

## MEDICIONES ULTRASONOGRAFICAS Y DE TOMOGRAFIA COMPUTADA DE ADIPOSIDAD Y ALTERACIONES METABOLICAS ASOCIADAS A OBESIDAD EN NIÑOS

**Drs. Aníbal Espinoza G(1), Marcela Reyes J(2,6), Francisco Moraga M(3), M. Jesús Rebollo G(3), Verónica Mericq(4), Carlos Castillo D(2,3,5).**

1. Servicio de Radiología, Hospital San Borja Arriarán. Santiago, Chile.
2. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile.
3. Servicio de Pediatría, Hospital San Borja Arriarán. Santiago, Chile.
4. Instituto de Investigaciones Materno Infantil (IDIMI), Facultad de Medicina, Universidad de Chile.
5. Departamento Pediatría, Facultad de Medicina, Campus Centro, Universidad de Chile.
6. Programa de Doctorado en Nutrición y Alimentos, Universidad de Chile; MECE Educación. Superior, Proyecto UCh 0313.

[Dirección para correspondencia](#)

---

**Abstract:** *Introduction. Childhood obesity is increasing over the world with serious health consequences. Intraabdominal fat is associated to some metabolic alterations in obesity. It does not exist a standard imaging method to measure adipose tissue in children. Objectives: In obese children to study the association between insulinemia and subcutaneous or intraabdominal fat evaluated by ultrasonographic (US) or computed tomography (CT). Subjects and Methods. 37 obese (BMI  $\geq$  95) prepubertal obese children (ages from 6 to 12 years) were assessed using anthropometric, US and CT for fat areas and linear intrabdominal segments measurements. Laboratory techniques were also performed: insulinemia and glycemia. Results. We found good correlations between US and TC intra-abdominal adipose tissue measurements ( $r=0,79$ ;  $p<0,001$ ). US ( $r=0.56$ ) and CT ( $r=0.53$ ) visceral fat assessment had better correlations with insulinemia than anthropometric measurements (BMI,  $r=0,33$ ; waist,  $r=0.42$ ). Conclusions. US and CT measurements of intraabdominal fat emerge*

*as promising techniques to identify obesity-associated metabolic risk in childhood.*

**Key words:** *Childhood, Computed Tomography, Metabolic syndrome, Obesity, Ultrasound, Visceral adiposity.*

**Resumen:** *Introducción. La obesidad infantil es un problema de salud pública de prevalencia creciente y consecuencias a futuro. El compartimiento adiposo intraperitoneal estaría asociado a factores de riesgo metabólicos propios de la obesidad. No existe una estandarización de mediciones de tejido adiposo en imágenes en niños. Objetivos. Estudiar la asociación entre mediciones de tejido graso abdominal con insulinemia, en niños. Sujetos y Métodos. Se estudiaron 37 escolares prepuberales obesos (IMC  $\geq$  p95), de ambos sexos, entre 6 y 12 años, con técnicas antropométricas, imagenológicas (US y TC) y de laboratorio (glicemia, insulinemia). Resultados. Las mediciones del tejido adiposo abdominal mediante US presentaron altas correlaciones con las mismas mediciones por TC ( $r=0,79$ ;  $p<0,001$ ). Las estimaciones de adiposidad visceral por US ( $r=0,56$ ) y TC ( $r=0,53$ ) tuvieron mejor correlación con insulinemia que las variables antropométricas, (IMC,  $r=0,33$ ; perímetro abdominal,  $r=0,42$ ). Conclusiones. La US aparece como una excelente herramienta disponible para la estimación de depósito adiposo intraperitoneal, que identifica de forma precoz alteraciones metabólicas asociadas a obesidad en niños*

**Palabras clave:** *Adiposidad visceral, Niñez, Obesidad, Tomografía computada, Ultrasonografía.*

---

## Introducción

La obesidad es una enfermedad en aumento en países desarrollados y en vías de desarrollo, tanto en términos de prevalencia, como de severidad y tiempo de evolución (aparición cada vez más precoz, con alto riesgo de perpetuarse hacia la adultez). En el corto y en el largo plazo, el aumento de grasa corporal ha sido relacionado con mayor prevalencia de trastornos metabólicos y cardiovasculares, tales como resistencia insulínica (RI), intolerancia a la glucosa, diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial, perfil lipídico aterogénico, síndrome de ovario poliquístico, esteatosis hepática no alcohólica, y otras entidades clínicas. Este conjunto de patologías se agrupa ahora bajo el nombre de síndrome metabólico o insulino-resistencia, que sería consecuencia del fenómeno dexts RI y de la hiperinsulinemia compensatoria que se presenta desde la edad pediátrica. Estas consecuencias de la obesidad no aparecen en forma sistemática, ya que diferentes sujetos ante el mismo nivel de adiposidad no presentan los mismos efectos metabólicos.

Por otra parte, existe evidencia de que la distribución del exceso de tejido adiposo a nivel abdominal tendría mayor importancia que la cantidad de grasa corporal total. Recientes estudios sugieren que el tejido adiposo subcutáneo a nivel abdominal también puede tener un rol importante en la génesis de las complicaciones metabólicas<sup>(1,2)</sup>, específicamente el componente adiposo profundo<sup>(1)</sup>. Sin embargo, los resultados en pediatría son aún insuficientes y erráticos.

Las mediciones antropométricas externas de adiposidad detectan débilmente la presencia de alteraciones del metabolismo lipídico y/o glucídico. El estudio del tejido

adiposo a través de imágenes puede ser una herramienta que permita detectar mejor la presencia y cuantía de la condición de síndrome metabólico<sup>(3-4)</sup>.

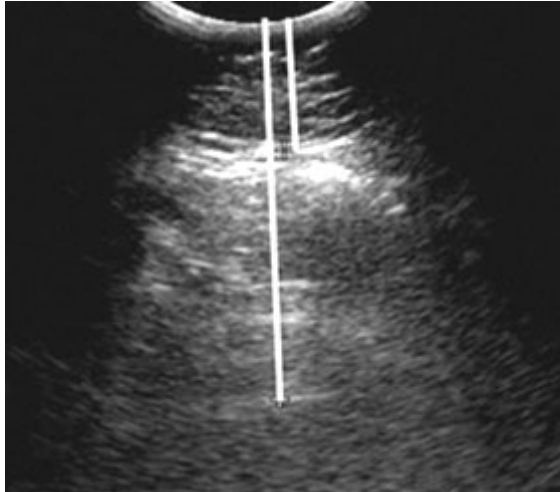
Se han usado diferentes métodos en la evaluación por imágenes del tejido adiposo corporal: US, TC, resonancia magnética y densitómetro de rayos X de doble haz de energía. Cada método tiene ventajas y desventajas que incluyen accesibilidad, costo, resolución anatómica espacial y exposición a radiación ionizante.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la asociación entre mediciones de adiposidad abdominal mediante US y TC (tejido graso subcu-táneo e intraabdominal) con insulinemia de ayuno, en escolares obesos. Además, validar las medicio-nes ultrasonográficas, más accesibles y sin uso de radiación ionizante, al compararlas con las obtenidas con TC.

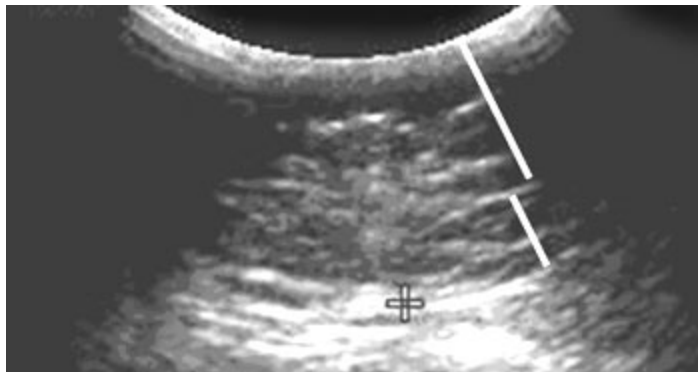
## Sujetos y métodos

En un estudio descriptivo y analítico de corte transversal, los niños fueron escogidos entre aquellos que ingresaron al Policlínico de Obesidad del Hospital San Borja Arriarán (HCSBA) durante el año 2005. Los criterios de inclusión fueron: edades entre 6 y 12 años, ausencia de desarrollo puberal, índice de masa corporal (IMC) percentil 95 para sexo y edad. Se excluyeron aquellos con historia de enfermedades endocrinas, genéticas y otras crónicas. El protocolo fue aprobado previamente por el Comité de Ética e Investigaciones del HCSBA y Comité de Etica del Instituto de Nutrición y Tecnología en Alimentos (INTA). Se obtuvo consentimiento escrito e informado de los padres o responsables del niño.

A las 8:00 de la mañana, tras doce horas de ayuno, se obtuvo muestra de sangre para análisis de glicemia e insulinemia. Posteriormente, se realizaron las mediciones antropométricas: peso, talla y perímetro abdominal a nivel umbilical. Las estimaciones ultrasonográficas del depósito intraperitoneal se realizaron por un solo médico radiólogo pediátrico entrenado, con un equipo de ultrasonido ATLHDI 3000, transductor sectorial electrónico 3,5 MHz. Con el niño en decúbito supino, se comprimió con el transductor la pared abdominal inmediatamente por sobre el ombligo, hasta lograr la visualización de la columna vertebral; luego se liberó la presión ejercida hasta lo mínimo posible y con esta imagen congelada en la pantalla, se midió la distancia entre la superficie ventral de la columna lumbar y la piel, y la distancia entre el músculo recto anterior y la piel; cada medición se realizó en tres ocasiones consignando su promedio. El indicador de adiposidad intraperitoneal se estimó tras la resta de ambos promedios ([Figura 1](#)). La medición ecográfica de los diferentes compartimentos adiposos ha sido validada por otros autores<sup>(5,6)</sup>, mostrando buena correlación con las mediciones realizadas por TC ( $r = 0,74$  a  $0,81$ ). Se midió con US el espesor del tejido subcutáneo profundo y superficial, delimitados por banda de tejido conectivo, 10 cm hacia lateral del ombligo ([Figura 2](#)).

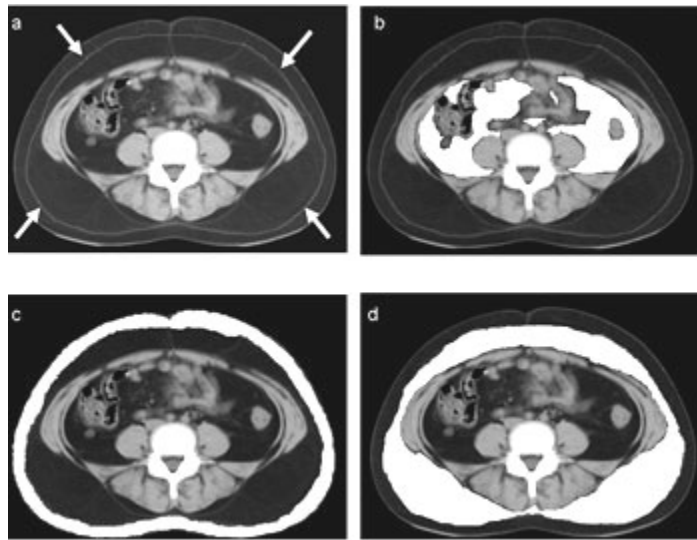


**Figura 1.**  
*Imagen ultrasonográfica de abdomen de un escolar obeso. Las líneas corta y larga muestran los segmentos piel-músculo y piel-cara anterior de la columna vertebral respectivamente*



**Figura 2.**  
*Medición ultrasonográfica del espesor de los segmentos de tejido graso subcutáneo superficial y profundo (líneas).*

También se determinó la distribución del tejido adiposo a nivel abdominal por TC, según lo descrito por Kelley y cols<sup>(1)</sup> y Shen y cols<sup>(7)</sup>, mediante un tomógrafo General Electric, modelo Lightspeed, Multicorte. Se realizó un corte único de 10 mm de grosor a nivel del espacio intervertebral L4-L5. Los distintos compartimentos se cuantificaron midiendo sus respectivas áreas, con el software del tomógrafo: con un cursor se delimitó el tejido adiposo comprendido entre la piel y la pared muscular abdominal en continuidad con la fascia profunda de los músculos paraespinales, como medida del depósito subcutáneo. Se midió en forma independiente la zona adiposa subcutánea superficial de la profunda, divididas por el plano fascial ([Figura 3](#)). Se midieron las mismas distancias ultrasonográficas (piel-columna y piel-músculo) para obtener el segmento intraperitoneal ([Figura 4](#)).



**Figura 3.** Cortes con TC a nivel L-4-L-5; (a) muestra la fascia del tejido conjuntivo que separa los tejidos adiposos subcutáneos profundo y superficial (flechas); (b) en blanco se dibuja el área adiposa intraperitoneal; (c y d) en blanco se dibuja el área adiposa subcutánea superficial y profunda respectivamente.



**Figura 4.** Imagen de abdomen de escolar obeso en TC. Las líneas corta y larga muestran los segmentos piel-músculo y piel-cara anterior de la columna vertebral respectivamente.

Según estudios anteriores de asociación entre área de compartimento adiposo e insulinemia, se calculó un tamaño muestral de 30 sujetos. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa computacional Statistica (K): se consideró un error alfa < 5%; las variables insulinemia y puntaje Z de IMC (IMC sujeto - mediana IMC para la edad / DS para la edad;  $IMC = \text{Peso [kg]} / \text{Estatura}^2 \text{ [m]}$ ) fueron normalizadas usando logaritmo natural (ln), el resto de las variables cumplieron criterios de normalidad. Se obtuvo estadígrafos descriptivos de las diferentes variables, se sometieron a prueba t de student para evaluar si existía diferencia significativa entre sexos. Se realizaron correlaciones de Pearson.

## Resultados

Se estudiaron 37 pacientes, todos con evaluaciones ecográficas y 30 sólo con TC.

Los descriptivos de las variables se muestran en la [Tabla I](#): sólo en edad hubo diferencia significativa por sexo. Una importante proporción de los niños presentaba alteraciones propias del síndrome metabólico: 89% tenía un perímetro de cintura mayor o igual al percentil 90 (el 100% es mayor a percentil 75); ningún paciente tuvo glicemia basal alterada ( $\geq 100$  mg/dL); un 70% presentó insulinemia basal  $\geq 10$   $\mu$ U/mL, correspondiente al cuartil superior de la población de referencia (Burrows et al, comunicación personal).

Las mediciones ultrasonográficas repetidas de los diferentes segmentos, piel-columna y piel-músculo fueron consistentes, presentando un coeficiente de variación intra-observador de 4,1 y 4,7% respectivamente. La [Tabla II](#) muestra las correlaciones entre las mediciones por US versus TC; la correlación de 0,75 obtenida entre ambas mediciones para el segmento intraperitoneal se muestra en la [Figura 5](#). La [Tabla III](#) muestra cómo las diferentes estimaciones de adiposidad, tanto por imágenes como antropométricas, se correlacionaron con insulinemia basal (no hubo ninguna correlación estadísticamente significativa para la variable glicemia). Tampoco se observaron correlaciones significativas entre tejido adiposo subcutáneo (total, superficial o profundo) con las variables metabólicas.

**Tabla I. Características generales de los niños estudiados.**

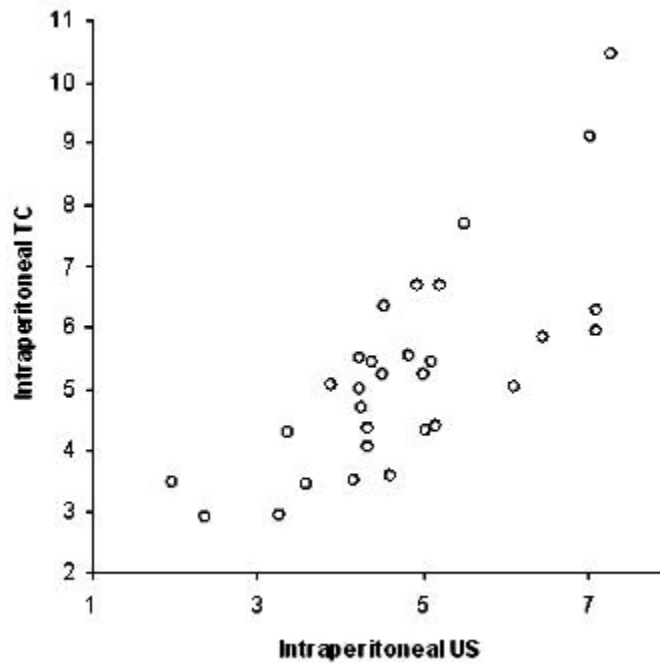
VARIABLES	PROMEDIO $\pm$ DS	LIMITES
Edad [años] (niños / niñas)	9,3 $\pm$ 1,6 (10 $\pm$ 1,7 / 8,5 $\pm$ 1)	6,3 –
IMC puntaje Z	3,1 $\pm$ 1,4	2,0 –
Perímetro abdominal [cm]	83,7 $\pm$ 9,4	66,0 –
Glicemia [mg/dL]	75,6 $\pm$ 7,4	58,0 –
Insulinemia [ $\mu$ U/mL]	12,4 $\pm$ 2,0	1,9 –
Area grasa intraperitoneal [mm <sup>2</sup> ]	3261,9 $\pm$ 2010,9	430,0 – 9
Segmento intraperitoneal eco [mm]	48,0 $\pm$ 13	20,0 –

Las variables que no se distribuyen normalmente (puntaje Z IMC e insulinemia) se prese su promedio y desviación estándar (DS) geométricos. Cuando existió diferencia significativa (t de por género, se consignan los promedios y DS para cada sexo.

**Tabla II.** Correlaciones (r) entre mediciones ultrasonográficas y en TC.

	Area grasa intraperitoneal	Area grasa subcutánea total	Segmento piel-columna TC	Segmento piel-músculo TC	Segmento intraperitoneal TC
Segmento piel-columna US	0,74*	0,74*	0,84*	0,71*	0,69*
Segmento piel-músculo US	0,42*	0,63*	0,53*	0,84*	0,23
Segmento intraperitoneal US	0,69*	0,55*	0,74*	0,35	0,75*

Análisis estadístico: Correlación Pearson. El asterisco (\*) indica significancia estadística ( $p < 0,05$ )



**Figura 5.** Correlación segmento Intraperitoneal en TC y US ( $r=0,75$ ).

**Tabla III. Correlaciones (r) entre estimaciones adiposidad e insulinemia.**

	Area Intraperitoneal TC	Segmento Intraperitoneal TC	Segmento Intraperitoneal US	Puntaje Z IMC (ln)	Circunfer Cintura
Insulinemia (ln)	0,54*	0,53*	0,56*	0,33*	0,42*

Se muestran las variables en que hubo al menos una correlación significativa. Análisis de las variables continuas se analizaron por Pearson, las variables insulinemia y puntaje Z IMC analizadas con su logaritmo natural. El asterisco (\*) indica significancia estadística ( $p < 0,05$ ).

## Discusión

El hallazgo central de este estudio evidencia que las estimaciones ecográficas de adiposidad visceral se correlacionan significativamente con las mediciones por TC, estando ambas a su vez correlacionadas con insulinemia basal en niños obesos. Estas estimaciones por imágenes identifican mejor un hiperinsulinismo de ayuno que las mediciones externas de adiposidad, como IMC y circunferencia abdominal.

Esta metodología fue utilizada inicialmente en escolares y adolescentes por Ferrozzi y cols<sup>(11)</sup>, obteniendo similares resultados; nuestro estudio corrobora la utilidad de estas mediciones en escolares obesos chilenos. La variabilidad intra-observador obtenida (menor a 5%) apoya la confiabilidad de esta medición en manos de un médico entrenado.

La asociación existente entre tejido adiposo intraperitoneal e insulinemia ha sido previamente descrita, aunque no hay claridad sobre el nexo causal entre ambas. El hiperinsulinismo parece tener un rol protagónico en la aparición de factores de riesgo cardiovasculares asociados a obesidad, expresándose al menos desde la edad escolar.

En conclusión, hemos mostrado que tanto la US como la TC abdominal pueden detectar alteraciones intra-abdominales asociadas a trastornos metabólicos, a través de la estimación del compartimento adiposo intraperitoneal. Se abre así la potencialidad de que este instrumento pueda ser aplicado en forma rutinaria en la detección precoz de patología. La US tiene grandes ventajas comparativas en relación con otros métodos de imagen, por no emplear radiación ionizante, ser más accesible y de menor costo. Se requiere efectuar nuevos estudios de las mediciones ultrasonográficas, acerca de la variabilidad inter-observador en condiciones clínicas habituales.

## Agradecimientos


Agradecemos sinceramente la colaboración de la enfermera Alejandra Ávila en la toma de muestras y de Germán Iñiguez por las mediciones de insulinemia.

## Bibliografía



1. Kelley D, Thaete F, Troost F, y cols. Subdivisions of subcutaneous abdominal adipose tissue and insulin resistance. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000; 278: 941-948. [ [Links](#) ]
2. Smith S, Lovejoy J, Greenway F, y cols. Contributions of total body fat, abdominal subcutaneous adipose tissue compartments, and visceral adipose tissue to the metabolic complications of obesity. *Metabolism* 2001; 50: 425-435. [ [Links](#) ]
3. Stolk R, Meijer R, Mali W, y cols. Ultrasound measurements of intraabdominal fat estimate the metabolic syndrome better than do measurements of waist circumference. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 857- 860. [ [Links](#) ]
4. Liu K, Chan Y, Chan W, y cols. Sonographic measurement of mesenteric fat thickness is a good correlate with cardiovascular risk factors: comparison with subcutaneous and preperitoneal fat thickness, magnetic resonance imaging and anthropometric indexes. *Int J Obes* 2003; 27:1267-1273. [ [Links](#) ]
5. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, y cols. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 490-495. [ [Links](#) ]
6. Armellini F, Zamboni M, Robbi R, y cols. Total and intra-abdominal fat measurements by ultrasound and computerized tomography. *Int J Obes* 1993; 17: 209-214. [ [Links](#) ]
7. Shen W, Wang Z, Punyanita M, y cols. Adipose tissue quantification by imaging methods: a proposed classification. *Obes Res* 2003; 11: 5-16. [ [Links](#) ]
8. Hickman TB, Briefel RR, Carroll MD, y cols. Distributions and trends of serum lipid levels among United States children and adolescents ages 4-19 years: data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Prev Med* 1998; 27: 879-890. [ [Links](#) ]
9. Liu KH; Chan YL; Chan WB; y Cols. Mesenteric fat thickness is an independent determinant of metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2006; 29: 379-384. [ [Links](#) ]
10. Csendes P, Paolinelli P, Bussel D, y cols. Hígado graso: ultrasonido y correlación anatomopatológica. *Rev Chil Radiol* 2004; 2: 50-52. [ [Links](#) ]
- 11 Ferrozzi F, Zuccoli G, Tognini G, y cols. An assessment of abdominal fatty tissue distribution in obese children. A comparison between echography and computed tomography. *Radiol Med (Torino)* 1999; 98(6):490-494. [ [Links](#) ]

**Espinoza A.** Mediciones ultrasonográficas y de tomografía computada de adiposidad y alteraciones metabólicas asociadas a obesidad en niños. *Rev Chil Radiol* 2006; 12: 172-176.

 **Correspondencia:** Dr. Anibal Espinoza  
[anibalespinoza2005@yahoo.com](mailto:anibalespinoza2005@yahoo.com)