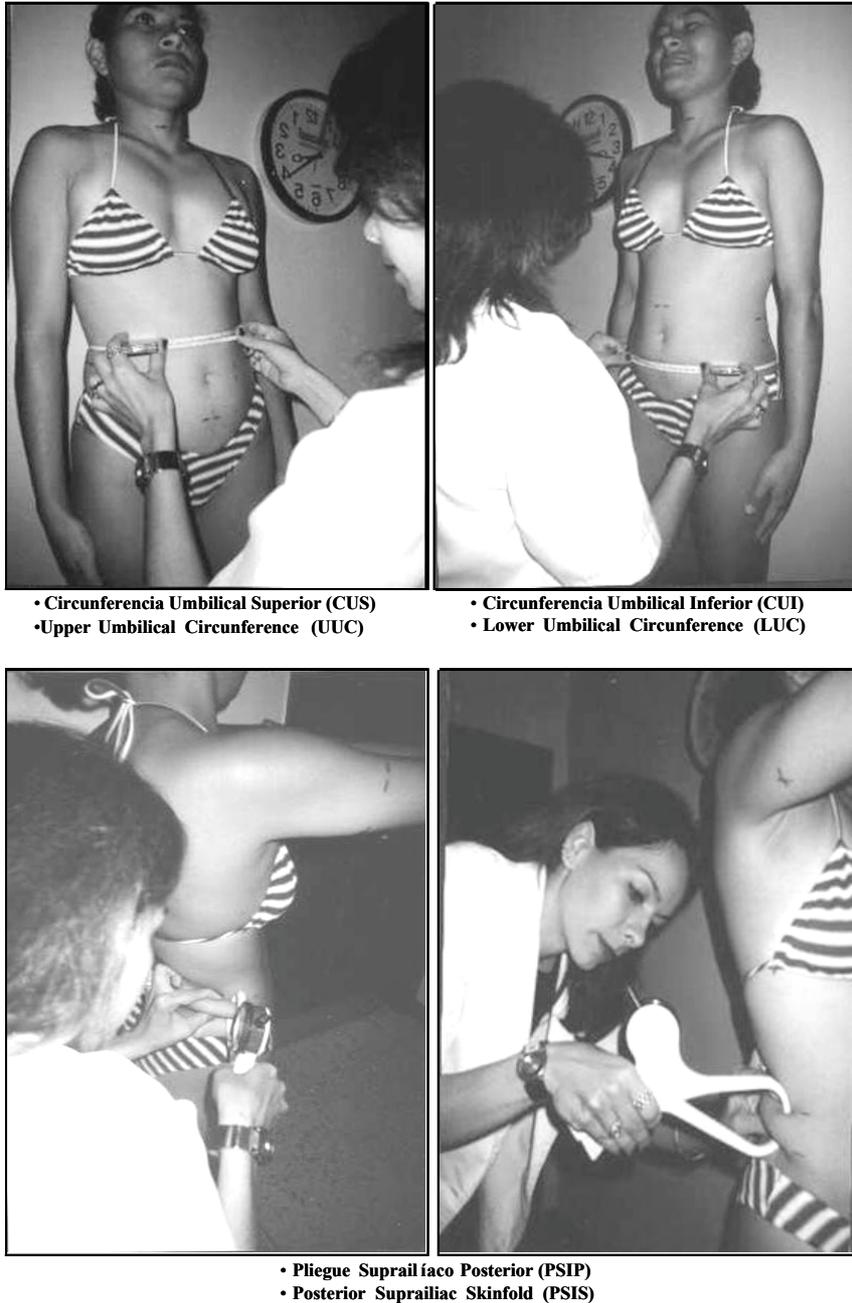


Figura 1. Técnicas de medición de las nuevas variables antropométricas
Figure 1. Technique of Measurement of the new anthropometric variables

Resultados

Caracterización de la muestra

La muestra final estuvo integrada por 153 sujetos, 85 mujeres y 68 hombres. Del grupo total de mujeres, 38 pertenecían al grupo de edad 1 y 47 al grupo de edad 2; con respecto a los hombres, 35 integraron el grupo 1 y 33 el grupo 2 (Tabla 1). El grupo de hombres resultó ser más activo que el de las mujeres y dentro de los hombres, la proporción de activos y moderadamente activos superó a los sedentarios; en el caso de las mujeres, la proporción de activas (moderadas + activas) y sedentarias fue similar.

Variabes	Total mujeres	19-29 años	30-49 años	Total hombres	19-29 años	30-49 años
n	85	38	47	68	35	33
Edad decimal	32 ± 9.1	23.2 ± 3**	39.1 ± 5.5	30.2 ± 7.4	24.3 ± 2.8**	36.4 ± 5.2
Peso (Kg)	61.3 ± 10.2	57.6 ± 9.5**	64.2 ± 9.8	76.6 ± 12.7	73.3 ± 11.8**	80.1 ± 12.9
Talla (cm)	159.4 ± 4.6	158.7 ± 5.2	160 ± 4	172.2 ± 7	172.7 ± 7.6	171.6 ± 6.4
IMC (Kg./m ²)	24.1 ± 3.7	22.8 ± 3**	25.1 ± 3.9	25.8 ± 3.6	24.5 ± 3**	27.2 ± 3.8
Dc. (Kg./l)	1.0236 ± 0.02	1.0309 ± 0.02**	1.0177 ± 0.01	1.0523 ± 0.02	1.0599 ± 0.08**	1.0443 ± 0.02
Grasa corporal (%)	33.7 ± 7	30.2 ± 7**	36.5 ± 6.1	20.7 ± 9.2	17.3 ± 8.2**	24.2 ± 9
GCT (Kg)	21.1 ± 7.6	17.7 ± 6.5**	23.8 ± 7.4	16.6 ± 9.8	13.3 ± 8.4**	20.2 ± 10.1
CUS	76.3 ± 9.4	72 ± 7**	79.9 ± 9.6	86.4 ± 11.1	81.6 ± 7.6**	91.5 ± 12
CUI	88.7 ± 9.6	83.9 ± 7.3**	92.5 ± 9.5	88.4 ± 10.5	85 ± 8.7**	92 ± 11.2
PSIP	29.5 ± 6.4(81)	29 ± 6.2(37)	29.8 ± 6.6	27.9 ± 9.6(65)	25.2 ± 8.8(33)**	30.8 ± 9.7
S 6p	132.4 ± 25.7	123.4 ± 27.6(37)**	139.9 ± 21.6	100.5 ± 31.8(62)	92.2 ± 32.9**	109.9 ± 28.3

Tabla 1. Características antropométricas y de composición corporal por sexo y grupos de edad. ¹, Promedio ± DE;

**². Diferencia altamente significativa entre los grupos de edad 19-29 años Vs. 30-49 años (P ≤ 0,01)

Table 1. Anthropometric and body composition characteristics by sex and age groups

Antropometría y Composición corporal

En la tabla 1 se presentan los valores promedios y DE de las variables antropométricas y de composición corporal contempladas en el estudio por sexo y grupos de edad. Los hombres fueron significativamente más altos, más pesados y con valores de IMC mayores que las mujeres. Los sujetos mayores de 30 años resultaron más pesados que los más jóvenes, siendo esta diferencia mayor en las mujeres (12% vs. 9%). El IMC fue, en ambos sexos, 3 Kg./m² superior en el grupo 30-49 años. La Dc. fue significativamente mayor (p ≤ 0.01) en los hombres que en las mujeres (3 %) y en los dos sexos, el grupo de 19 - 29 años presentó una Dc. significativamente mayor (p ≤ 0.05) al compararlo con el grupo de 30 - 49 años; sin embargo, esta diferencia pareciera ser más acentuada en el sexo masculino al compararlo con el femenino (1.06 Vs. 1.04 Kg./l; 1.03 vs. 1.02 Kg./l), respectivamente (Tabla 1).

La cantidad de grasa corporal fue significativamente mayor (p ≤ 0.01) en las mujeres comparadas con los hombres en un 27%. Al comparar por sexo, la GCT fue significativamente mayor (p < 0.01) en el grupo de 30-49 años en comparación con los menores de 30 años y la diferencia estuvo en el orden del 52% para los hombres y 34% para las mujeres. Las mujeres presentaron un %GC mayor (p ≤ 0.01) que los hombres y en ambos géneros, fue significativamente mayor (p < 0.01) en el grupo de 30-49 años en comparación con los menores de 30 años; la diferencia estuvo en el orden del 40% para los hombres y 21% para las mujeres. En función de las características antropométricas, de composición corporal y actividad física, se puede decir que el grupo de estudio resultó ser heterogéneo como se planteó dentro de los objetivos del estudio.

Variabes antropométricas nuevas y $\sum 6p$

Las mujeres presentaron una $\sum 6p$ significativamente mayor (26%) que los hombres. En los dos sexos, la $\sum 6p$ fue significativamente mayor (p < 0.01) en el grupo de 30-49 años en comparación con los menores de 30 años y la diferencia estuvo en el orden del 19% y 13% para los hombres y las mujeres respectivamente. La CUS fue significativamente mayor (p ≤ 0.01) en los hombres comparados con las mujeres. En ambos géneros, la CUS fue significativamente mayor (p < 0.01) en el grupo de 30-49 años en comparación con los menores de 30 años y la diferencia fue del orden del 12% para los hombres y 11% para las mujeres. La dispersión o variabilidad de esta medida en los dos grupos etareos fue también similar entre los sexos y osciló entre c.v = 9% - 13% para los menores y mayores de 30 años respectivamente (Tabla 1).

En relación a la CUI no hubo diferencia significativa en la dimensión de la variable entre hombres y mujeres ($p > 0.05$). En ambos sexos, la CUI fue significativamente mayor ($p < 0.01$) en el grupo de 30-49 años en comparación con los menores de 30 años y la diferencia estuvo en el orden del 8% para los hombres y 10% para las mujeres. La dispersión o variabilidad de esta medida en los dos grupos etareos fue c.v. = 9% - 12% para los menores y mayores de 30 años respectivamente. En el pliegue suprailíaco posterior (PSIP) no se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres, ni entre los grupos de edad para el sexo femenino. Sin embargo, en los hombres, el PSIP fue significativamente mayor ($p < 0.01$) en el grupo de 30-49 años en comparación con los menores de 30 años. La diferencia fue del orden del 22%. Esta medida presentó una variabilidad alta y similar en los dos grupos etareos: c.v = 34% y 31% para los menores y mayores de 30 años respectivamente.

Asociación entre las variables antropométricas y la grasa corporal

La tabla 2 presenta los coeficientes de correlación de Pearson (r), por sexo y grupos de edad, entre las variables antropométricas nuevas y la GCT. Todas las correlaciones resultaron altamente significativas ($p < 0.01$). La CUI presentó los mayores niveles de asociación con la GCT en todos los grupos estudiados y en todos los casos, estos fueron superiores a los obtenidos con la $\sum 6p$. El nivel de asociación entre la CUI y la GCT resultó ligeramente superior en hombres al compararlos con las mujeres, tanto para el grupo total como para cada uno de los rangos de edad estudiados; sin embargo, en todos los grupos el valor fue $r \geq 0.9$. En uno y otro sexo, la correlación fue ligeramente superior en el grupo de 30-49 años.

Grupos	CUS	CUI	PSIP	$\sum 6p$
Hombres Todos (68)	0,903**	0,941**	0,748**	0,868**
19 - 29 años (35)	0,846**	0,891**	0,733**	0,867**
30 - 49 años (33)	0,928**	0,964**	0,710**	0,841**
Mujeres Todas (85)	0,894**	0,920**	0,623**	0,818**
19 - 29 años (38)	0,834**	0,893**	0,689**	0,840**
30 - 49 años (47)	0,896**	0,912**	0,644**	0,734**

Tabla 2. Coeficientes de correlación de Pearson (r) con la grasa corporal total. ** ($P \leq 0,01$); (n)

Table 2. Pearson's coefficient of correlation with total body fat. ** ($P \leq 0,01$); (n)

El nivel de asociación entre la CUS y la GCT resultó mayor en hombres al compararlos con las mujeres, tanto para el grupo total como para cada uno de los rangos de edad estudiados y con niveles superiores a $r = 0.8$. En uno y otro sexo, la correlación fue ligeramente superior en los mayores de 30 años al compararlos con las más jóvenes. El nivel de asociación de esta variable fue superior a la obtenida con la $\sum 6p$ en todos los grupos estudiados, con excepción de los hombres y mujeres de 19-29 años, en donde se obtuvieron coeficientes similares. El PSIP presentó los niveles mas bajos al compararlos con la CUS, CUI y la $\sum 6p$, oscilando el valor de r 0,6 a 0,7; el nivel de asociación fue superior en los hombres al compararlos con las mujeres, tanto para el grupo total como para cada uno de los rangos de edad estudiados. En ambos sexos, la asociación es ligeramente superior en el grupo de 19-29 años al compararlos con los mayores de 30 años (Tabla 2).

Modelos de predicción de la grasa corporal

La tabla 3 muestra las ecuaciones generadas para la predicción de la GCT. Tanto en hombres como en mujeres, los modelos generados por el SPSS con las variables nuevas incorporaron la CUI y/o PSIP; pero ninguno de ellos incluyó la CUS. En ambos sexos y en los grupos de edad estudiados, los coeficientes de determinación de los modelos con las variables nuevas fueron superiores y los EEes menores a los generados con la $\sum 6p$ como variable predictora. En las mujeres, las mejores ecuaciones, para todos los grupos, incluyeron la CUI y el PSIP; explicaron alrededor del 80% de la variabilidad de la GCT y los EEes oscilaron entre 2,2 – 2,7 Kg. En los hombres, solo el modelo para el grupo de 19-29 años incluyó las dos variables nuevas CUI y PSIP y los otros dos grupos incorporaron solo a la CUI; explicaron una variabilidad mayor de la GCT que las ecuaciones de las mujeres, entre el 83-93%, pero los niveles de error fueron superiores (EEE = 2,7-3,7 Kg.).

Modelos	Ecuación	R ²	EEE (Kg.)
Todos los hombres	GCT = 0.882 (CUI) - 61.366	0.89	3.4
S6p.	GCT = 0.234 (S6p.) - 8.07	0.75	4.3
Hombres 19-29 años	GCT = 0.865 (CUI) - 60.341	0.79	3.98
	GCT = 0.698(CUI) + 0.251(PSIP) - 52.48	0.83	3.7
S6p	GCT = 0.224 (S6p.) - 7.766	0.74	4.3
Hombres 30-49 años	GCT = 0.867(CUI) - 59.573	0.93	2.7
S6p.	GCT = 0.234(S6p.) - 7.348	0.71	4.3
Todas las mujeres	GCT = 0.685(CUI) - 39.769	0.75	2.98
	GCT = 0.581(CUI) + 0.275(PSIP) - 38.797	0.82	2.5
S6p.	GCT = 0.189(S6p.) - 4.996	0.67	3.5
Mujeres 19-29 años	GCT = 0.865(CUI) - 54.680	0.78	2.9
	GCT = 0.720(CUI) + 0.237(PSIP) - 49.473	0.82	2.7
S6p.	GCT = 0.184(S6p.) - 5.334	0.71	3.3
Mujeres 30-49 años	GCT = 0.574(CUI) - 29.718	0.66	2.9
	GCT = 0.468(CUI) + 0.283(PSIP)-28.573	0.79	2.3
S6p.	GCT = 0.165(S6p.) - 0.727	0.54	3.3

Tabla 3. Ecuaciones de regresión múltiple para la estimación de la grasa corporal total a partir de las nuevas variables antropométricas nuevas y la $\sum 6p$ por sexo y grupos de edad. GCT, Grasa corporal total (Kg.); R², coeficiente de determinación ó varianza explicada por el modelo; EEE, Error Estándar del Estimado; $\sum 6p$ = tríceps + bíceps + suprailíaco + abdominal + muslo medio + pantorrilla. CUI, Circunferencia Umbilical Inferior; CUS, Circunferencia Umbilical Superior; PSIP, Pliegue suprailíaco posterior

Table 3. Equations of multiple regression for the estimation of total body fat derived by the new anthropometric variables and sum of skinfolds by sex and age groups.

Discusión

Las observaciones empíricas de la práctica clínica sirven de evidencias o antecedentes para la generación de hipótesis o para el desarrollo de herramientas difícilmente imaginables cuando la investigación se genera dentro de un laboratorio. Así mismo, los pacientes tienden a no equivocarse cuando indican en que zonas del cuerpo perciben los cambios que han ocurrido luego de un tratamiento nutricional; ya que en definitiva, son ellos quienes al ponerse su ropa la sienten más o menos ajustada. Este trabajo reveló datos interesantes que deben ser estudiados con mayor detenimiento y en grupos mayores de población. La CUS fue la única de las variables antropométricas propuestas que presentó diferencias al comparar el grupo total de hombres con el de las mujeres; posiblemente, la CUS resultó mayor en hombres debido al patrón de distribución androide de la GCT característico del sexo masculino, con una mayor acumulación de grasa subcutánea y visceral en la región abdominal, en comparación con el patrón ginoide o glúteo-femoral característico del sexo femenino, con una mayor proporción de la GCT en la zona de las caderas y muslos. Por otro lado, la CUS fue menor que la CUI en todos los grupos estudiados, lo que pudiera indicar una mayor acumulación de grasa supra-inguinal con respecto al tronco superior o un efecto del diámetro de la cadera en las dimensiones de esta variable.

En uno y otro sexo, las tres variables nuevas parecieran ser sensibles a las diferencias de GCT que existen entre los adultos jóvenes y los mayores, lo que se corresponde con un aumento de la GCT al avanzar la edad, muy especialmente en la región abdominal y con una mayor proporción de grasa visceral Vs. Subcutánea (Herrera, 2003). Esta última observación solo puede ser considerada como una inferencia y se necesitaría un estudio de corte longitudinal o prospectivo para poder comprobarla; sin embargo, esto ha sido descrito en otras poblaciones (Enzi *et al.*, 1986; Hattori *et al.*, 1991; Komiya *et al.*, 1992).

Enzi y colaboradores (1986) y Herrera (2003) encontraron que: 1) durante la adultez, la grasa visceral abdominal incrementa con la edad en cada sexo, mas en hombres que en mujeres; 2) la grasa abdominal subcutánea también aumenta con la edad hasta los 60 años y luego disminuye en cada sexo. 3) las mujeres tienen en promedio más grasa subcutánea que los hombres y los hombres tienen proporcionalmente más grasa abdominal visceral que las mujeres, incrementándose las diferencias entre los sexos con la edad y finalmente, 4) las mujeres ganan relativamente más grasa abdominal visceral después de la menopausia. Las dos circunferencias nuevas mostraron mejores niveles de asociación con la GCT en el grupo de 30-49 años en comparación con los más jóvenes de uno y otro sexo, sugiriendo que posiblemente a medida que aumenta la edad, aumenta la proporción de la GCT representada por la grasa abdominal visceral y

subcutánea y por lo tanto, la dimensión de estas circunferencias logra caracterizar, en parte, este comportamiento y reflejarlo con su mayor correlación con la GCT. Según los resultados del presente estudio, la CUI pudiera estudiarse como un indicador sensible de riesgo, al poder representar la acumulación de grasa visceral en la región abdominal y por ende la predisposición a padecer ciertas enfermedades crónicas no transmisibles del adulto, relacionadas con este hecho (Vague, 1947; Stern *et al.*, 1986; Bjorntorp, 1992).

En el caso del PSIP, este se comportó como la $\sum 6p$; es decir: 1) niveles de asociación con la grasa corporal inferiores a los encontrados con las CUS y CUI y además, una mejor asociación en los adultos menores de 30 años en comparación con los mayores. Ambas variables representan a la grasa corporal subcutánea y quizás es por esta razón que los niveles de asociación fueron superiores en los grupos más jóvenes, reflejando que en este grupo la proporción que representa la grasa subcutánea de la GCT es superior a la grasa visceral abdominal. Por otro lado, el hecho que el PSIP presentara dimensiones similares en hombres y mujeres, pareciera indicar que esta variable no es sensible a las diferencias regionales de la GCT características entre los géneros.

Con respecto a los modelos de estimación de la GCT, a pesar que los grupos utilizados para el estudio no estaban integrados por un gran número de sujetos y que no fue posible realizar la validación, resultó realmente sorprendente que con la utilización de una o dos variables sencillas y de fácil medición, se pueda predecir la GCT con niveles de error bastante aceptables y de manera rápida. En muchos estudios similares (Jackson *et al.*, 1978, 1980; Withers *et al.*, 1987), al valorar la GCT se parte de la premisa que mientras mayor sea el número de pliegues que se incluyan en su estimación mejor será la aproximación a esta, como consecuencia a las diferencias del patrón de distribución que existe entre los sujetos y por ello, algunos autores han propuesto ecuaciones derivadas de uno y más pliegues (Durnin *et al.*, 1974); sin embargo, las dificultades técnicas en la obtención de los valores de los pliegues cutáneos y la poca representatividad que reflejan del componente de grasa visceral, hacen que el error de estimación de la GCT aumente. En esta investigación, la decisión de incluir la $\sum 6p$ para la comparación obedeció al hecho de valorar un conjunto de pliegues que representara las diferentes regiones del cuerpo (extremidades superiores, extremidades inferiores, tronco superior y tronco medio inferior) asumiendo que de esta forma, sería un indicador más confiable, representativo y sensible de las diferencias existentes entre los géneros y grupos edad. A pesar de esto, los modelos generados con las variables nuevas CUI y/o PSIP explicaron una variabilidad mayor de la GCT y presentaron niveles de EEE menores en todos los grupos estudiados al compararlos con los generados a partir de la $\sum 6p$; además, el R^2 fue similar o superior a los reportados por modelos de estimación de composición corporal que han sido publicados en grupos similares en edad al grupo de estudio (Durnin *et al.*, 1974; Jackson *et al.*, 1980; Withers *et al.*, 1987). Estos modelos, en la mayoría de los casos, incorporan un número superior de variables y pániculos adiposos que pudiera incrementar el nivel de error de medición.

En resumen, los resultados de este estudio evidencian que: Entre sexos, solo la CUS pareciera ser sensible a las diferencias en el patrón de distribución de la GCT; las CUI, CUS y el PSIP parecieran potencialmente útiles para identificar las diferencias que en cuanto a la GCT existen entre los grupos de edad estudiados en los hombres y en el caso de las mujeres, las CUS y CUI. De las tres variables nuevas estudiadas, Las CUI y CUS presentan los mejores niveles de asociación con la GCT ($r > 0,8$), superiores a los encontrados con la $\sum 6p$ y más fuertes en los grupos 30-49 años. Finalmente, los mejores modelos de predicción de la grasa corporal incluyeron la CUI y/o PSIP; en todos los grupos estudiados, explicaron más del 80% de la variabilidad de la GCT y reportaron niveles de EEE más bajos que los modelos generados con la $\sum 6p$. Por todo lo anteriormente descrito, se puede concluir que las variables nuevas presentan diferencias entre los sexos y/o grupos de edad y especialmente la CUI y el PSIP pudieran ser considerados como excelentes predictores de la GCT en el grupo de estudio; sin embargo, se hace necesaria la validación de estos modelos para identificar su utilidad en otros grupos heterogéneos de la población adulta.

Agradecimientos. Especial agradecimiento al Prof. Pedro Alexander, director del Laboratorio de Educación Física de la UPEL. Barquisimeto- Estado Lara, (Venezuela), y a todo su equipo por su asistencia y colaboración; a la Prof. Yolanda Hernández de Valera por sus consejos y apoyo técnico en la realización del presente trabajo y finalmente, a todos los sujetos del estudio sin cuya presencia hubiera sido imposible la realización del mismo.

Bibliografía

- Bjorntorp, P., 1992, Regional obesity. En: Bjorntorp, P., y Benard, C., 1992, Obesity (Philadelphia: JB Lippincot Co), 579 - 586.
- Durnin, J., y Womersley, J., 1974, Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements of 481 men and women aged 16 to 72 years, British Journal of Nutrition, 32, 77 - 97.
- Enzi, G., Gasparo, M., y Biondetti, P., 1986, Subcutaneous and visceral fat distribution according to sex, age and overweight, evaluated by computed tomography. American Journal of Clinical Nutrition, 44,739-746.
- Hattori, K., Numata, N., y Ikoma, M., 1991, Sex differences in the distribution of subcutaneous and internal fat, Human Biology, 63,53-63
- Herrera, H., 2003, Evaluación del estado nutricional en un colectivo de ancianos venezolanos institucionalizados: Estudio bioantropológico (Bilbao: Tesis doctoral UPV/EHU). Pp 264.
- Heymsfield, S., Lohman, T., Wang, Z., Going, S., 2007, Composición corporal (México: Mc Graw Hill). pp.523
- Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br J of Nutr 1978; 40,497 – 504.
- Jackson, A., Pollock, M., y Ward, A., 1980, Generalized equations for predicting body density of women. Medicine and Science Sport Exercise, 12,175 - 182.
- Komiya, S., Muraoka, Y., Zhang, F., y Masuda, T., 1992, Age-related changes in body fat distribution in middle-aged and elderly Japanese. Journal of the anthropological Society of Nippon, 100,161-169.
- Lohman, T., Roche, A., y Martorell, R., 1988, Anthropometric Standardization Reference Manual, (Champaign, Illinois. Human Kinetics Books).
- Mc Crory, M., Gómez, T., Bernauer, E., y Molé PA, 1985, Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. Medicine and Science Sports Exercise, 27(12),1686-1691
- Mc Crory, M., Mole, P., Gómez, T., Dewey, K., y Bernauer, E., 1998, Body composition by air-displacement plethysmography by using predicted and measured thoracic gas volumes, Journal of Applied Physiology, 84 (4),1475 - 1479.
- Norton, K., 1996, Anthropometric estimation of body fat. In: Norton, K., y Olds, T., Eds. Anthropometrica. (New Zeland), pp: 172 -195.
- OMS., 1995, El estado físico. Uso e interpretación de la antropometría (Ginebra: Serie de informes técnicos). Pp 521.
- Roubenoff, R., y Kelhayias, J., 1991, The meaning and measurement of lean body mass, Nutrition Review, 49 (6),163 -175
- Siri, W., 1961, Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. In: Brozec, J., y Henschel, A., 1961, Techniques for measuring body composition, (Washington DC: National Academy of Sciences. Pp 145.
- Stern, M., y Haffner, S., 1986, Body fat distribution and hyperinsulinemia as risk factors for diabetes and cardiovascular disease, Arteriosclerosis, 6,123 - 130.
- Vague, J., 1947, La diferenciación sexuelle, facteur determinant des formes de l'obésité. La Presse Medical, 53, 339.
- Wang, Z., Heshka, S., Pierson, R., Heymsfield, S.,1992, The five level model: a new approach to organizing body composition research, American Journal of Clinical Nutrition, 56,19 – 28.
- Withers, R., Craig, N., Bourdon, P., y Norton, K., 1987, Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes, European Journal of Applied Physiology, 56,191 – 200.
- Withers, R., y Whittingham, N., y Norton, K., 1987, Relative body fat and anthropometric prediction of body density of females athletes. European Journal of Applied Physiology, 56,169 - 180.