

# Determinación del Porcentaje de Masa Grasa, según Mediciones de Perímetros Corporales, Peso y Talla: Un Estudio de Validación

## Determination of Fat Mass Percentage by Measuring Body Circumferences, Weight and Height: A Validation Study

\*Díaz, J. & \*\*Espinoza-Navarro, O.

---

DÍAZ, J. & ESPINOZA-NAVARRO, O. Determinación del porcentaje de masa grasa, según mediciones de perímetros corporales, peso y talla: Un estudio de validación. *Int. J. Morphol.*, 30(4):1604-1610, 2012.

**RESUMEN:** La obesidad se caracteriza por un aumento excesivo de la grasa corporal. En Chile, en el año 2010, se determinó que el 25,1% de la población sobre los 15 años, presentaba obesidad y un 39,3 % sobrepeso. El objetivo de esta investigación fue validar un método económico y de fácil manejo para los profesionales de la Educación, que permita determinar los porcentajes de masa grasa (%MG) en población escolar, ocupando las variables de perímetros corporales, el peso y la talla (PPT). A una muestra de 1725 alumnos de enseñanza básica, 1020 niñas y 705 niños, de entre 10 a 14 años de edad de la Comuna de Arica (XV Región), se les determinó el %MG según el modelo propuesto de perímetro, peso y talla (PPT). Como modelos de referencia se utilizaron los protocolos de Durnin & Womersley (1974) y el protocolo de Slaughter *et al.* (1988). Los resultados muestran que los índices de masa corporal (IMC), presentan valores normales de 21 kg/m<sup>2</sup> tanto para niñas como niños. La sumatoria de los pliegues corporales de bíceps, tríceps, subescapular, iliaco y abdominal (S5), es significativamente mayor en la población femenina, respecto a los varones (108,5 mm y 81,4 mm respectivamente). La comparación del porcentaje de masa grasa, entre los diversos modelos en estudio demuestra que el modelo propuesto de PPT, no presenta diferencias significativas (NS). Todos ellos expresan valores sobre el 20% en la población en estudio, propio de sobrepeso y obesidad. Se concluye que el modelo de perímetros, peso y talla, es eficaz para determinar los porcentajes de masa grasa en población escolar. La población en estudio presenta altos índices de masa grasa.

---

**PALABRAS CLAVE:** Perímetros corporales; Chile; Enseñanza Básica.

---

## INTRODUCCIÓN

La obesidad es una condición desfavorable de salud, multifactorial, caracterizada por un aumento excesivo de la grasa corporal, esta situación se ha convertido en una verdadera pandemia a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud, la define como una enfermedad producto de la asociación de factores biológicos, genéticos y ambientales, lo cual provoca numerosas complicaciones en la salud, la economía y la percepción psicológica de los individuos. Además está influenciada por las condiciones socio-económicas, sexo, edad y etnicidad (Hesketh *et al.*, 2004; WHO, 2009; Carrasco *et al.*, 2011).

En Chile, según la Segunda Encuesta Nacional de Salud (Minsal, 2010), se determinó que el 25,1% de la población sobre los 15 años, presentó obesidad y un 39,3 % sobrepeso. El índice de masa corporal (IMC), promedio para la población chilena adulta fue de 27,4 kg/m<sup>2</sup>, es decir en niveles de sobrepeso. Esta preocupante situación motivó al

Gobierno de Chile a diseñar estrategias para la década 2011-2020, con un enfoque multisectorial con participación de agentes públicos y privados, organizaciones ciudadanas, universidades, cuyo objetivo final será disminuir a un 8,6% los niveles de sobrepeso y obesidad en la población infantil (Gobierno de Chile, Estrategia Nacional de Salud, 2011-2020). El Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) de Educación Física, Año 2011 (Mineduc, 2012), determinó que los estudiantes de octavo año básico poseen un alto riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y metabólicas en la edad adulta, con un promedio general de un 30%. La región de Arica y Parinacota presenta un nivel bajo estos estándares nacionales con un 23% de morbilidad.

Sin embargo, a pesar de la implementación de políticas y estrategias de prioridades sanitarias, surge la necesidad de detectar el sobrepeso y la obesidad desde temprana

\* Departamento de Ciencias de la Actividad Física y Deportes, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

\*\* Departamento de Biología, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

edad. Para ello se requiere de técnicas de fácil aplicación y de bajo costo que permitan predecir de forma certera el estado corporal-nutricional de los escolares, que permitan correlacionarlos y validarlos con métodos de amplia utilización, pero que son onerosos y de compleja aplicación (Slaughter *et al.*, 1988; Rodríguez *et al.*, 2005; Brambilla *et al.*, 2006; Chouzal *et al.*, 2011).

La bibliografía analizada expresa que la composición corporal de los individuos está afectada por la dieta, el crecimiento, el ejercicio físico, enfermedades y factores del medio que rodean al individuo. Por lo tanto la obesidad en el ser humano también está influenciada por factores fenotipológicos, como la mala alimentación, el exceso de consumo de grasa, el sedentarismo, la forma de vida contemporánea y la falta de actividad física (Berral *et al.*, 2001; Bastos *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2008).

Estudios sobre composición corporal, han establecido dos modelos de organización, bicompartamentales y multicompartamentales. En el primero el peso corporal se divide en dos componentes, la masa grasa y la masa libre de grasa. El segundo modelo se basa en la determinación de la masa grasa, masa residual, peso óseo y masa muscular estriada o activa. Durnin & Womersley (1974), determinan la densidad corporal considerando la sumatoria de 4 pliegues corporales, bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco, mientras que Slaughter *et al.* usan la sumatoria de los pliegues, tríceps y subescapular (Durnin & Womersley; Slaughter *et al.*; Wells *et al.*, 1999; Flegal *et al.*, 2009). Hirschler *et al.* (2005), buscaron relacionar el índice de circunferencia de cintura, con el Síndrome metabólico, en población joven argentina llegando a la conclusión que este índice tiene una alta relación con el nivel de obesidad y con las enfermedades cardiovasculares.

En la actualidad los colegios de Chile no cuentan con la implementación suficiente para predecir en forma acertada el porcentaje de masa grasa de nuestros estudiantes, por esta razón el objetivo de esta investigación fue validar un método económico y de fácil manejo para los profesionales de la Educación, que permita detectar tempranamente los porcentajes de masa grasa en la población escolar, ocupando las variables de perímetros corporales, el peso y la talla (PPT).

## MATERIAL Y MÉTODO

Se analizaron un total de 1.725 escolares (1.020 mujeres y 705 hombres), de entre 10 años a 14 años de edad, de colegios de la Comuna de Arica (XV región). Obtenido el

Consentimiento Informado de padres y apoderados y el Asentimiento Voluntario por los alumnos, según las Normas del Comité de Ética y Bioética de la Universidad de Tarapacá, se procedió a efectuar las mediciones respectivas.

El modelo que se propone para la determinación del porcentaje de masa grasa, contempla medir para las mujeres el peso (Pe), la talla (Ta) y los perímetros de cintura (Pci), cadera (Pca), brazo (Pbr) y el perímetro de muslo (Pmus), para los hombres, medir peso, talla y los perímetros de cintura, cadera y el perímetro del brazo derecho (Pbr). Además se midieron los pliegues corporales de bíceps, tríceps, subescapular, ilíaco y abdominal (S5). Como modelos de referencia se utilizaron los protocolos de Durnin & Womersley y el protocolo de Slaughter *et al.*

El factor PPT, se calculó mediante las siguientes fórmulas:

Para las mujeres:  $PPT = (Pca + Pci + Pbr + Pmus / 4) \times Pe/Ta$

Para los varones:  $PPT = (Pca + Pci + Pbr / 3) \times Pe/Ta$

El modelo propuesto de tipo lineal simple determina las siguientes fórmulas para el cálculo del porcentaje de masa grasa (%MG).

Para los hombres de 10, 11 y 12 años:  $\%MG = 0,53 \times PPT + 20,94$

hombres de 13 y 14 años:  $\%MG = 0,77 \times PPT + 10,53$

Para las mujeres de 10, 11 y 12 años:  $\%MG = 0,39 \times PPT + 23,25$

Mujeres de 13 y 14 años:  $\%MG = 0,62 \times PPT + 17,56$

El peso de los individuos se midió con balanza digital "Camry" (precisión de 100 g), la talla con estadiómetro de pared (precisión de 5 mm), los perímetros corporales se midieron con cinta antropométrica Sanny Medical (precisión de 1mm), los pliegues grasos fueron obtenidos con calíper Harpenden. Estas mediciones no invasivas se ejecutaron sin dificultad en los mismos colegios, ocupando un tiempo promedio para cada sujeto evaluado de 4 a 5 minutos. Los protocolos para estas mediciones se realizaron según los requerimientos de la International Society for the Advancements of Kinanthropometry (ISAK, 2001).

El índice de masa corporal (IMC), se calculó según los protocolos indicados por la OMS, a través de la fórmula de  $P/T^2$ , clasificando a los individuos en bajo peso, normal, sobrepeso y obeso (Minsal, 2004).

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizaron estadígrafos de tendencia central y de dispersión y finalmente se aplicó la "Prueba de rangos asignados de Wilcoxon". El nivel de significancia para correlación fue de  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

Los resultados de mediciones y estudio correlacional de la población de ambos sexos en Arica-Chile (XV Región), se muestran en las tablas de I, II, III y IV. La Tabla I, muestra que los rangos del IMC presenta un mínimo de 19,5 kg/m<sup>2</sup> en hombres de 10 años y un máximo de 21,8 kg/m<sup>2</sup> en mujeres de 14 años. El promedio según el género indica valores de 21 kg/m<sup>2</sup> tanto para niños como para las niñas, lo que se considera como un IMC, dentro de la normalidad.

En la Tabla II se observa que la sumatoria de los pliegues corporales de bíceps, tríceps, subescapular, ilíaco

y abdominal ( $\Sigma 5$ ), es significativamente mayor en la población de mujeres, respecto a los hombres (108,5 mm y 81,4 mm respectivamente).

La Tabla III muestra que los varones presentan mayores perímetros en cintura, respecto a las mujeres, con un diferencial final de 10,68 cm y 7,36 cm respectivamente. Los perímetros de cadera y brazo son significativamente mayores en las mujeres. Perímetro de muslo medido solo para mujeres, presenta un gran aumento en el transcurso del tiempo desde los 10 a los 14 años, con un diferencial final de 21,83 cm.

Tabla I. Peso, talla e IMC (kg/m<sup>2</sup>), en estudiantes de 10 a 14 años, hombres y mujeres de colegios de Arica-Chile.

		Hombres			Mujeres			
edad	n	Talla (cm) $\pm$ DS	Peso (kg) $\pm$ DS	IMC	n	Talla (cm) $\pm$ DS	Peso (kg) $\pm$ DS	IMC
10 años	141	140 ( $\pm$ 6,9)	38,12 ( $\pm$ 8,37)	19,5	204	141 ( $\pm$ 7,6)	39,40 ( $\pm$ 7,48)	19,8
11 años	141	147 ( $\pm$ 9,19)	44,51 ( $\pm$ 10,72)	20,6	204	147 ( $\pm$ 8,6)	43,77 ( $\pm$ 9,98)	20,3
12 años	141	154 ( $\pm$ 7,68)	52,17 ( $\pm$ 12,12)	22,0	204	153 ( $\pm$ 7,6)	49,63 ( $\pm$ 10,39)	21,3
13 años	141	159 ( $\pm$ 8,85)	54,08 ( $\pm$ 10,4)	21,4	204	157 ( $\pm$ 6,4)	53,04 ( $\pm$ 9,46)	21,7
14 años	141	164 ( $\pm$ 8,16)	57,85 ( $\pm$ 12,06)	21,5	204	158 ( $\pm$ 5,7)	54,5 ( $\pm$ 10,04)	21,8
Totales	705				1020			
Promedios IMC (Índice de masa corporal)			21 kg/m <sup>2</sup>		21 kg/m <sup>2</sup>			

Tabla II. Pliegues cutáneos (mm)  $\pm$  DS y sumatoria de pliegues de bíceps, tríceps, subescapular, ilíaco y abdominal ( $\Sigma 5$ ) de hombres y mujeres, de entre 10 a 14 años, de colegios de Arica-Chile.

		Hombres					Mujeres						
Edad	Bíceps	Tríceps	Subesc	Ilíaco	Abdom	$\Sigma 5$	Bíceps	Tríceps	Subesc	Ilíaco	Abdom	Muslo	$\Sigma 5$
10 años	7,67 ( $\pm$ 2,4)	14,27 ( $\pm$ 5,9)	14,82 ( $\pm$ 4,1)	20,59 ( $\pm$ 4,1)	20,23 ( $\pm$ 12,1)	77,6	11,44 ( $\pm$ 4,2)	17,24 ( $\pm$ 4,6)	17,5 ( $\pm$ 10)	22,72 ( $\pm$ 10)	20,78 ( $\pm$ 6,9)	18,90 ( $\pm$ 8,6)	108,6
11 años	7,58 ( $\pm$ 2,3)	13,65 ( $\pm$ 5,2)	17,51 ( $\pm$ 5,1)	20,22 ( $\pm$ 7,8)	25,52 ( $\pm$ 9,1)	84,5	9,13 ( $\pm$ 3,1)	15,66 ( $\pm$ 4,3)	18,92 ( $\pm$ 6,2)	22,40 ( $\pm$ 8,1)	25,75 ( $\pm$ 8,9)	22,39 ( $\pm$ 7,1)	114,3
12 años	8,42 ( $\pm$ 3,2)	14,56 ( $\pm$ 6,1)	19,22 ( $\pm$ 7,8)	22,59 ( $\pm$ 13,7)	24,61 ( $\pm$ 11,9)	89,4	9,43 ( $\pm$ 3,6)	14,3 ( $\pm$ 5)	18,23 ( $\pm$ 6,7)	23,54 ( $\pm$ 9,8)	24,67 ( $\pm$ 9,1)	16,46 ( $\pm$ 5,8)	106,6
13 años	9,71 ( $\pm$ 7,0)	14,46 ( $\pm$ 9,7)	13,04 ( $\pm$ 9,1)	19,16 ( $\pm$ 12,6)	21,24 ( $\pm$ 13,0)	77,6	9,24 ( $\pm$ 3,2)	14,28 ( $\pm$ 6)	18,66 ( $\pm$ 7,2)	23,58 ( $\pm$ 10,2)	21,92 ( $\pm$ 8,8)	16,39 ( $\pm$ 6)	104,1
14 años	7,03 ( $\pm$ 3,2)	12,09 ( $\pm$ 5,8)	16,38 ( $\pm$ 7,2)	21,73 ( $\pm$ 10,1)	20,48 ( $\pm$ 12,4)	77,7	9,54 ( $\pm$ 9,5)	14,63 ( $\pm$ 5,2)	21,24 ( $\pm$ 9)	22,63 ( $\pm$ 10,9)	23,1 ( $\pm$ 7,2)	17,8 ( $\pm$ 7,2)	108,9
Promedio general sumatoria de pliegues ( $\Sigma 5$ )						81,4 mm							108,5 mm

Tabla III. Perímetros corporales (cm)  $\pm$  DS, hombres y mujeres (10 a 14 años), de colegios de Arica-Chile.

Edad	Hombres			Mujeres			
	Cintura	Cadera	Brazo	Cintura	Cadera	Brazo	Muslo
10 años	65,17 ( $\pm$ 8,8)	76,57 ( $\pm$ 7,6)	21,83 ( $\pm$ 3,1)	67,51 ( $\pm$ 7)	79,12 ( $\pm$ 6,3)	28,81 ( $\pm$ 9,2)	22,58 ( $\pm$ 6,9)
11 años	68,39 ( $\pm$ 9,3)	80,77 ( $\pm$ 9,3)	22,69 ( $\pm$ 2,4)	67,69 ( $\pm$ 9,9)	83,27 ( $\pm$ 10,5)	26,05 ( $\pm$ 10,3)	46,85 ( $\pm$ 10,1)
12 años	71,44 ( $\pm$ 9)	83,85 ( $\pm$ 10,2)	24,31 ( $\pm$ 2,8)	69,81 ( $\pm$ 8,7)	86,59 ( $\pm$ 10,1)	24,79 ( $\pm$ 5,35)	50,20 ( $\pm$ 8)
13 años	73,64 ( $\pm$ 11,3)	85,04 ( $\pm$ 9,1)	25,09 ( $\pm$ 2,9)	72,31 ( $\pm$ 11,03)	91,87 ( $\pm$ 7,7)	24,41 ( $\pm$ 3,9)	55,21 ( $\pm$ 6,5)
14 años	75,85 ( $\pm$ 12,2)	86,29 ( $\pm$ 9,1)	25,08 ( $\pm$ 3,3)	74,87 ( $\pm$ 11,6)	92,63 ( $\pm$ 8,6)	34,66 ( $\pm$ 14,4)	44,41 ( $\pm$ 15,2)
Diferencial final	10,68	9,72	3,25	7,36	13,51	5,85	21,83

En la Tabla IV, se registran los valores obtenidos en el porcentaje de masa grasa, según los distintos protocolos utilizados, donde se observa que el modelo propuesto de “perí-

metro, peso y talla” (PPT), no presenta diferencias significativas (NS), al correlacionarlo con los protocolos de Slaughter *et al.* (1988) y el protocolo de Durnin & Womersley (1974).

Tabla IV. Porcentaje de masa grasa, según el método de Slaughter *et al.* (1988), Durnin & Womersley (1974) y el modelo propuesto de perímetros corporales, peso y talla (PPT), hombres y mujeres de entre 10 a 14 años de colegios de Arica-Chile.

Edad	Varones			Damas		
	Slaughter ± DS	Durnin ± DS	PPT± DS	Slaughter ± DS	Dumin ± DS	PPT± DS
10 años	28,85 ± 9,3	27,19 ± 6,1	28,80 ± 2,6 (NS)	30,10 ± 5,7	32,86 ± 4,4	28,64 ± 1,6 (NS)
11 años	29,54 ± 4,2	27,94 ± 3,7	30,13 ± 2,7 (NS)	28,73 ± 5,3	31,8 ± 4,2	29,74 ± 2,1 (NS)
12 años	30,17 ± 5,3	28,50 ± 5	31,68 ± 2,6 (NS)	30,08 ± 5,4	31,63 ± 4,6	30,56 ± 2,0 (NS)
13 años	25,69 ± 7,3	25,19 ± 6,7	26,27 ± 4,4 (NS)	30,08 ± 5,4	30,65 ± 4,1	30,32 ± 3,4 (NS)
14 años	28,39 ± 7,6	26,77 ± 5,6	27,48 ± 5,1 (NS)	27,15 ± 5,5	31,22 ± 4	30,74 ± 3,9 (NS)
Promedio del % MG, según PPT		28,8%			30%	

## DISCUSIÓN

Los estudios realizados por Sáez (2004), determinan que el tejido graso que recubre los miembros, tanto en niñas como en niños es mayor que la que recubre el tronco, sin embargo, durante la pubertad los varones tienden a perder masa grasa en los miembros y a ganarlo en el tronco. En el caso de las mujeres la masa grasa se acumula en hombros, caderas, muslos y nalgas, similar a lo observado en este estudio. La sumatoria de los pliegues cutáneos de bíceps, tríceps, subescapular, ilíaco y abdominal ( $\Sigma 5$ , en la Tabla II), es significativamente mayor en las mujeres ( $p < 0.05$ ), respecto a los hombres (108,5 mm y 81,4 mm respectivamente), tal como lo informa Malina *et al.* (2004) y similar a lo observado por Moreno *et al.* (2006) y Hoyo & Sañudo, en población española. Ara *et al.* (2006), señalan que la masa grasa total aumenta por acumulación de ella, en todas las regiones, pero especialmente a nivel del tronco en los sujetos menos activos.

La determinación de parámetros antropométricos de la composición corporal (CC) en niños, adquiere cada vez mayor significancia para comprender los efectos de los factores biológicos, genéticos y ambientales sobre el organismo y en la calidad y estilo de vida de los futuros adultos. Por lo tanto, la elección del método apropiado, para determinar estas mediciones, resulta imprescindible. La utilización de protocolos y ecuaciones propios de adultos, puede dar lugar a muchas imprecisiones, ya que los niños tienen

mayor índice hídrico y menor densidad ósea que los adultos (Berral *et al.*, 2001; Alburquerque-Sendin *et al.*, 2010). Lizana *et al.* (2011), al relacionar el cálculo de masa grasa en niños y adolescentes chilenos, según el uso de bioimpedancia manual y el protocolo de Slaughter, encuentran discrepancias entre ellos el cual se magnifican según el sexo, y recomiendan no utilizarlos como métodos intercambiables. Es importante considerar que en la etapa puberal por acción de las hormonas se presentan grandes y variados cambios que impactan en el sexo y edad (Brambilla *et al.*, 2006), como se muestra en las tablas I a la IV.

Con respecto al porcentaje de masa grasa, nuestra población en estudio presenta valores muy altos tanto para la población de hombres (28,8%), como para las mujeres (30%). Si se determina como límites de referencia para considerar que un niño tiene sobrepeso o es obeso cuando su %MG, supera el 20% (Hoyo & Sañudo), el 100% de los sujetos en estudio, independiente de sexo y edad, presentaría índices de sobrepeso u obesidad. Estos resultados se asemejan más a los obtenidos por Moreno *et al.* (2006) para población adolescente española entre 13 a 18 años, con valores de 25% a 30% para hombres y de 30% a 35% para mujeres. Similares resultados encuentran Lizana *et al.*, en niños chilenos, utilizando el protocolo de Slaughter con valores de 24,65% para niños y de 31,68% para mujeres, al igual que los resultados de un estudio realizado por Alzate

*et al.* (2011), en población colombiana de entre 7 a 18 años de edad, con valores  $\geq 25\%$  en hombres y  $\geq 32\%$  en mujeres (Tabla IV). Sin embargo al determinar los índices de masa corporal (IMC, en la tabla I), los niños en estudio presentan valores de normalidad según la norma técnica de evaluación nutricional en niños de 06 a 18 años del Ministerio de Salud de Chile.

La determinación de los componentes corporales, también está influenciada por los factores étnicos, Deurenberg *et al.* (2003) determinan que los %MG en niños de Singapur son mayores respecto a niños de China y Alemania. Lanerolle-Dias *et al.* (2011), observaron que los valores en población adolescente de Sri Lanka, son muy similares a la encontrada en población china. Igualmente estudios realizados en población infantil de la etnia aymará de Arica (Espinoza-Navarro, *et al.*, 2009) determinaron que los índices de masa corporal en esta etnia son significativamente menores con respecto a la población infantil no aymará. Un estudio realizado en la etnia mapuche de Chile, encuentra que propio de la migración de lo rural a lo urbano, esta etnia está experimentando cambios en las conductas y estilo de vida, propiciando un ambiente obesigénico (Martínez *et al.*, 2012). Aguilar de Plata *et al.* (2011), registraron en población colombiana de entre 10 a 16 años, índices de IMC muy similares a la mayoría de los estudios, con valores de 16,8 a 21,1 kg/m<sup>2</sup>, pero registra muy bajos valores, para el %MG (12% a 16%).

La actividad física también tiene un gran impacto en la determinación de los componentes corporales de las poblaciones en estudio como lo demuestran los trabajos realizados por Hoyo & Sañudo; Harris *et al.* (2009) y Rodríguez *et al.* (2010), quienes determinan que la práctica de la actividad física es determinante para definir los estilos y calidad de vida en la etapa adulta.

Resumiendo lo anterior, no importa los modelos ni el instrumental de medición ocupados, lo importante es determinar valores válidos de referencia en cada población de estudio, según sexo, edad, etnia, hábitos alimenticios, actividad física, con el único objetivo de bajar los índices de sobrepeso y obesidad en la población mundial. Factores que son incidentes en los factores de riesgo cardio-vascular, además de afectar la autoestima de los individuos (Hesketh *et al.*; Lee *et al.*, 2008; Schwandt *et al.*, 2010; Ogden *et al.*, 2010, Carrasco *et al.*).

El método propuesto de medición de perímetros corporales, peso y talla (PPT), para calcular el porcentaje de masa grasa, resulta eficaz y de fácil aplicación por los profesores, para determinar el índice de masa grasa en estudiantes y detectar precozmente el sobrepeso y obesidad. De

esta forma lograr las metas propuestas por el Gobierno de Chile, para el año 2020, de bajar estos índices a un 8,6%, en la población infantil.

## CONCLUSIONES

El método propuesto de perímetros, peso y talla (PPT), representa un método estadísticamente validado, para niños y niñas de entre 10 a 14. No invasivo, de bajo costo y fácil aplicación con un tiempo estimado de evaluación de 4 a 5 minutos por cada sujeto. El modelo simplifica la diagnosis de sobrepeso y obesidad en los escolares.

Los porcentajes de masa grasa obtenidos por los tres métodos de estudio, determinan que toda la población, independiente del sexo y la edad, presenta altos índices de %MG.

Los registros de IMC en los niños de entre de 10 a 14 años de Arica-Chile, muestran que no existirá riesgo de sobrepeso en esta población infantil.

Este estudio se podría replicar a nivel local en otras comunas de Chile e igualmente, a nivel regional, por intervalos de edad y género. De la misma manera, realizar estudios comparativos con otros países de Latinoamérica.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Universidad de Tarapacá through Major Project N° 5710-12.

---

DÍAZ, J. & ESPINOZA-NAVARRO, O. Determination of fat mass percentage by measuring body circumferences, weight and height: A validation study. *Int. J. Morphol.*, 30(4):1604-1610, 2012.

**ABSTRACT:** Obesity is characterized by an excessive increase in body fat. In Chile (2010), 25.1% and 39,3% of the population over 15 years old were reported with obesity and overweight respectively. The objective of this study was to validate an economic and easy method to use for education professionals to determine the percentage of fat mass (% FM) in schoolchildren, measuring the variables body circumferences, weight and height (CWH). A sample of 1725 primary school students, 1020 girls and 705 boys, in age of 10 to 14 years old from Arica (Region XV), were analyzed to determine % FM according to the model proposed (CWH), as reference models were used Durnin & Womersley protocols (1974) and the Slaughter *et al.* protocol (1988). The results show that body mass index (BMI), have normal values of 21 kg/m<sup>2</sup> for both girls and boys. The sum of the body skinfolds biceps,

triceps, subscapular, iliac and abdominal (S5) is significantly higher in women, compared to males (108.5 mm and 81.4 mm respectively). The comparison of the percentage of fat mass between the various models in study demonstrates that the proposed model of "circumferences, weight and height (CWH), not show significant differences (NS). All models express percentage of fat mass over 20% in the study population, typical of overweight and obesity. We conclude that the model of circumference, weight and height (CWH), is effective to determine the percentages of body fat in school population. In addition the study population has high levels of fat mass.

**KEY WORDS: Body circumference; Chile; Basic Education.**

## REFERENCIAS

- Aguilar de Plata, A.; Pradilla, A.; Mosquera, M.; Ramírez, A.; Ortega, J. & Ramírez-Vélez, R. Porcentajes antropométricos para adolescentes de Cali, Colombia. *Endocrinol. Nutr.*, 58(1):16-23, 2011.
- Albuquerque-Sendin, F.; Martín-Valejo, F.; García-Talavera, P.; Martín, M. & Santos del Rey, M. Comparison of fat mass and fat-free mass between Anthropometry, BIA and DEXA in young females: are methods really interchangeable? *Eur. J. Anat.*, 14(3):133-41, 2010.
- Alzate, D.; Ramos, S. & Melo, L. Tejido adiposo en escolares entre 7 y 18 años de edad. *Hacia Promoc. Salud*, 16(2): 85-96, 2011
- Ara, I.; Vicente-Rodríguez, G.; Pérez-Gómez, J.; Jiménez-Ramírez, J.; Serrano-Sánchez, J.; Dorado, C. & Calbet, J. Influence of extracurricular sport activities on body composition and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study. *Int. J. Obes.*, 30:1062-71, 2006.
- Bastos, A.; González, R.; Molinero, O. & Salguero del Valle, A. Obesidad, nutrición y Actividad Física. *Rev. Int. Med. Cs. Act. Fis. Dep.*, 5(18):140-53, 2005.
- Berral, F.; Gómez, J.; Viana, B.; Berral, C. & Carpintero, P. Estudio de la composición corporal en escolares de 10 a 14 años. *Rev. Br. Cineant. Desemp. Human.*, 3(1):20-33, 2001.
- Brambilla, P.; Bedogni, G.; Moreno, L.; Goran, M.; Gutin, B.; Fox, K. et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonant imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int. J. Obes.*, 30:23-30, 2006.
- Carrasco, V.; Martínez, C.; Silva, H.; Collipal, E.; Campos, C. & Silva, T. Prevalence of obesity in a sample of schoolchildren from municipalized school in the IX región of Chile 2008-2009. *Int. J. Morphol.*, 29(3):830-4, 2011.
- Chouzal, M.; Restivo, M.; Rodrigues, M.; Moriera da Silva, C.; Andrade, T. & Amaral, M. Adipometer: A new skinfold calliper system. *Biodevices*, 174-8, 2011.
- Deurenberg, P.; Deurenberg-Yap, M.; Foo, L. & Wang, J. Differences in body composition between Singapore chinese, Beijing chinese and Dutch children. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 57:405-9, 2003.
- Durnin, J. & Womersley, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br. J. Nutr.*, 32:77-98, 1974.
- Espinoza-Navarro, O.; Vega, C.; Urrutia, A.; Moreno, A. & Rodríguez, H. Anthropometric patterns and oxygen consumption (VO<sub>2</sub>) of school-children Aymara and No Aymara of 10-12 years, living in high altitude (3.500 m) and the plain (500 m) from Chile. *Int. J. Morphol.*, 27 (4):1313-8, 2009.
- Flegal, K.; Sheperd, J.; Looker, A.; Graubard, B.; Borrud, L.; Ogden, C. et al. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 89(2):500-8, 2009.
- Gobierno de Chile, Estrategia Nacional de Salud, 2011-2020. *Elige vivir sano*. Inscripción N° 211.726. ISBN: 978-956-348-005-4, 2011.
- Harris, K.; Kuramoto, L.; Schulzer, M. & Retallack, J. Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: A meta-analysis. *CMAJ*, 180 (7):719-26, 2009.
- Hesketh, K.; Wake, M. & Waters, E. Body mass index and parent-reported self-esteem in elementary school children: Evidence for a causal relationship. *Int. J. Obes.*, 28:1233-7, 2004.
- Hirschler, V.; Delfino, A.; Clemente, G.; Aranda, C.; Calcagnano, M.; Pettinicchio, H. & Jadzinsky, M. ¿Es la circunferencia de cintura un componente del síndrome metabólico en la infancia? *Arch. Arg. Pediatr.*, 103(1):7-13, 2005.
- Hoyo, M. & Sañudo, B. Composición corporal y actividad física como parámetros de salud en niños de una población rural de Sevilla. *Rev. Int. Cs. Dep. (RICYDE)*, III (6):52-62, 2007.
- International Society for Advancements of Kinanthropometry (ISAK). *International standards for anthropometric assessment*. Underdale, 2001.
- Lanerolle-Dias, M.; de Silva, A.; Lanerolle, P.; Carukshi, A. & Sunethra, A. Body fat assessment in Sri Lankan adolescent girls; development of a simple field tool. *Ann. Hum. Biol.*, 38 (3):330-6, 2011.
- Lee, C.; Huxley, R.; Wildman, R. & Woodward, M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factor than BMI: A meta-analysis. *J. Clin. Epidemiol.*, 61:646-53, 2008.

- Lizana, P.; Almagià, A.; Simpsom, M.; Barraza, R.; Binvignat, O.; Ivanovic, D. & Berral, F. Inconsistency between the body fat percentages estimated through anthropometric measurements and manual bioimpedance in children and adolescents. *Int. J. Morphol.*, 29(4):1364-9, 2011.
- Malina, R.; Bouchard, C. & Bar-Or, O. *Growth, maturation and physical activity*. Chapter 5: Body composition. 2<sup>o</sup> Edición, 2004. pp 101-117.
- Martínez, C.; Silva, H.; Collipal, E. & Carrasco, V. Descripción del somatotipo e IMC en una muestra de adolescentes de colegios municipalizados de la ciudad de Temuco-Chile. *Int. J. Morphol.*, 26(3):653-7, 2008.
- Martínez, C.; Silva, H.; Collipal, E.; Carrasco, V.; Rodríguez, M.; Vargas, R.; Gatica, P. & Silva, T. Somatotipo y estado nutricional de 10 a 14 años de edad en una muestra mapuche de la IX Región, Temuco-Chile. *Int. J. Morphol.*, 30(1):241-6, 2012.
- Ministerio de Salud de Chile (Minsal). Norma técnica de evaluación nutricional del niño de 6 a 18 años. *Rev. Chil. Nutr.*, 31(2):128-37, 2004.
- Ministerio de Salud de Chile (Minsal). *Segunda Encuesta Nacional de Salud*, 2010.
- Ministerio de Educación de Chile. *Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE), Educación Física*, 2011; Mineduc, 2012.
- Moreno, L.; Mesana, M.; González-Cross, M.; Gil, C.; Fleta, J.; Wärnberg, J.; Ruiz, J. et al. Anthropometric body fat composition reference values in Spanish adolescents. The AVENA Study. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 60:191-6, 2006.
- Ogden, C.; Carroll, M.; Curtin, L.; Lamb, M. & Flegal, K. Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007-2008. *JAMA*, 303 (3):242-9, 2010.
- Rodríguez, F.; Almagià, A.; Yuing, T.; Binvignat, O. & Lizana, P. Composición corporal y somatotipo referencial de sujetos físicamente activos. *Int. J. Morphol.*, 28(4):1159-65, 2010.
- Rodríguez, G.; Moreno, L.; Blay, V.; Fleta, J.; Sarría, A. & Bueno, M. Body fat measurement in adolescents: Comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X Ray absorptiometry. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 59:1158-66, 2005.
- Sáez, M. Errores conceptuales en estudios antropométricos que buscan estimar la composición corporal. *Rev. Act. Cs. Dep.*, Publice Standard 12/117, Pid, 386, 2004.
- Schwandt, P.; Bertsch, T. & Hass, G. Anthropometric screening for silent cardiovascular risk factor in adolescents: The PEP Family heart study. *Atherosclerosis*, 211:667-71, 2010.
- Slaughter, M.; Lohman, T.; Boileau, R.; Horswill, C.; Stillman, R.; van Loan, M. & Bembien, D. Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biol.*, 60(5):709-23, 1988.
- Wells, J.; Fuller, N.; Dewit, O.; Fewtrell.; Elia, M. & Cole, T. Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. *Am. J. Clin. Nutr.*, 69:904-12, 1999.
- World Health Organization (WHO). *Health topics: Obesity*, 2009

Dirección para Correspondencia:  
Prof. Dr. Omar Espinoza Navarro  
Facultad de Ciencias  
Departamento de Biología  
Universidad de Tarapacá  
Avenida General Velásquez N° 1775  
Arica -CHILE.

E-mail: oespinoz@uta.cl

Recibido : 24-09-2012

Aceptado: 10-11-2012