



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales

**Tesis Individual**  
**“Uso de impedancia bioeléctrica en la evaluación del estado nutricional de preescolares”**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Licenciado en Nutrición

Presenta:

Giovana Camacho Maldonado

Dirige:

M. en C. María del Rocío Arellano Jiménez

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Octubre de 2011

**México**

Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Licenciatura en Nutrición,



Tesis Individual

Uso de impedancia bioeléctrica en la evaluación del estado nutricional de preescolares

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Licenciado en Nutrición

**Presenta:**  
Giovana Camacho Maldonado

**Dirigido por:**  
M. en C. María del Rocío Arellano Jiménez

**SINODALES**

M. en C. María del Rocío Arellano Jiménez  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Firma

Dra. Aracely Anaya Loyola  
Secretario

\_\_\_\_\_  
Firma

M. en C. Diana Beatriz Rangel Peniche  
Vocal

\_\_\_\_\_  
Firma

M. en C. María de los Ángeles Aguilera Barreiro  
Suplente

\_\_\_\_\_  
Firma

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Octubre de 2011  
**México**  
**DEDICATORIAS**

A mis padres que siempre han sido mi mayor ejemplo  
A mis padres porque gracias a su formación y ejemplo soy lo que soy.

A mis tías por todo su apoyo, cariño y comprensión.

A mis hermanos por formar parte de mi vida.

A Daniel García por inspirar en mi persona ese ejemplo de superación y perseverancia día con día.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la maestra Rocío Arellano por su tutoría, por su tiempo, esfuerzos y perseverancia para que se lograra este trabajo.

También agradezco a mis asesores la Dra. Aracely Anaya, la maestra Beatriz Rangel y la maestra Ángeles Aguilera por su apoyo y tiempo dedicado a este trabajo.

También a la Doctora Ángeles Espinosa por su grandiosa colaboración y apoyo al brindarnos información inédita sobre las ecuaciones utilizadas en este trabajo.

## RESUMEN

El método de Impedancia Bioeléctrica (IBE) ofrece una evaluación no invasiva de la composición corporal, permitiendo la determinación de situaciones extremas (deshidratación, edema, adiposidad, emaciación) de utilidad en la clínica.

Objetivo: Determinar el estado nutricional del preescolar mediante técnicas antropométricas e IBE.

Metodología: Estudio transversal de 256 niños preescolares de 4 a 6 años de edad del municipio de Querétaro. Se determinaron peso, talla, Índice de Masa corporal (IMC), circunferencia de cintura (CC), pliegue de tríceps (PT) e IBE.

Resultados: 49% fueron niñas y 51% niños. El 68.35% tuvo un IMC normal, 16.40% sobrepeso, 12.5% obesidad, 1.17% bajo peso y 1.17% talla baja. El PT y la CC incrementaron conforme aumentaba el IMC ( $p < 0.0001$ ). Las curvas de distribución de PT y CC resultaron desviadas a la derecha indicando una población con gran adiposidad.

Los valores de IBE fueron mayores en las mujeres vs hombres ( $797.46 \pm 74.43 \Omega$  vs.  $764.82 \pm 76.06 \Omega$ ), así como de resistencia y reactancia estandarizadas por la estatura ( $83.68 \pm 28.04 \Omega/m$  vs.  $71.47 \pm 17.60 \Omega/m$ ), y Angulo de fase ( $6.56^\circ \pm 2.25$  vs.  $5.88^\circ \pm 1.43$ ); ( $p < 0.0001$ ). El análisis de vectores de impedancia permitió el desarrollo de las elipses de tolerancia para los diferentes grupos de edad, sexo y estado nutricional.

Conclusiones: 28.9% de preescolares presentaron malnutrición por exceso y 2.2% por déficit. Las curvas de distribución y los valores del percentil 90 de CC (62 cms) y PT (18.23 mms) podrán servir de referencia para otros niños de esta edad en el estado.

Cada nivel de IMC coincidió con el área esperada en las elipses de tolerancia de los vectores de impedancia, pero la IBE detectó además la composición de agua, masa magra o grasa independiente del IMC.

PALABRAS CLAVES: preescolares, evaluación estado nutricional, impedancia bioeléctrica.

## SUMMARY

The method of bioelectrical impedance (IBE) provides a noninvasive assessment of body composition, allowing the determination of extreme situations (dehydration, edema, fat, emaciation) useful in the clinic.

**Objective:** To determine the nutritional status of preschool anthropometric techniques and IBE.  
**Methodology:** Cross sectional study of 256 preschool children from 4 to 6 years old the city of Queretaro. Were determined weight, height, body mass index (BMI), waist circumference (WC), triceps fold (PT) and IBE.

**Results:** 49% were girls and 51% children. The 68.35% had a normal BMI, 16.40% were overweight, 12.5% were obese, 1.17% and 1.17% lightweight stature. The PT and CC increased with increasing BMI ( $p < 0.0001$ ). The PT distribution curves and DC were diverted to the right indicating a population with high adiposity.

IBE values were higher in women vs men ( $797.46 \pm 74.43$  vs  $\Omega$ .  $764.82 \pm 76.06 \Omega$ ) as well as resistance and reactance standardized by height ( $83.68 \pm 28.04 \Omega / m$  vs.  $71.47 \pm 17.60 \Omega / m$ ) and phase angle ( $6.56^\circ \pm 2.25$  vs.  $5.88^\circ \pm 1.43$ ), ( $p < 0.0001$ ).

The impedance vector analysis allowed the development of tolerance ellipses for different age groups, sex and nutritional status.

**Conclusions:** 28.9% of preschoolers are malnourished and 2.2% excess deficit. Distribution curves and 90 percentile values of CC (62 cm) and PT (18.23 mms) may serve as a reference for other children of this age in the state.

Each level of BMI coincided with the expected area of tolerance ellipses impedance vector, but the IBE also detected water composition, lean mass or fat independent of BMI.

**KEY WORDS:** preschool, nutritional status assessment, bioelectrical impedance.

## ÍNDICE

### CAPÍTULO I

I. Introducción.....	1
----------------------	---

### CAPÍTULO II

II. Revisión de la literatura.....	3
------------------------------------	---

2.1 Epidemiología del estado nutricional del preescolar.....	3
--	---

2.1.2 Principales deficiencias de nutrientes en preescolares.....	5
---	---

2.2 Características fisiológicas de la etapa preescolar.....	6
--	---

2.2.1 Crecimiento y desarrollo del niño preescolar.....	7
---	---

2.2.2 Evaluación del estado nutricional del preescolar.....	9
---	---

2.3 Composición corporal del preescolar.....	14
--	----

2.3.1 Cambios en la composición corporal y riesgo nutricional.....	16
--	----

2.4 Uso de la impedancia bioeléctrica para evaluar la composición corporal.....	17
---	----

2.4.1 El ángulo de fase como herramienta para el diagnóstico del estado nutricional.....	18
--	----

2.4.2 Bioimpedancia Vectorial (BIVA, Bioelectrical Impedance Vector Analysis).....	19
--	----

2.4.3 Estudios de vectores de impedancia bioeléctrica y composición corporal.....	21
---	----

### CAPÍTULO III

III. Objetivos.....	24
---------------------	----

3.1 Objetivo general.....	24
---------------------------	----

3.2 Objetivos específicos.....	24
--------------------------------	----

### CAPÍTULO IV

IV. Metodología.....	24
----------------------	----

4.1 Tipo de estudio.....	24
--------------------------	----

4.2 Universo de estudio.....	24
------------------------------	----

4.3 Tamaño de muestra.....	24
----------------------------	----

4.4 Criterios de inclusión.....	24
4.5 Criterios de exclusión.....	24
4.6 Criterios de eliminación.....	25
4.7 Diseño del estudio.....	25
4.7.1 Técnicas de estudio.....	25

## CAPÍTULO V

V. Resultados y discusión.....	29
5.1 Resultados.....	29
5.2 Conclusiones.....	48
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	50
ANEXOS.....	52
Carta de consentimiento informado.....	52
Gráficas de vectores de bioimpedancia por edad, por sexo y por grupo de IMC.....	54

## ÍNDICE DE GRAFICAS

Pág.

Gráfica 1. Comparación de la prevalencias de bajo peso, baja talla y emaciación entre la ENN1988, ENN1999 y ENSANUT 2006. Referencia: ENSANUT 2006.....	3
Gráfica 2.comparación de la prevalencia de sobrepeso en menores de 5 años por región en México entre ENN 1999 y ENSANUT 2006. Referencia: ENSANUT 2006.....	4
Grafica 3. Grafico del ángulo de fase. Referencia: Espinosa Cuevas 2006.....	18
Gráfica 4. Correlación R y Xc en el grafo RXc. Referencia: Nescolarde 2003.....	19
Gráfica 5. porcentaje de IMC de la población general.....	31
Gráfica 6. Valores promedio de los percentiles de cintura general y por sexo.....	31

Gráfica 7. Curva de distribución de percentiles de cintura por sexo.....	32
Gráfica 8. Valores promedio de los percentiles del pliegue de tríceps general y por sexo.....	34
Gráfica 9. Curva de distribución de percentiles de pliegue de tríceps por sexo.....	35
Gráfica 10. Vectores niñas de 4 años.....	39
Gráfica 11. Vectores niños de 4 años.....	40
Gráfica 12. Vectores niñas de 5 años.....	40
Gráfica 13. Vectores niños de 5 años.....	41
Gráfica 14. Vectores niñas de 6 años.....	41
Gráfica 15. Vectores niños de 6 años.....	42
Gráfica 16. Vectores por IMC de niñas de 4 años.....	43
Gráfica 17. Vectores por IMC de niños de 4 años.....	43
Gráfica 18. Vectores por IMC de niñas de 5 años.....	44
Gráfica 19. Vectores por IMC de niños de 5 años.....	45
Gráfica 20. Vectores por IMC de niñas de 6 años.....	45
Gráfica 21. Vectores por IMC de niños de 6 años.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

TABLA 1. Características generales de la población.....	29
TABLA 2. Características de la población por sexo.....	29
TABLA 3. Características de la población por estado nutricional.....	30
Tabla 4. Valores promedio de los percentiles de cintura.....	31
Tabla 5. Valores promedio de circunferencia de cintura por sexos.....	32
Tabla 6. Valores promedio de circunferencia de cintura por IMC.....	33
Tabla 7. Valores promedio de circunferencia de cintura por edad.....	33

Tabla 8. Valores promedio de los percentiles de tríceps.....	34
Tabla 9. Valores promedio de pliegue de tríceps por sexos.....	35
Tabla 10. Valores promedio de pliegue de tríceps por IMC.....	35
Tabla 11. Valores promedio de pliegue de tríceps por edad.....	35

## I.- INTRODUCCION

Los primeros cinco años de vida constituyen una trascendente etapa formativa para el individuo. Durante esta etapa ocurren los cambios más importantes en el crecimiento y desarrollo postnatal. Es durante esta fase en la que el niño alcanza su madurez inmunológica y adquiere habilidades y destrezas en su desarrollo psicomotor que lo preparan para su ingreso exitoso al sistema educativo formal.

En un período tan importante para la formación del individuo, la alimentación y la nutrición ocupan un lugar central, al proporcionar la energía y los nutrimentos necesarios para soportar las exigencias del crecimiento y propiciar las condiciones para que se manifieste el desarrollo óptimo.

Es también durante esta primera etapa de la vida en la que se han documentado efectos positivos de diversas acciones y programas en el estado de nutrición de la población, por lo que se considera a los primeros años de vida como una ventana de oportunidad para la prevención y control de la desnutrición y de varias deficiencias específicas (Rivera et. al, 2001)

El estudio de la composición corporal resulta imprescindible para comprender el efecto que tienen la dieta, el crecimiento, la actividad física, la enfermedad y otros factores del entorno sobre el organismo. De manera más concreta, constituye el eje central de la valoración del estado de nutrición, de la monitorización de pacientes con desnutrición aguda o crónica y del diagnóstico y tipificación del riesgo asociado a la obesidad, contribuye además de distintas formas y en diferentes grados al diagnóstico, tratamiento y evaluación del estado de nutrición en numerosas especialidades médicas siendo por lo tanto, un área activa de la ciencia básica y la investigación clínica.

El método de análisis de Impedancia Bioeléctrica (IBE) ofrece una evaluación no invasiva de la composición corporal humana, tanto para investigaciones clínicas como para la atención de pacientes. En la última década, el uso del análisis de IBE para la predicción de la composición corporal ha crecido rápidamente; su utilidad ha llegado a generalizarse más que otras técnicas y su uso específico para cuantificar aspectos de la composición corporal como el agua total, agua extracelular, agua intracelular, masa celular, músculo y grasa se están incrementando.

El análisis de IBE es un método relativamente rápido, simple, seguro y económico que mide la conductividad eléctrica tisular; es fácil de realizar e involucra el manejo de un equipo portátil.

Asimismo, se ha informado que posee una buena reproducibilidad y se ha aplicado tanto en la práctica clínica como en el campo de la investigación científica.

Recientemente, la literatura ha informado un abordaje nuevo, basado en el vector de impedancia llamado método gráfico RXc, el cual supera las limitaciones convencionales del análisis de IBE ya que no requiere de asunciones de los componentes corporales ni de ecuaciones de predicción. El método se basa en el análisis de la distribución bivariada del vector de impedancia en una población sana. Se pueden representar en coordenadas rectangulares, lo que permite visualizarlos como dos variables que forman la distribución normal (Gaussiana) bivariada.

El método gráfico de vectores de impedancia es útil tanto en sujetos sanos como en aquellos con estados de composición corporal extrema; sin embargo, está formulado con percentiles de una población de referencia italiana sana. En el 2006 se realizó un estudio basado en una población mexicana sana el cual nos sirve ahora de referencia pero aun sigue sin elaborarse una referencia en niños mexicanos lo cual hace mucha falta debido al grave problema que se esta presentando en nuestro país de sobrepeso y obesidad, así como de otras deficiencias nutricionales en este rango de edad.

En la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2006 se encontró que el problema de salud pública más alarmante fue el incremento acelerado en la prevalencia de obesidad (26% vs 19% en 1999) en los niños escolares (5-11 años), de estos fue mayor en los varones (77%) comparados con las niñas (47%). En los preescolares, quienes habitualmente presentaban mayores problemas de bajo peso, se empezó a observar la presencia de sobrepeso y obesidad de 5.4% en 1999 y 5% en 2006, aunado a déficit nutrimental representado por anemia, talla baja y deficiencia de zinc.

Los únicos métodos usados para medir composición corporal en niños en estas encuestas fueron los antropométricos.

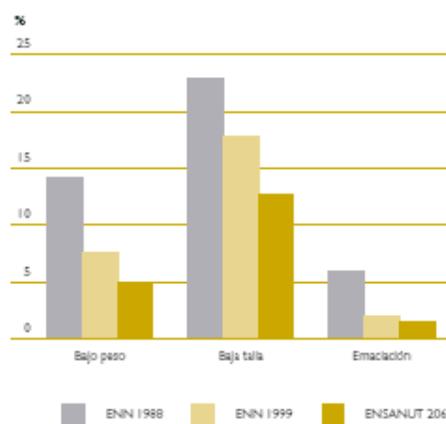
La evaluación mediante vectores de IBE además de ser un método innovador, servirá para aumentar las bases de datos de niños mexicanos evaluados por este método y establecer en forma más adecuada los valores de referencia para composición corporal en preescolares, los cuales serían de mucha ayuda para detectar a tiempo los riesgos nutricios en los niños así como para realizar un diagnostico mas preciso de su estado de salud.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Epidemiología del estado nutricional del preescolar

En México, la información más reciente acerca del estado de nutrición de la población antes de la encuesta del 2006 fue proporcionada por la Encuesta Nacional de Nutrición 1999 (ENN 1999), la cual informó una prevalencia de desmedro de 17.8%, de emaciación de 2.1% y de bajo peso para la edad de 7.6% en menores de cinco años. En 2006, 472 890 niños menores de cinco años se clasificaron con bajo peso (5%); 1 194 805 con baja talla (12.7%) y alrededor de 153 mil niños como emaciados (1.6%) en todo el país. (Gráfica 1)

Comparativo de la prevalencia nacional de bajo peso, baja talla y emaciación en menores de cinco años por grupos de edad de la ENN 1988, ENN 1999 y ENSANUT 2006. México



Gráfica 1. Comparación de la prevalencias de bajo peso, baja talla y emaciación entre la ENN1988, ENN1999 y ENSANUT 2006. Referencia: ENSANUT 2006

La mayor disminución en la prevalencia de baja talla a partir de 1999 podría estar asociada con la reorientación de las acciones de varios programas de nutrición pública, focalizados hacia los grupos más vulnerables desde el punto de vista biológico y social: del periodo de gestación a los dos primeros años de vida y los hogares pobres.

Pero a pesar de las disminuciones observadas en los distintos indicadores de desnutrición, la prevalencia de baja talla en menores de cinco años sigue siendo elevada y el número absoluto de niños con esta condición (casi 1.2 millones) es preocupante, sobretodo porque se está presentando junto con el sobrepeso y la obesidad.

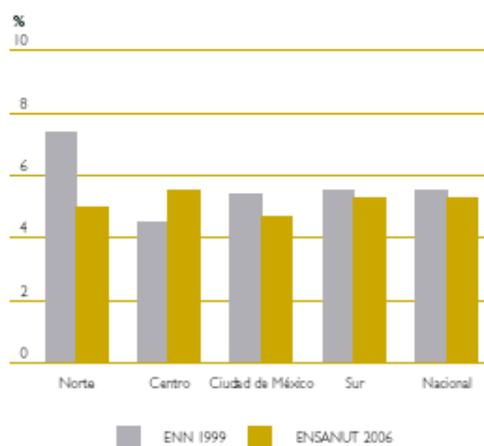
En la encuesta nacional de nutrición de 1999 se muestra que en preescolares (niños menores de 5 años) la prevalencia de sobrepeso y obesidad (peso para la talla  $> +2 Z$ ) es de 5.5% a nivel nacional y fluctúa entre 3.7 y 7.0% por grupo de edad, las prevalencias de sobrepeso por región y por grupo de edad muestran que la mayor prevalencia se observa en la región Norte (7.4%), seguida de las regiones Sur y Ciudad de México (5.5% y 5.4%) y de la región Centro (4.5%) . Para algunos grupos de edad en la región Norte el sobrepeso alcanza valores superiores a 10%.

El porcentaje de niños con valores por arriba de +3 desviaciones estándar de peso para talla es de 1.4% para el ámbito nacional y de 2.0%, 1.2%, 1.8% y 1.1% para las regiones Norte, Centro, Ciudad de México y Sur, respectivamente. (Rivera et. al, 2001)

En el periodo de 1999 a 2006, a escala nacional hubo un pequeño decremento de 0.2 pp en la prevalencia de sobrepeso en niños menores de cinco años. Esta situación se comporta de manera similar al desagregar la información por regiones; tanto la Ciudad de México como la región sur experimentaron disminuciones menores a 1% en sobrepeso, mientras que en la región norte la disminución fue de 2.4 pp (de 7.4 a 5.0%).

Cabe destacar que en la región centro el sobrepeso aumentó 1 pp en el mismo periodo. (ENSANUT 2006) (Gráfica 2).

Prevalencia de sobrepeso ( $ZPT > 2$ ) en niños menores de cinco años, por región en 1999 y 2006. México



Gráfica 2. Comparación de la prevalencia de sobrepeso en menores de 5 años por región en México entre ENN 1999 y ENSANUT 2006. Referencia: ENSANUT 2006

## 2.1.2 Principales deficiencias de micronutrientos en preescolares

En la Encuesta Nacional de Nutrición del 99 se incluyó una sección de dieta donde se analizó el consumo de macronutrientos (carbohidratos, proteínas y grasas) y micronutrientos (hierro, zinc, calcio, ácido fólico vitamina A y vitamina C) en niños preescolares así como el consumo de energía. En el ámbito nacional, los porcentajes de adecuación para la energía y los nutrientes mencionados estuvieron por debajo del 100% excepto para proteína (194.3%) y vitamina C (135%). El porcentaje de adecuación del consumo de energía fue de 67.4%, el de carbohidratos de 63.6%, el de grasas de 74.9%, vitamina A 62.9%, ácido fólico 81.1%, hierro 45.2%, zinc 38.0% y calcio 94.2%. (Rivera et. al, 2001)

Los resultados sobre dieta sugieren que la deficiencia de hierro es posiblemente un factor importante en la etiología de la anemia. Los resultados en el ámbito nacional sugieren un déficit de energía de alrededor de 30%, consumos sumamente bajos de zinc, hierro y vitamina A y consumos por arriba de las recomendaciones de proteínas y vitamina C.

La encuesta serológica reveló que las principales carencias de micronutrientos para este grupo de edad fueron: hierro y zinc. Más del 85% de los menores de 11 años tuvieron algún grado de deficiencia de hierro. La prevalencia fue ligeramente más alta en los menores de 2 años. La prevalencia de formas graves de deficiencia de hierro, compatible con anemia, fue mayor en los menores de 2 años (37%); de acuerdo al indicador CTSH cerca de la mitad de los preescolares y escolares tuvieron reservas corporales de hierro subóptimas. Las prevalencias más altas se observaron en los menores de 2 años (63.5%).

Es evidente que los preescolares, especialmente los menores de 2 años, son los que sufren deficiencia de hierro en mayor proporción e intensidad. Las razones más importantes para tal prevalencia son: 1) La alta frecuencia de deficiencia de hierro que ocurre en las mujeres embarazadas 2) La leche materna no puede satisfacer los requerimientos diarios de hierro y 3) la transición de la lactancia a la dieta habitual de la familia, conocida como ablactación.

La deficiencia de zinc ocurrió en el 33.9% de los menores de 2 años y disminuyó progresivamente hasta alcanzar una meseta de 21.4 a 24.4% entre los 5 y los 11 años. La prevalencia mayor en los niños menores de dos años era esperada debido a que la prevalencia de deficiencia de zinc en las mujeres embarazadas también fue muy alta en esta encuesta.

Es importante señalar tres características de la distribución de esta deficiencia:

- 1) Es más alta en los primeros años de vida.
- 2) Entre los 3 y los 11 años es mayor en los niños de las localidades rurales que en las urbanas.
- 3) Los niños de la región Norte tienen prevalencias menores que los de las Región Sur.

La prevalencia de formas graves de deficiencia de Vitamina A fue muy baja. Los más afectados fueron los niños menores de 4 años (2% – 2.2%). La prevalencia de formas graves volvió a incrementarse en los niños mayores de 10 años (1.8%), aunque en términos absolutos la prevalencia fue muy pequeña. La prevalencia de formas moderadas de la deficiencia de vitamina A fue más alta en los niños menores de 2 años (27.9%), disminuyendo progresivamente hasta alcanzar 9.7% en los niños de 11 años. Vale la pena mencionar que las formas graves se observaron con más frecuencia en los menores de 2 años y puede explicarse por los estilos inadecuados de ablactación. (Rivera et. al, 2001)

## **2.2 Características fisiológicas de la etapa preescolar**

Durante la edad preescolar y escolar se produce un descenso en la velocidad de crecimiento en relación con el desarrollo durante el primer año de vida y la adolescencia.

### Incremento del peso y de la talla:

A partir de los cuatro años de edad, el ritmo de crecimiento hasta el inicio de la adolescencia es de unos 2,5 a 3,5 kg por año.

En cuanto a la talla, ésta aumenta a razón de unos 5-8 cm por año hasta el inicio de la pubertad. Sin embargo, no todos los niños y niñas crecen a este ritmo, se deben tener en cuenta los condicionantes genéticos (la etnia, la talla de los familiares tanto por parte de madre como del padre), el estado de salud y los hábitos de alimentación.

El peso y la talla son los dos parámetros más fáciles de obtener para medir una buena o mala alimentación. Si la dieta es desequilibrada (ya sea por exceso o por defecto), pueden producirse alteraciones en el ritmo de crecimiento. La primera forma en que se manifiesta una nutrición insuficiente es a través del peso. Si la situación no se soluciona, la talla también se ve afectada, así como la composición corporal entre otros aspectos. De ahí la importancia de modificar los hábitos alimentarios incorrectos cuanto antes. Por otro lado, si existe un verdadero problema de exceso de peso infantil, lo mejor es acudir a un especialista. Su asesoramiento servirá para aclarar dudas y preocupaciones y realizar un plan de alimentación

adecuado (nunca estricto) que no altere la forma de vida, la salud ni el bienestar y no afecte negativamente el ritmo normal de crecimiento. (NFSMI, 2005)

### **2.3 Crecimiento y desarrollo del niño preescolar**

Los niños preescolares aprenden mucho y expresan interés en el mundo que los rodea. Les gusta tocar, probar, oler, oír y experimentar por su cuenta. Tienen mucho interés en aprender; ellos aprenden a través de la experimentación y de las acciones. Los preescolares aprenden de sus juegos. Se mantienen ocupados desarrollando habilidades, usando el idioma, y luchando por obtener un mejor control interno de sus acciones.

Los preescolares quieren establecerse como individuos independientes de sus padres. Son más independientes que los niños de 1 a 3 años. Pueden expresar sus necesidades ya que tienen un mejor dominio del lenguaje.

#### Desarrollo físico

Niños de 2 años:

- Caminan con los pies en punta.
- Se paran sobre un solo pie.
- Saltan horizontalmente.
- Saben montar en triciclo.
- Construyen torres de 6 a 9 bloques.
- Saben atrapar una pelota.
- Hacen manchones con la pintura. Dibujan o pintan en movimientos horizontales y circulares.

Niños de 4 años:

- Tienen un mejor control muscular.
- Pueden representar personas u objetos en dibujos.
- Corren y saltan en la punta de los pies. .
- Tiran la pelota con el brazo.
- Se suben a un columpio.
- Les gusta desajustar, desabotonar, y desabrocharse las ropas.
- Se visten a si mismos.
- Pueden cortar con unas tijeras en línea recta.
- Les gusta ponerse sus propios cordones en los zapatos.

- Pueden hacer diseños y escribir letras rudimentarias.
- Son muy activos y agresivos en sus juegos.

### Desarrollo social y emotivo

Niños de 2 años:

- Les gustan los juegos dramáticos con los demás niños.
- Aprenden a compartir.
- Tienen necesidad de un reglamento claro y sencillo y de conocer las consecuencias cuando no se cumple el reglamento.
- Sus emociones usualmente son extremas y de corta duración. Hay que estimularlos a expresar sus sentimientos con palabras.

Niños de 4 años:

- Tienen imaginaciones muy activas.
- A veces tienen amigos imaginarios.
- Pueden ser agresivos, pero quieren tener amistades y les gusta estar con otros niños.
- Les gusta mandar y alardear.
- Están aprendiendo a tomar turnos y a compartir. .
- Les gusta imaginarse que son adultos importantes (madre, padre, enfermera, oficial de policía, cartero, etc.
- Necesitan sentirse importantes y necesitados.
- Necesitan oportunidades para sentir más libertad e independencia.
- Les gusta que los elogien por sus logros.

### Desarrollo intelectual

Niño de 2 años:

- Pueden comunicar sus ideas, necesidades, y hacer preguntas.
- Pueden prestar más atención por lo que pueden participar en actividades de grupo.
- Estos niños aprenden mejor experimentando. Necesitan una variedad de actividades.
- Necesitan poder estar tanto fuera como dentro de casa. Necesitan un balance entre los juegos activos y los juegos pasivos.

Niños de 4 años:

- Hablan mucho.
- Les gusta las discusiones serias.
- Hacen muchas preguntas, incluyendo el "como" y el "por que" de las cosas.
- En su lenguaje usan palabras tontas y vulgaridades.
- Sus capacidades para razonar y clasificar se están desarrollando.
- Deben comprender ciertos conceptos básicos como números, tamaño, peso, color, textura, distancia, tiempo, y posición (Wilson, 2008)

## **2.4 Evaluación del estado nutricional del preescolar**

El estado nutricional de un individuo es la resultante final del balance entre ingesta y requerimiento de nutrientes. En los niños y especialmente durante el primer año de vida, debido a la gran velocidad de crecimiento, cualquier factor que altere este equilibrio repercute rápidamente en el crecimiento. Por esta razón, el control periódico de salud constituye el elemento más valioso en la detección precoz de alteraciones nutricionales, ya que permite hacer una evaluación oportuna y adecuada.

La evaluación del estado nutricional debe incluir:

- Historia médica y dietética (anamnesis nutricional)
- Examen físico, incluyendo antropometría
- Exámenes de laboratorio

### Historia médica y dietética

La historia medica o clínica es un documento válido, desde el punto de vista clínico y legal, que recoge información de tipo asistencial, preventivo y social.

Además de los datos clínicos que tengan relación con la situación actual del niño, incorpora los datos de sus antecedentes personales y familiares, sus hábitos, y todo aquello vinculado con su salud biopsicosocial. También incluye el proceso evolutivo, tratamiento y recuperación de alguna enfermedad que haya presentado.

Debe considerar datos acerca del crecimiento previo del niño, incluyendo el peso y la talla de nacimiento; esto permite formarse una idea del patrón de crecimiento, el cual no es uniforme y depende de múltiples factores.

El antecedente de patología crónica o de infecciones recurrentes que modifiquen la ingesta, absorción o excreción de nutrientes, o bien, aumenten el gasto energético o las pérdidas nitrogenadas, obliga a una vigilancia nutricional cercana

### Encuesta Nutricional

La encuesta alimentaria debe ser siempre minuciosa, en especial si la impresión general orienta a un trastorno nutricional ya sea por deficiencia o por exceso. En los niños menores, deberá incluir datos sobre duración de lactancia, edad de introducción de alimentación láctea artificial, preparación de biberones (volumen y composición detallada con respecto a tipo y cantidad de ingredientes), total de fórmula recibida en el día, introducción de alimentos no lácteos (tipo, cantidad, preparación), suplementos vitamínicos y minerales e impresión de la madre acerca del apetito del niño.

En niños mayores, es importante consignar el número de comidas, su distribución y el tipo, cantidad y variabilidad de alimentos consumidos, incluyendo jugos, bebidas, golosinas y extras ingeridos entre comidas, tanto dentro como fuera de la casa.

Los resultados de la encuesta nutricional o del balance de ingesta deben compararse con los requerimientos estimados del niño para establecer su adecuación. Es importante consignar antecedentes socioeconómicos y culturales, por su relación con la disponibilidad de alimentos o con patrones dietéticos específicos.

### Examen físico

El examen físico, se define como el conjunto de técnicas de exploración clínica, que sumado a una observación minuciosa y ordenada, dará cuenta del estado de normalidad de salud que presenta el niño. Es un procedimiento indoloro, que requiere de una preparación psicológica del niño.

El examen completo y cuidadoso proporciona elementos valiosos para la evaluación nutricional. En algunos casos, el aspecto general del niño, la observación de las masas musculares y la estimación del panículo adiposo, permiten formarse una impresión nutricional, pero ésta debe objetivarse con parámetros específicos.

Los signos clínicos que orientan a desnutrición proteínica o a carencias específicas dependen de cambios estructurales a nivel tisular y, por lo tanto, son de aparición tardía. Pueden observarse especialmente en la piel y sus anexos, en los ojos y en la boca; en su mayoría son inespecíficos ya que pueden ser causados por carencias de diferentes nutrientes e incluso obedecer a factores externos, como exposición al frío o higiene deficiente.

### Antropometría

Es la técnica más usada en la evaluación nutricional, ya que proporciona información fundamentalmente acerca de la suficiencia del aporte de macronutrientes. Las mediciones más utilizadas son el peso y la talla. Las determinaciones del perímetro braquial y del grosor de pliegues cutáneos permiten estimar la composición corporal, y pueden ser de utilidad cuando se usan en conjunto con el peso y la talla, pero no tienen ventajas si se efectúan en forma aislada, salvo cuando los valores son extremos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el uso de las Curvas de Crecimiento elaboradas por el National Center for Health Statistics (NCHS), donde se obtuvieron datos básicos sobre el crecimiento e información conexas de unos 8 500 niños de muy distintos orígenes étnicos y entornos culturales (Brasil, Estados Unidos de América, Ghana, India, Noruega y Omán). Estas curvas de crecimiento proporcionan una referencia internacional única que corresponde a la mejor descripción del crecimiento fisiológico de todos los niños menores de cinco años. También establecen la alimentación con leche materna como modelo normativo de crecimiento y desarrollo.

El peso como parámetro aislado no tiene validez y debe expresarse en función de la edad o de la talla. La relación peso/edad (P/E) es un buen indicador durante el primer año de vida, pero no permite diferenciar a niños constitucionalmente pequeños. Su uso como parámetro único no es recomendable. Se acepta como normal una variación de  $\pm 10\%$  con respecto al peso esperado (percentil 50 o mediana del standard para la edad), o valores que estén ubicados entre + 1 desviaciones estándar y - desviaciones estándar. Entre - 1 y - 2 desviaciones estándar debe considerarse en riesgo de desnutrición y un peso bajo 2 desviaciones estándar es sugerente de desnutrición. El P/E no debe usarse como parámetro de evaluación nutricional especialmente en mayores de 2 años.

La talla también debe expresarse en función de la edad. El crecimiento lineal continuo es el mejor indicador de dieta adecuada y de estado nutricional a largo plazo. Es importante considerar que es un parámetro muy susceptible a errores de medición, y que por lo tanto, debe ser repetida, aceptándose una diferencia inferior a 5 mm entre ambas mediciones. Se

acepta como normal una talla entre el 95% y el 105% del standard, lo que en las curvas del NCHS corresponde aproximadamente a valores entre percentil 10 y 90 para la edad.

El índice de peso para la talla (IPT) es un buen indicador de estado nutricional actual y no requiere un conocimiento preciso de la edad. Es útil para el diagnóstico, tanto de desnutrición como de sobrepeso y obesidad. Su uso como único parámetro de evaluación puede no diagnosticar como desnutridos a algunos niños que efectivamente lo son (algunos casos de retraso global de crecimiento como por ejemplo). Por ello, se recomienda el uso combinado de los índices peso/talla y talla/edad, lo que permite una evaluación más precisa.

En los estándares del NCHS existen curvas de peso para la talla expresadas en percentiles. Se consideran normales los valores que se ubiquen entre los percentiles 10 y 90, con excepción del primer semestre de vida en que es deseable que los valores se ubiquen entre los percentiles 25 y 75. Los valores bajo el percentil 10 son indicativos de desnutrición y sobre percentil 90 indican sobrepeso.

Cuando no se dispone de tablas peso/talla, este índice puede calcularse de la siguiente manera:

$$\text{IPT (\%)} = \text{peso actual} \times 100 / \text{peso aceptable}^*$$

\*Se considera como peso aceptable el peso esperado (p 50) para la talla observada.

El IPT calculado de esta manera es más preciso y a nivel clínico, permite una mejor evaluación y seguimiento.

Un IPT entre 90 y 110% se considera normal; los criterios para catalogar severidad de la desnutrición no son uniformes, pero en general se acepta que un índice menor de 90% indica desnutrición y uno menor de 75% sugiere desnutrición grave. Un IPT mayor de 110 indica sobrepeso y uno superior a 120 es sugerente de obesidad.

El índice de masa corporal (IMC) [ peso(kg) / talla(m<sup>2</sup>)] se ha sugerido como un mejor indicador de estado nutricional en mayores de 10 años y adolescentes, pero los puntos de corte definidos internacionalmente para clasificar el estado nutricional en adultos, no son aplicables en el niño debido a la variabilidad de la composición corporal en el proceso de desarrollo.

Existen distintas curvas de IMC para población de 0 - 18 años, la OMS estableció un patrón de referencia recomendable para uso internacional en menores de 5 años, la sugerencia para el

diagnóstico de sobrepeso y obesidad, se establece en el percentil de IMC 85 y 97 respectivamente

El perímetro braquial se ha usado como técnica de "screening" de desnutrición a nivel masivo, especialmente en preescolares, por ser de fácil medición y experimentar poca variación entre uno y cuatro años. Debe medirse en el brazo izquierdo, en el punto medio entre el acromion y el olécranon, usando una huincha inextensible delgada. Si se usa en combinación con la medición del pliegue tricípital permite calcular perímetro muscular y área muscular braquial, que son indicadores de masa magra. Su principal aplicación está en la evaluación seriada de niños en recuperación o en asistencia nutricional, asociado a otros indicadores.

La medición de pliegues cutáneos es un indicador de masa grasa y por lo tanto, especialmente útil en el diagnóstico de obesidad. Los pliegues pueden medirse en diferentes sitios; a nivel pediátrico el más usado es el pliegue tricípital. Se mide en el brazo izquierdo, en el punto medio entre acromion y olécranon, en cara posterior, teniendo la precaución de no incluir el músculo en la medición. Para medirlo, se requiere de un evaluador entrenado y un calibrador ("caliper") especialmente diseñado. El más difundido es el caliper Lange.

El diagnóstico de obesidad se plantea con valores sobre percentil 90. La medición simultánea de varios pliegues cutáneos (tricípital, bicipital, subescapular y suprailíaco) permite una estimación aproximada del porcentaje de masa grasa.

### Exámenes de laboratorio

En la mayoría de los casos sólo son necesarias algunas determinaciones de laboratorio para completar la evaluación del estado nutricional.

La desnutrición proteínica (kwashiorkor), de origen alimentario es excepcional en nuestro medio. La aparición de signos clínicos sugerentes como edema o hepatomegalia, es tardía. La desnutrición proteínica o visceral que se observa es mayoritariamente secundaria a otra patología.

El índice de mayor valor para la evaluación de las proteínas viscerales es la albúmina plasmática. Su nivel tiene buena correlación con el pronóstico de morbimortalidad de los pacientes. Se considera normal un valor igual o superior a 3 g/dl en menores de un año, y 3.5 g/dl en edades posteriores. Dado que la vida media de la albúmina es de 14 a 20 días, puede no reflejar cambios recientes en la suficiencia proteínica. Sin embargo, es necesario considerar

que sus niveles tienden a bajar por redistribución en situaciones de stress, en cuyo caso un valor bajo no implica deficiencia proteínica.

El hematocrito y la hemoglobina son los exámenes más simples para investigar carencia de hierro; si sus valores resultan inferiores al mínimo aceptable para la edad, debe efectuarse frotis sanguíneo para estudiar la morfología del glóbulo rojo y en casos seleccionados, efectuar exámenes complementarios (ferremia, TIBC, ferritina sérica, protoporfirina eritrocítica). El frotis también puede hacer sospechar otras carencias específicas (folatos, vitamina B12, cobre, vitamina E).

Frente a la sospecha de raquitismo, son de utilidad las determinaciones de calcio y fósforo séricos, de fosfatasas alcalinas y la radiografía de muñeca. Los exámenes que permiten determinar niveles específicos de oligoelementos y vitaminas, están indicados sólo en algunos casos puntuales y su utilidad es limitada. (Hodgson, 2005.)

### **2.3 Composición corporal del preescolar**

Para hacer una valoración del estado de nutrición del ser humano es preciso considerar el cuerpo dividido en compartimentos. A este conjunto de compartimentos es a los que nos referimos cuando hablamos de la composición corporal.

A lo largo de toda la vida del individuo se van produciendo cambios en la composición corporal al igual que en el funcionamiento de todos los órganos.

En la infancia se producen modificaciones corporales con un mayor crecimiento de las extremidades inferiores en relación al tronco. Hay factores determinantes que influyen en la composición corporal y morfología en la infancia como son los genes específicos de cada sexo.

La adolescencia es otra etapa donde se producen cambios importantes en la composición corporal, hay una aceleración del crecimiento en longitud y un aumento de la masa corporal total, presentando diferencias según el sexo en cuanto a cronología e intensidad.

Hacia los 10 años, las niñas han alcanzado el 84 % de la altura del adulto y los niños sólo el 78 %. En cuanto al peso corporal los niños a esta edad tienen el 55 % y las niñas el 59 % del adulto. El aumento en la masa grasa y muscular se va apreciar por el desarrollo de los hombros en los niños y las caderas en las niñas, en ellas la grasa corporal total aumenta casi en un 120 % antes de la primera regla (menarquia), sin embargo en el varón es entre los 10 y 20 años cuando aumenta su masa corporal libre de grasa en 35 kg, mientras que en la mujer lo hace sólo en la mitad unos 18 kg.

Tiende a aumentar la masa grasa corporal entre los 40 y 50 años, tanto en varones como en mujeres y continúa aumentando hasta llegar a los 70 -75 años. También se modifica la distribución puesto que suele acumularse más en el tronco que en las extremidades, y ocurre lo mismo en los órganos internos.

En la edad adulta la masa magra evoluciona hasta llegar a su punto álgido que se produce alrededor de los 30 años, en los varones, las mujeres la mantienen aproximadamente hasta los 50 años que es cuando empieza a descender, aunque de forma más lenta que en los hombres. Respecto a la masa ósea es Entre los 30 -35 años se consigue el punto más alto de masa ósea, y es a partir de este momento cuando empieza a descender. En las mujeres este descenso puede precipitarse con la aparición de la menopausia y posteriormente es cuando se producen distintos grados de osteoporosis. (Lorenzo, 2001)

### **2.3.1 Cambios en la composición corporal y riesgo nutricio**

En el hombre, como en otros mamíferos, ocurren cambios importantes durante el crecimiento y desarrollo.

#### Agua

Constituye 82% del peso sin grasa en el lactante a término y 72% en el adulto. En el momento del nacimiento, el líquido extracelular representa alrededor de 45% del peso corporal. La proporción disminuye en forma abrupta durante los dos primeros meses a medida que se eleva la fracción intracelular. Aunque el agua total alcance la proporción del adulto durante los primeros meses, la del agua extracelular disminuye con lentitud hasta la pubertad.

#### Proteínas

Hasta hace poco se afirmaba que el crecimiento ocurría entre fases:

1. Vida fetal temprana – hiperplasia rápida (aumento del número de células)
2. Vida fetal tardía y post natal temprana – hiperplasia e hipertrofia (aumento en el tamaño celular)
3. Post natal tardía – hipertrofia y síntesis de proteínas.

Cierta evidencia sugería también que en la fase 2 la desnutrición podría producir disminución permanente del número de células (por Ej. En el SNC) o bien, que la ingestión excesiva de energía podía provocar un incremento permanente en el número de células (por Ej. En tejido adiposo). Los experimentos controlados en forma más estricta no han demostrado esta

progresión inequívoca de fases de crecimiento y han hecho dudar de la hipótesis que implica que una nutrición deficiente afecta el número de células. Durante la lactancia, con la disminución de peso corporal debida al agua, el contenido proteínico de los tejidos importantes aumenta de 12% al nacer hasta alrededor de 24% en la edad madura.

### Grasas

La proporción de peso corporal debida a la grasa aumenta, de 5% en el momento del nacimiento, a 10% o más hacia los tres meses al disminuir el agua corporal.

Durante los siguientes seis meses de vida, el niño adelgaza y adquiere mayor superficie corporal. El período de rebote de adiposidad (adiposity rebound) describe el momento en el cual la curva del índice de masa corporal (IMC) comienza a aumentar después de un punto muy bajo que ocurre entre los 6 y 7 años. El comienzo de este rebote de adiposidad parece asociarse con un incremento de grasa en la vida adulta.

### Marasmo

El retraso del crecimiento y la emaciación de la grasa subcutánea y de los músculos son características constantes. El peso está más afectado que las medidas esqueléticas, como talla, circunferencia torácica. La emaciación puede cuantificarse midiendo la circunferencia del brazo y los pliegues cutáneos.

### Kwashiorkor

Sus características constantes son crecimiento insuficiente, conservación de grasa subcutánea con emaciación de los músculos, edema y cambios psicomotores. Como en el marasmo, el peso está más afectado que el crecimiento esquelético. (Jiménez Ramos, 2005)

## **2.4 Uso de la impedancia bioeléctrica para evaluar la composición corporal**

La impedancia bioeléctrica (IBE) se basa en la medición de la impedancia, la cual está compuesta de dos elementos: la resistencia y la reactancia a través de una o más frecuencias eléctricas. La resistencia (R) es la oposición de un fluido a una corriente alterna, en este caso a través de las soluciones intra y extracelulares y la reactancia (Xc), es la fuerza que se opone al paso de una corriente a causa de un conductor, dado también en este caso por la polaridad de las membranas celulares. El arco tangente entre la resistencia y la reactancia en un circuito en serie o paralelo se llama ángulo de fase ( $^{\circ}F$ ).

La R es inversamente proporcional al contenido de líquidos y electrolitos del cuerpo humano, mientras que la Xc mide la conductividad de las membranas celulares. Los valores de R y Xc permiten obtener a través de diversas ecuaciones de predicción, la masa libre de grasa (MLG), agua corporal total (ACT) y la masa grasa (MG).

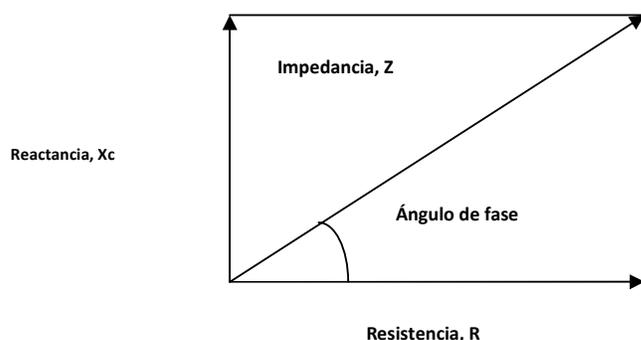
Para la medición de la IBE, se colocan dos "electrodos emisores" por los cuales se hace pasar una pequeña corriente alterna, conformando así un circuito bioeléctrico en donde el componente principal es el cuerpo humano. Simultáneamente, se ponen en contacto con el cuerpo otros dos electrodos, llamados "electrodos sensores" que miden el voltaje producido por el flujo de corriente alterna entre los dos puntos del cuerpo humano donde están localizados dichos electrodos sensores.

#### 2.4.1 El ángulo de fase como herramienta para el diagnóstico del estado nutricional

El arco tangente entre la resistencia y la reactancia en un circuito en serie o paralelo se llama ángulo de fase ( $^{\circ}F$ ). La Resistencia (R) es inversamente proporcional al contenido de líquidos y electrolitos del cuerpo humano, mientras que la Reactancia (Xc) mide la conductividad de las membranas celulares. (Gráfica 3)

Para poder obtener el  $^{\circ}F$  se necesita conocer la resistencia (R) que es la oposición de un fluido a una corriente alterna, en este caso a través de las soluciones intra y extracelulares y la reactancia (Xc), que es la fuerza que se opone al paso de una corriente a causa de un conductor, dado también en este caso por la polaridad de las membranas celulares.

La *impedancia bioeléctrica* (Z) es el resultado de dos vectores representando R y Xc mostrados en la figura 3, donde se puede observar que el ángulo de fase es el ángulo entre Z y R. Entre mayor sea la reactancia, mayor será el ángulo de fase para una resistencia dada. (Arellano, 2006)

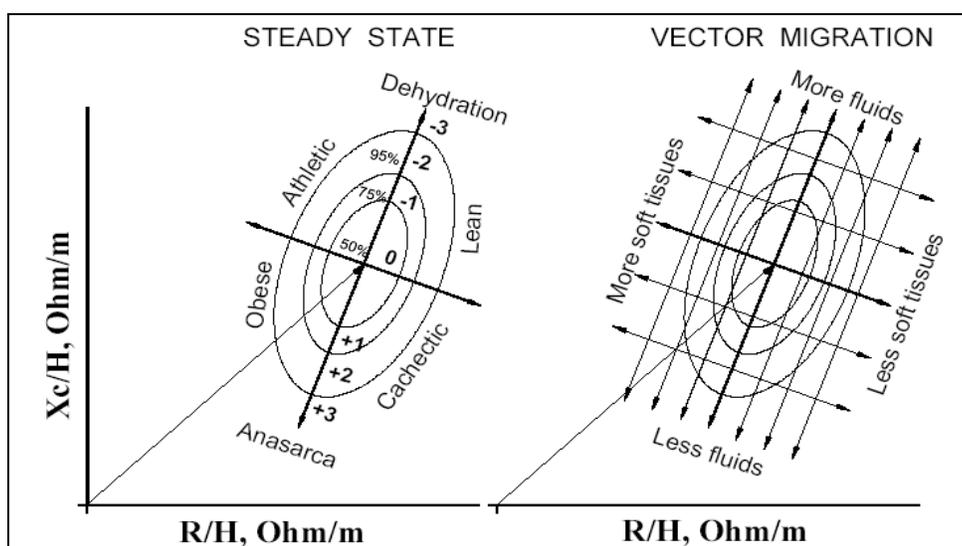


Gráfica 3. Grafico del ángulo de fase. Referencia: Espinosa Cuevas 2006.

El ángulo de fase tiene diversas aplicaciones tales como: identificar sujetos con riesgos a la salud asociados a niveles excesivamente elevados o bajos de grasa corporal total, así como a un exceso de grasa intraabdominal; monitorizar los cambios en la composición corporal asociados a cierto tipo de enfermedades y evaluar la efectividad de programas de intervención nutricia y de ejercicio físico, dando lugar a la formulación de recomendaciones específicas tanto dietéticas como de actividad física. (Espinosa Cuevas 2006)

#### 2.4.2 Bioimpedancia Vectorial (BIVA, Bioelectrical Impedance Vector Analysis)

El método se basa en el análisis de la distribución bivariada del vector de impedancia en una población sana. Dicho método considera a la R y a la Xc como miembros del vector de impedancia (Z), así como el ángulo de fase. Los dos componentes de la impedancia estandarizados por la estatura (R/E, Xc/E) se pueden representar en coordenadas rectangulares, lo que permite visualizarlos como dos variables que forman la distribución normal (Gaussiana) bivariada. Las correlaciones entre estas dos variables determinan la forma elipsoidal de la distribución, a lo que se le llama gráfica RXc. Esta distribución normal está realizada en población sana, de la cual se desprenden tres percentiles de referencia o elipses de tolerancia al 50%, 75% y 95% que representan la normalidad de los componentes corporales. (Gráfica 4).



Gráfica 4. Correlación R y Xc en el grafo RXc. Referencia: Nescolarde 2003.

En el análisis de vectores de impedancia bioeléctrica (VIBE) las dos medidas R y Xc, conseguidas por el analizador de IBE, son consideradas simultáneamente como miembros del vector impedancia Z. El vector de un nuevo sujeto, estandarizado por la estatura, es confrontado por vía gráfica (Gráfica RXc) con la distribución de los vectores de la población sana de referencia. En el método VIBE no se realizan asunciones de isotropía de los tejidos ni sobre modelos de tejidos o del cuerpo.

La elipse de confianza es el intervalo de inferencia estadística para un parámetro investigado dado. Es la región en el espacio del parámetro en el cual se asigna la probabilidad de 100% en la que el vector parámetro cae dentro. La elipse de tolerancia es el intervalo de probabilidad dentro del cual una proporción específica de una distribución caerá con una probabilidad fija del 100%. El intervalo de los cuartiles se puede utilizar para decidir dónde las observaciones particulares son de la misma población de una muestra previa, utilizada para determinar el intervalo. (Nescolarde, L. 2003)

El método proporciona resultados cualitativos que pueden ser visualizados como vectores e interpretados de la siguiente manera:

1. Las variaciones de la hidratación sin alteraciones en la estructura de los tejidos (edema o deshidratación), se asocian con un acortamiento o un alargamiento del vector de impedancia a lo largo del eje mayor de las elipses de tolerancia.
2. Las variaciones de la cantidad de los tejidos blandos (magros y adiposos), se asocian con un desplazamiento del vector en la dirección del eje menor de las elipses, con un progresivo aumento (obesos y atletas muy magros) o reducción (desnutrición—caquexia, anorexia) del ángulo de fase.
3. Las variaciones combinadas de hidratación y estructura de los tejidos están asociadas con migraciones del vector a lo largo de las dos direcciones principales de los ejes. (Gráfica 4)

Asimismo, permite hacer tres posibles clases de evaluación de impedancia:

1. Comparación entre grupos de pacientes utilizando las elipses de confianza bivariadas de 95% de los vectores medidos (Gráfica RXc media).

2. Evaluación de un vector simple medido la primera vez en un individuo, graficando el punto del vector en las elipses de tolerancia bivariada de referencia (Gráfica RXc de punto).
3. Evaluación del seguimiento del paciente, graficando sobre las elipses de tolerancia las mediciones sucesivas de los vectores de impedancia con fines de seguimiento (Gráfica RXc de trayectoria).

### **2.4.3 Estudios de vectores de impedancia bioeléctrica y composición corporal**

En el 2006 Espinosa y colaboradores realizaron un estudio utilizando vectores de impedancia bioeléctrica para la composición corporal en población mexicana el cual tuvo como objetivo realizar elipses de tolerancia a partir de las variables estandarizadas por la estatura las cuales pueden ser utilizadas en la población mexicana para determinar la composición corporal y comparar dichas elipses con las de otras elipses realizadas en otras poblaciones.

Se evaluó la composición corporal por impedancia bioeléctrica (IBE) en 439 sujetos (204 hombres y 235 mujeres), de 18 a 82 años de edad, con un IMC entre 18–31, utilizando un impedanciómetro Quadscan 4000. A partir de las mediciones de resistencia, reactancia y ángulo de fase se obtuvieron vectores de impedancia bioeléctrica para realizar elipses de tolerancia.

*Resultados.* La edad promedio de los hombres fue de  $47.1 \pm 16$  años y  $42.4 \pm 13$  para las mujeres, el peso promedio ( $73.4 \pm 9$  vs.  $60.1 \pm 8$ ) y la estatura (1.68 vs. 1.55 m) fueron significativamente mayores en hombres que en mujeres ( $p < 0.002$ ). Las mujeres en comparación con los hombres, presentaron valores mayores de impedancia ( $622.96 \pm 66.16 \Omega$  vs.  $523.59 \pm 56.56 \Omega$ ) y resistencia ( $618.96 \pm 66.10 \Omega$  vs.  $521.73 \pm 61.97 \Omega$ ), así como de resistencia y reactancia estandarizadas por la estatura ( $398.24 \pm 46.30 \Omega/m$  vs.  $308.66 \pm 38.44 \Omega/m$ ) ( $44.32 \pm 7.14 \Omega/m$  vs.  $39.75 \pm 6.29 \Omega/m$ ), respectivamente, presentando en todas éstas una diferencia significativa ( $p < 0.0001$ ). De igual manera, la reactancia fue mayor en el grupo femenino; sin embargo, esta diferencia no alcanzó significancia estadística ( $68.96 \pm 11.17$  vs.  $67.18 \pm 10.3$ ;  $p = 0.0861$ ).

El ángulo de fase fue mayor en los hombres que en las mujeres, con una diferencia estadísticamente significativa ( $7.33^\circ \pm 0.88$  vs.  $6.36^\circ \pm 0.97$ ;  $p < 0.0001$ ). Las elipses de tolerancia (50%, 75% y 95%) elaboradas en población italiana sana fueron probadas para la

población mexicana, encontrando que éstas tienden a situarse en el extremo superior de las elipses de poblaciones mexicoamericanas e italianas de referencia con una diferencia significativa  $p < 0.05$ , por lo que se realizaron nuevas elipses de tolerancia para población mexicana.

*Conclusiones.* Los vectores de la población mexicana fueron significativamente diferentes al ser comparados con las existentes, apoyando la necesidad de realizar elipses de tolerancia específicas para cada población para la evaluación de la composición corporal. (Espinosa Cuevas, 2007)

Otro estudio realizado con el método de vectores también en población adulta fue realizado por Marcela Patricia Arellano Salazar y colaboradores en el año 2006 en el cual se evaluó la salud de individuos mayores de 40 años estudiando su composición corporal mediante estudios comparativos de impedancia bioeléctrica convencional y vectorial, asimismo determinó el riesgo de enfermedades cardiovasculares y sarcopenia. Participaron un total de 160 adultos de la ciudad de Querétaro, de los cuales el 76% fueron mujeres y el 24% hombres, con rangos de edad de 40 a 80 años. La estatura promedio fue de 1.56 m en mujeres y 1.67 m en hombres, en cuanto al peso las mujeres presentaron un valor promedio de 68 Kg y los hombres 81 Kg. El índice de masa corporal (IMC) promedio fue de  $29.5 \text{ Kg/m}^2$ , encontrándose dentro del rango de sobrepeso.

Para la población queretana estudiada se observó que el 27% se encontró dentro de los rangos normales de peso para su estatura y el 73% presentó algún grado de sobrepeso u obesidad, según el IMC. Esta tendencia fue confirmada por la bioimpedancia convencional y vectorial, en donde se comprobó que la mayoría de los participantes fueron clasificados con altos niveles de grasa o bien como obesos (49%). Sólo un 30% del los participantes fue clasificado como atleta en base al análisis de su composición corporal por BIVA, ajustado por la estatura de los participantes.

La grasa corporal mostró una tendencia a disminuir después de los 50 años en los hombres, pero se observó lo contrario en mujeres. Se corroboró también que a medida que aumenta la edad, la funcionalidad de las células musculares disminuye usando el ángulo de fase como indicador. La calidad de la masa muscular en las mujeres mostró un deterioro en la edad de la perimenopausia y a partir de los 65 años. Para el sexo masculino la misma situación se observa a partir de los 50 años. Con respecto al riesgo de enfermedades cardiovasculares, el 48% de la población esta en peligro de padecer alguna de éstas enfermedades. (Arellano Salazar, 2006)

En el año 2008 Patricia Rodríguez N. y colaboradores estudiaron transversalmente una población clínicamente sana, de edad comprendida entre 4 y 6 años, de 230 niños (118 varones y 112 niñas), que concurrían a Jardines Integrales de La Matanza, Argentina. En los cuales se determinó el índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de cintura (Cci) y el contenido de grasa corporal, expresado como porcentaje, por Impedancia Bioeléctrica (BIA) (Maltron BF-900) y por DXA (densitómetro Lunar DPX-L, soft-ware pediátrico).

En IMC y Cci no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos, pero sí en el porcentaje de grasa corporal por BIA o DXA. La correlación entre BIA y ambos métodos antropométricos fue moderada ( $r$  de Pearson= 0.43-0.53), al igual que entre DXA y Cci ( $r= 0.66$ ), mientras que las demás correlaciones fueron fuertes ( $r= 0.71-0.83$ ). Las medidas obtenidas por BIA y DXA no concordaron (prueba de Bland Altman); sin embargo, las diferencias se distribuyeron en forma homogénea a lo largo del eje horizontal e independientemente de las medias. BIA reprodujo valores más bajos de porcentaje de grasa corporal que DXA ( $p < 0.0001$ ).

Con este estudio se concluyó que existe buena correlación entre los métodos antropométricos sencillos y la bioimpedancia y DXA. Sin embargo, los resultados no son intercambiables, incluso entre BIA y DXA. (Rodríguez N., 2008)

Eso en Argentina sin embargo, son escasos los estudios con este tipo de método en niños preescolares o escolares en el estado y en el país. Están siendo desarrolladas ecuaciones de predicción para las gráficas de vectores en preescolares y escolares mexicanos por investigadores de Instituto Nacional de Nutrición y Ciencias Médicas Salvador Zubirán. . (Publicación en proceso de la Dra. Ángeles Espinosa) las cuales fueron utilizadas para este trabajo de tesis.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Determinar el estado nutricional de 256 preescolares de 4 a 6 años inscritos en el plantel Josefa Vergara del municipio de Querétaro mediante técnicas antropométricas e IBE.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Determinar el estado nutricional de los preescolares mediante antropometría (peso, talla, cintura, tríceps).

Identificar riesgos nutricionales (desnutrición, edema, adiposidad o delgadez) en base al análisis de vectores de IBE en el preescolar.

### **IV.- METODOLOGÍA**

#### **4.1 Tipo de estudio**

El presente es un estudio de tipo transversal.

#### **4.2 Universo de estudio**

Niños preescolares de 4 a 6 años de edad, de ambos sexos, inscritos en el plantel de nivel preescolar Josefa Vergara del municipio de Querétaro.

#### **4.3 Tamaño de muestra**

256 niños y niñas de la edad citada.

#### **4.4 Criterios de inclusión:**

- Preescolares de 4 a 6 años, de ambos sexos, sin enfermedades conocidas al inicio del estudio, inscritos en el preescolar Josefa Vergara del municipio de Querétaro.

#### **4.5 Criterios de exclusión:**

- Todos los preescolares mayores a seis años de edad.
- Aquellos preescolares que presenten patologías crónicas y/o incapacidades físicas que impida realizarles las mediciones.
- Aquellos preescolares cuyos padres no acepten que participen en la investigación.

- Aquellos preescolares que no cubran con algún criterio de inclusión.

#### **4.6 Criterios de eliminación:**

- Aquellos preescolares que no cubran todas las evaluaciones requeridas durante el estudio.
- Aquellos preescolares que voluntariamente decidan no participar una vez que iniciaron el estudio.

#### **4.7 Diseño del estudio**

Para llevar a cabo el estudio se asistió a la instancia infantil Josefa Vergara. Para informar el interés que se tenía de hacer partícipes a los niños en el estudio, se realizó una junta informativa con los directores de la institución y se explicó en que consistiría dicho estudio, al aceptar la propuesta se realizó una junta con los padres de familia para brindar la misma información y entregar un consentimiento informado (incluido en la parte de anexos) para que fuera firmado por aquellos que aceptaran que sus hijos fueran partícipes del programa.

Previo consentimiento informado y estandarización en los métodos de evaluación, se citó a los niños mediante una circular enviada previamente a los padres de familia para informar las condiciones en que serían enviados para realizar todas las mediciones necesarias en las instalaciones de la escuela.

##### **4.7.1 Técnicas de estudio**

Se evaluó un grupo de preescolares entre los 4 y 6 años de edad aparentemente sanos y que no presentaron problemas clínicos condicionantes de fluctuaciones hídricas.

Se eliminaron de la muestra aquellos que estuvieran fuera de los rangos de edad establecidos, así como aquellos que no cumplieran con las características requeridas para las mediciones del análisis de IBE.

- a) Evaluación antropométrica.

Todos fueron sometidos a mediciones de peso, talla, cintura, tríceps e IBE. El peso se midió con una báscula marca SECA erecta modelo 844 digital, la talla se midió con un estadímetro marca SECA, la cintura se midió con una cinta de fibra de vidrio SECA y el tríceps con un plicómetro de Lange.

La técnica para medir el peso fue la siguiente:

- Se colocó la báscula en el piso previamente calibrada.
- Se colocó al niño sobre la báscula con los pies sin zapatos en el centro de la misma, con las puntas ligeramente separadas y brazos a los lados del cuerpo.

La técnica para medir la estatura fue la siguiente:

- El niño se colocó recargado en la pared donde se colocó el estadímetro.
- Se realizó la medición de pie, sin zapatos con las puntas ligeramente separadas, brazos a los lados del cuerpo, con la cabeza en forma erguida y sin adornos sobre ella que dificultaran la medida.

Con estos datos se determinó el índice de masa corporal (IMC) de los niños para el diagnóstico de su estado nutricional, con base en la nueva clasificación del CDC 2007, para edades de 2 – 18 años de edad donde en base a percentil:

< 5 indica bajo peso

5 – 85 indica normalidad

>85 indica riesgo de sobrepeso

>97 indica sobrepeso o riesgo de obesidad

No se utilizó la clasificación de la OMS debido a que el programa de evaluación antropométrica aún no está disponible para su uso en grupos o poblaciones y sólo permite la evaluación individual de sujetos.

Se determinó algún tipo de desnutrición en base a las tablas de peso para talla y edad de la OMS 2006 donde:

< - 2 Z talla/edad = desmedro o talla baja

< - 2 Z peso/edad = bajo peso

< - 2 Z peso/talla/edad = emaciación

La distribución de grasa corporal se obtuvo mediante la medición de cintura estableciendo una curva de distribución de valores percentilares de cintura de la población de estudio mediante el programa StarView 5.0.1 1998 la cual servirá de referencia futura para niños queretanos de esta edad.

La técnica utilizada para medir la circunferencia de cintura fue la siguiente:

- Se descubrió la cintura y se colocó al niño de pie en posición erguida, con los pies juntos y puntas separadas, con los brazos a los lados y el abdomen relajado.
- Se colocó la cinta métrica en forma horizontal a nivel del ombligo ejerciendo una mínima presión.
- El niño realizó una respiración profunda y al momento de sacar el aire se tomo la medida en centímetros aproximando hasta milímetros.

El percentil de grasa corporal se obtuvo mediante pliegue de tríceps estableciendo la curva de distribución de la población de estudio en base al programa StarView 5.0.1 1998 la cual servirá de referencia para niños queretanos de esta edad.

Ya que la OMS no determina una referencia de tríceps ni cintura para menores de 5 años.

La técnica para medir el pliegue del tríceps fue la siguiente:

- Se colocó al niño de pie de forma erguida con los brazos a los lados.
- Se descubrió el brazo izquierdo del niño y se midió con una cinta métrica la altura del hombro (acromio) hasta el codo (olecranon) y se colocó una pequeña seña justo a la mitad.
- El medidor tomó el pliegue con los dedos pulgar e índice de su mano izquierda y con su mano derecha tomó el plicómetro y observó la medida.

#### b) Medición de Impedancia Bioeléctrica (IBE)

La IBE se tomó con un impedanciómetro multifrecuencia modelo BIA 103 de JRL systems. La medición de IBE se realizó de la siguiente manera:

- Los niños se colocaron recostados boca arriba, con los brazos y las piernas separados del cuerpo y las palmas de las manos hacia abajo.

- Los electrodos se ubicaron en par en las extremidades derechas, situados en el dorso de la mano y el pie próximos a las articulaciones falange–metacarpales y falange–metatarsiales y en la apófisis estiloide de la muñeca y entre el maleólo medial y lateral del tobillo, por los cuales se introdujo una corriente multifrecuencia imperceptible.

Las condiciones que se propusieron para que las mediciones fueran llevadas a cabo fueron:

- Ayuno nocturno o haber evitado consumir alimentos y bebidas durante las cuatro horas anteriores a la medición.
- No haber hecho ejercicio extenuante 24 horas antes de la medición.
- No tener objeto metálico alguno en el cuerpo.
- Haber orinado antes de la medición.

El programa utilizado para realizar las gráficas de las elipses de confianza fue BIVA tolerance, el análisis se realizó por edades y por sexo debido a que el programa así lo requiere.

Las elipses de confianza son el intervalo de probabilidad dentro del cual una proporción específica de una distribución caerá con una probabilidad fija del 100%.

El método proporciona resultados cualitativos que pueden ser visualizados como vectores e interpretados de la siguiente manera:

1. Las variaciones de la hidratación sin alteraciones en la estructura de los tejidos (edema o deshidratación), se asocian con un acortamiento o un alargamiento del vector de impedancia a lo largo del eje mayor o eje “Y” de las elipses de tolerancia.
2. Las variaciones de la cantidad de los tejidos blandos (magros y adiposos), se asocian con un desplazamiento del vector en la dirección del eje menor o eje “X” de las elipses, con un progresivo aumento (obesos y atletas muy magros) o reducción (desnutrición–caquexia, anorexia) del ángulo de fase.

El análisis de los datos de bioimpedancia se realizó en base a los siguientes criterios.

1. Evaluación de un vector simple medido la primera vez en un individuo, graficando el punto del vector en las elipses de tolerancia bivariada de referencia (Gráfica RXc de punto).

2. Comparación entre grupos de pacientes utilizando las elipses de confianza bivariadas de 95% de los vectores medidos (Gráfica RXc media).

La interpretación de los puntos ubicados en las elipses de tolerancia es la siguiente:

- Elipse de tolerancia 50% = rango de normalidad
- Elipse de tolerancia 75% = rango de normalidad
- Elipse de tolerancia 95% = rango de normalidad con riesgo de...

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Resultados

En este estudio participaron un total de 256 preescolares de 4 a 6 años de edad de la ciudad de Querétaro, 130 del sexo masculino y 126 del sexo femenino. Las características generales de la población de estudio se muestran en la tabla 1

TABLA 1. Características generales de la población (n = 256)

Característica	Media	Desv. Estándar
Edad (meses)	61.61	6.32
Peso (kg)	19.55	4.14
Talla (cm)	108.81	5.69
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	16.33	2.65
Pliegue tríceps (mm)	12.16	4.75
Circunferencia cintura (cm)	53.29	6.45
Impedancia	780.89	76.87
Resistencia	775.95	77.25
Reactancia	83.86	24.40
Angulo de fase	6.22	1.90

La distribución de la población por sexo se muestra en la tabla 2

TABLA 2. Características de la población por sexo

	hombres (n = 130) 50.78%		mujeres(n = 126) 49.2%	
	Desviación		Desviación	
Característica	Media	Estándar	Media	Estándar
Edad (meses)	61.7	6.43	61.5	6.23
Peso (kg)	19.97	4.54	19.11	3.65
Talla (cm)	109.45	5.67	108.15	5.65
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	16.55	2.78	16.11	2.51
Pliegue tríceps (mm)	11.29	5.09	13.07	4.21
Circunferencia cintura (cm)	53.55	6.99	53.02	5.87
Impedancia	764.82	76.06	797.46	74.43
Resistencia	760.61	76.16	791.78	75.45
Reactancia	77.94	18.39	89.97	28.14
Angulo de fase	5.88	1.43	6.56	2.25

La distribución de los parámetros antropométricos evaluados en base al estado nutricional de los preescolares estudiados se muestra en la tabla 3:

TABLA 3. Características de la población por estado nutricional

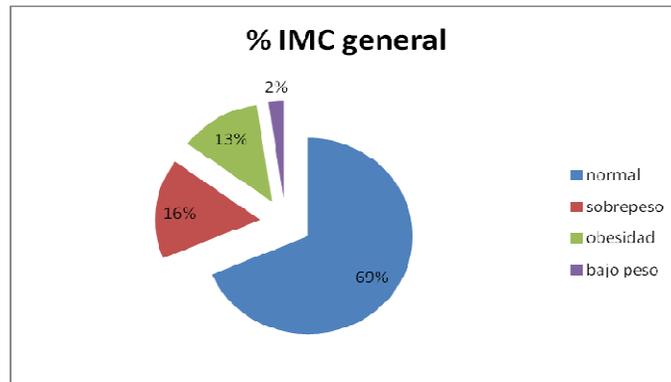
Característica	Normal (n = 176)		Sobrepeso (n =42 )		Obesidad (n=32)		Valor de p
	Desviación		Desviación		Desviación		
	Media	Estándar	Media	Estándar	Media	Estándar	
Edad (meses)	61.8	6.42	61.16	6.45	61.84	6.02	
Peso (kg)	17.89	2.12	21.27	2.49	27.27	4.68	
Talla (cm)	108.11	5.44	109.8	5.66	112.59	4.86	
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	15.18	1.40	17.56	0.57	21.44	2.95	
Percentil IMC	5 - 85		>85		>97		
Pliegue tríceps (mm)	10.39	2.63	13.69	3.61	20.61	5.74	< 0.0001
Percentil PT	5 - 75		>75		>90		
Circunferencia cintura (cm)	50.49	2.82	56.10	3.76	66.08	6.86	< 0.0001
Percentil CC	5 - 75		>75		>90		
Impedancia	799.57	71.23	750.69	64.46	706.95	64.89	< 0.0001
Resistencia	794.84	71.94	744.99	63.72	702.59	64.77	< 0.0001
Reactancia	83.65	20.92	87.02	32.70	76.27	18.79	< 0.0001
Angulo de fase	6.07	1.74	6.66	2.30	6.20	1.50	< 0.0001

#### PERCENTIL DE IMC Y ESTADO NUTRICIO

El promedio de percentil de IMC de toda la muestra estuvo en 60.09 lo cual significa que la mayoría se ubica en el percentil de normalidad.

Y por edades fue de 60.16 a los 4 años, 59.65 a los 5 años, 63.14 a los 6 años lo cual significa en las edades de 4 y 5 años el peso de los niños sigue siendo muy parecido pero se comienza a diferenciar a los 6 años ya que su IMC empieza a tener un aumento en comparación con los otros años.

Para la población de preescolares estudiada se observó que el 68.40% se encontró dentro de los rangos normales de IMC, el 16.40% se encontró dentro del rango de sobrepeso y el 12.5% presentó algún grado de obesidad sólo el 1.20% se encontró dentro del rango de bajo peso por encontrarse en el percentil <5 de IMC y el mismo porcentaje para talla baja presentando la talla para la edad por debajo de -2Z. (Gráfica 5)



Gráfica 5. porcentaje de IMC de la población general.

Esta gráfica demuestra que aunque la mayoría de la población tiene un IMC normal, el porcentaje de sobrepeso y obesidad sobrepasa la media nacional para la edad (5% de acuerdo a la ENSANUT 2006). La edad preescolar es una etapa de la vida donde debido al rápido crecimiento hay mayor predisposición a déficit nutricionales, sin embargo en esta población se presenta en muy baja proporción comparado con el problema de nutrición por exceso.

TABLA 4. Valores promedio de IMC por edad y sexo

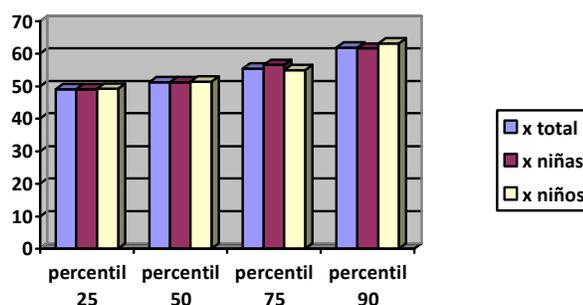
Característica	Hombres		Mujeres		Valor de p
	Media IMC (valor percentilar)	Desviación Estándar	Media IMC (valor percentilar)	Desviación Estándar	
IMC 4 años	57.64	32.34	62.57	27.39	< 0.0001
IMC 5 años	58.08	31.21	61.24	27.89	< 0.0001
IMC 6 años	71.47	17.94	46.50	27.24	< 0.0001
Percentil	5-85 Normal	85 -97 Sobrepeso	>97 Obesidad		

## CINTURA

Los valores promedio de los percentiles de cintura se muestran en la siguiente tabla y gráfica:

Tabla 5. Valores promedio (cms) de los percentiles de cintura, general y por sexo.

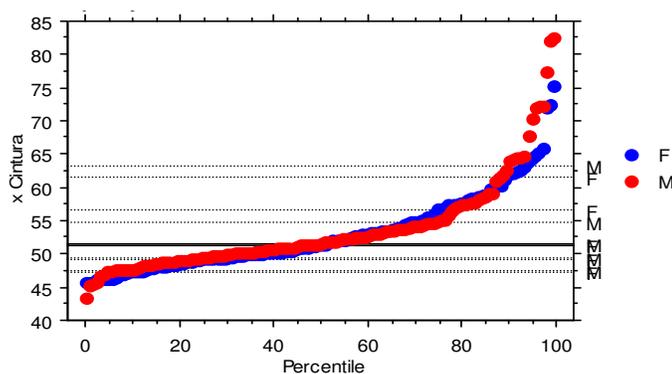
	x Cintura: Total	x Cintura: F	x Cintura: M
10	47.400	47.237	47.483
25	49.133	49.033	49.300
50	51.317	51.217	51.450
75	55.500	56.600	54.867
90	61.940	61.647	63.233



Gráfica 6. Valores promedio de los percentiles de cintura general y por sexos.

En esta tabla se observa un incremento lógico del valor (cm) de la circunferencia de cintura en el grupo con cada valor percentilar. Siendo muy poca la diferencia entre sexos a excepción del percentil 75 y 90 donde se empieza a diferenciar un sexo de otro.

La curva de distribución de los valores de cintura (cms) para la población de estudio de ambos sexos, se muestra en la siguiente gráfica en la cual la desviación se inclina hacia la derecha, **indicando una mayor adiposidad central** y observándose que los niños presentan valores aun más por encima del percentil 90 que las niñas.



Gráfica 7. Curva de distribución de percentiles de cintura por sexo

Los promedios de valores de cintura por sexo se muestran en la tabla 5:

Tabla 5. Valores promedio de circunferencia de cintura por sexos.

	hombres (n = 130) 50.78%		mujeres(n = 126) 49.2%		
Característica	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Valor de p
Circunferencia cintura (cm)	53.55	6.99	53.02	5.87	< 0.0001
Percentil	25 - 75 (49.13 - 55.5)		>75 (55.5)	>90 (61.94)	< 0.0001

Esta tabla muestra que los valores promedio de ambos sexos se encuentran dentro del rango percentilar normal y que los valores son muy parecidos entre ambos. Sin embargo considerando la desviación estándar, algunos sujetos llegarían a percentiles mayores.

Los promedios de valores de cintura por IMC se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Valores promedio de circunferencia de cintura por IMC.

	Norma I (n=175)		Sobrepeso (n=42 )		Obesidad (n=32)		
Característica	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Valor de p
Circunferencia cintura (cm)	50.49	2.82	56.10	3.76	66.08	6.86	< 0.0001
Percentil	25-75(49.13-55.5)		>75 (55.5)		>90 (61.94)		< 0.0001

La tabla anterior demuestra que los valores de cada grupo concuerdan con su diagnóstico de IMC, sin embargo en el grupo de obesidad la media de cintura (cms) está por encima del valor de cintura (cms) correspondiente al percentil 90 lo cual indica que **la mayoría de niños en este grupo tiene una alta proporción de grasa abdominal.**

Los promedios de valores de cintura por edad se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Valores promedio de circunferencia de cintura por edad.

	4 años (n=102)		5 años (n=142)		6 años (n=12)		
Característica	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Valor de p
Circunferencia cintura (cm)	51.59	5.01	54.35	7.00	55.17	7.14	< 0.0001
Percentil	25 - 75 (49.13 - 55.5)		>75 (55.5)		>90 (61.94)		< 0.0001

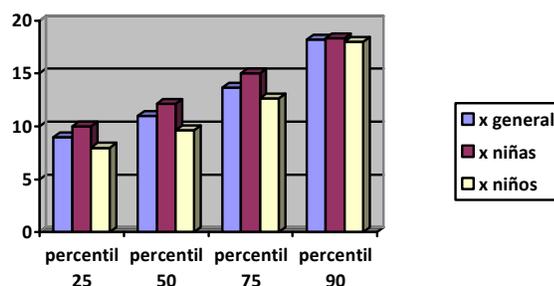
Esta tabla muestra que de acuerdo a la edad los tres grupos tienen un valor promedio dentro del percentil 25-75 sin embargo a medida que aumenta la edad el valor promedio de la circunferencia de cintura va aumentando y a los 6 años la media está muy cerca del percentil 75, demostrando que la adiposidad central va aumentando . **A los 6 años ocurre el llamado “rebote adiposo de grasa”** y este coincide con estos resultados.

## TRICEPS

La tabla de los valores promedio de los percentiles de pliegue de tríceps (mm) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8. **Valores promedio de los percentiles de tríceps por sexo.**

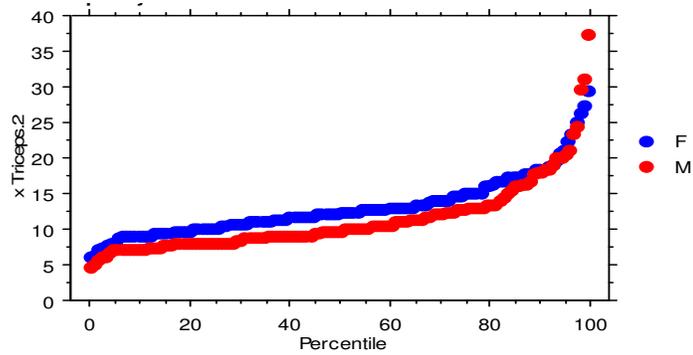
	x Triceps.2: Total	x Triceps.2: F	x Triceps.2: M
10	7.667	9.000	7.000
25	9.000	10.000	8.000
50	11.000	12.167	9.667
75	13.667	15.000	12.667
90	18.233	18.333	18.000



Gráfica 8. Valores promedio de los percentiles del pliegue de tríceps general y por sexo.

En esta tabla se observa un incremento lógico del valor (mm) del pliegue del tríceps en el grupo con cada valor percentilar. Existiendo una diferencia en el grosor del panículo adiposo del tríceps entre sexos ya que en las niñas cada percentil muestra un valor (mm) de pliegue de tríceps mayor que en los niños.

La curva de distribución de los valores de pliegue de tríceps (mm) para la población de estudio se muestra en la siguiente gráfica observándose que la desviación se inclina hacia la derecha y que fueron mayores los niños con valores por encima del percentil 90 que las niñas.



Gráfica 9. Curva de distribución de percentiles de pliegue de tríceps por sexo.

Los valores promedio de pliegue de tríceps por sexo, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9. Valores promedio de pliegue de tríceps por sexos.

	Hombres (n = 130) 50.78%		Mujeres(n = 126) 49.2%		
Característica	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Valor de p
Pliegue de tríceps (mm)	11.2	5.09	13.07	4.21	< 0.0001
Valor Percentil	10 – 75 (7.66-13.66)		>75 (13.66)	>90 (18.23)	< 0.0001

Esta tabla muestra que los valores de la media del pliegue de tríceps de ambos sexos fue mayor en mujeres sin embargo es muy poca la diferencia entre ambos grupos. Estableciendo los dos valores dentro del percentil 50, es decir dentro del rango normal.

Los promedios de valores de pliegue de tríceps por IMC, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Valores promedio de pliegue de tríceps por IMC.

	Normal (n = 175)		Sobrepeso (n =42 )		Obesidad (n=32)		
Característica	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Valor de p
Pliegue de tríceps (mm)	10.41	2.61	13.69	3.47	20.61	5.7	< 0.0001
Valor Percentil	10 – 75 (7.66-13.66)		>75 (13.66)		>90 (18.23)		

Esta tabla muestra que como era de esperarse la media del pliegue de tríceps va en aumento de acuerdo al diagnóstico de IMC siendo mayor la del rango de obesidad por encima del dato del percentil 90.

Los promedios de valores de pliegue de tríceps por edad, se muestran en la siguiente tabla:

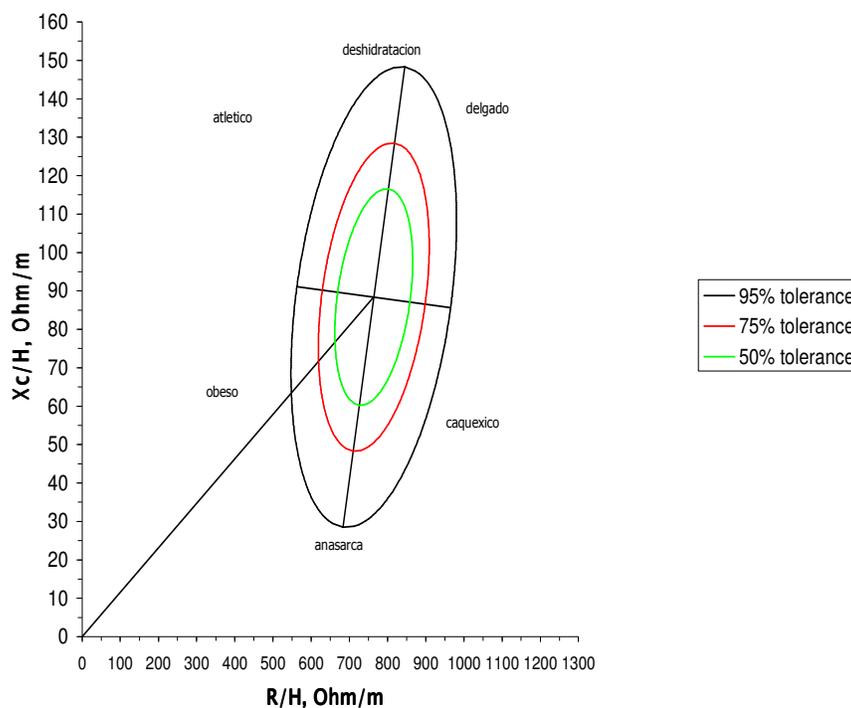
Tabla 11. Valores promedio de pliegue de tríceps por edad.

	4 años (n=102)		5 años (n=142)		6 años (n=12)		
Característica	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Valor de p
Pliegue de tríceps (mm)	11.92	3.7	12.42	5.4	11.36	3.28	< 0.0001
Percentil	10-75 (7.66-13.66)		>75 (13.66)		>90 (18.23)		

Esta tabla demuestra que la media de valores de tríceps (mm) de todas las edades se encuentran dentro del rango de normalidad (<percentil 75), sin embargo la población de cinco años es la que tiene el valor más alto de las edades. En cuanto a la composición corporal de grasa son semejantes entre sí el grupo de 4 y 5 años de edad.

#### IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA

La ubicación de los puntos en las gráficas de las elipses se puede interpretar de la siguiente manera:



La elipse de confianza es el intervalo de inferencia estadística para un parámetro investigado dado. Es la región en el espacio del parámetro en el cual se asigna la probabilidad de 100% en la que el vector parámetro cae dentro. El intervalo de los cuartiles se puede utilizar para decidir dónde las observaciones particulares son de la misma población de una muestra previa, utilizada para determinar el intervalo. (Nescolarde, L. 2003)

El método proporciona resultados cualitativos que pueden ser visualizados como vectores e interpretados de la siguiente manera:

1. Las variaciones de la hidratación sin alteraciones en la estructura de los tejidos (edema o deshidratación), se asocian con un acortamiento o un alargamiento del vector de impedancia a lo largo del eje mayor de las elipses de tolerancia. Siendo así la parte superior de la elipse la que señala la falta de hidratación y la parte superior el exceso de ésta.
2. Las variaciones de la cantidad de los tejidos blandos (magros y adiposos), se asocian con un desplazamiento del vector en la dirección del eje menor de las elipses, con un progresivo aumento (obesos y atletas muy magros) o reducción (desnutrición–caquexia, anorexia) del ángulo de fase. Ubicándose en el lado derecho de las elipses aquellos con una disminución de masa magra o grasa y en el lado izquierdo los que tengan un exceso.

Tabla 12. Valores promedio de Impedancia por sexo.

	hombres (n= 130) 50.78%		mujeres(n = 126) 49.2%		
Característica	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Valor de p
Impedancia	764.82	76.06	797.46	74.43	< 0.0001
Resistencia (R)	760.61	76.16	791.78	75.45	< 0.0001
Resistencia ajustada por estatura (R/m)	696.84	78.91	737.03	78.21	< 0.0001
Reactancia (Xc)	77.94	18.39	89.97	28.14	< 0.0001
Reactancia ajustada por estatura (Xc/m)	71.47	17.60	83.68	28.04	< 0.0001
Angulo de fase	5.88	1.43	6.56	2.25	< 0.0001

Las mujeres en comparación con los hombres, presentaron valores mayores de impedancia, así como de resistencia y reactancia, *presentando en todas éstas una diferencia significativa* (p

< 0.0001). De igual manera, la reactancia fue mayor en el grupo femenino así como el ángulo de fase ( $p < 0.0001$ ).

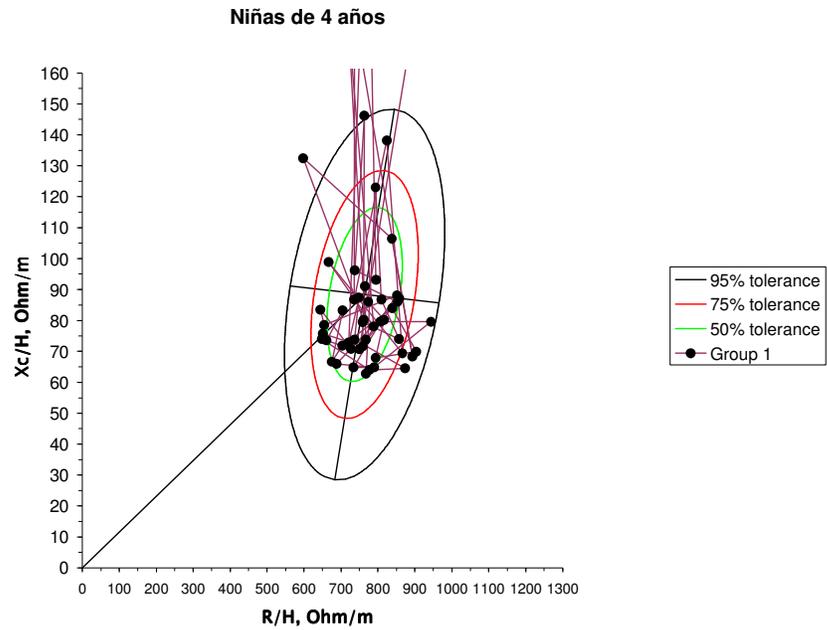
Tabla 13. Valores promedio de Impedancia por IMC.

Característica	Normal (n = 176)		Sobrepeso (n =42 )		Obesidad (n=32)		Valor d p
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	
Impedancia	799.57	71.23	750.69	64.46	706.95	64.89	< 0.0001
Resistencia (R)	794.84	71.94	744.99	63.72	702.59	64.77	< 0.0001
Resistencia estandarizada x estatura (R/m)	736.57	72.77	680.06	67.96	625.75	69.21	< 0.0001
Reactancia (Xc)	83.65	20.92	87.02	32.70	76.27	18.79	< 0.0001
Reactancia estandarizada x estatura (Xc/m)	77.72	20.94	79.78	32.14	67.96	17.54	< 0.0001
Angulo de fase	6.07	1.74	6.66	2.30	6.20	1.50	< 0.0001

En los datos antes mencionados todos los valores con excepción del ángulo de fase y la reactancia van disminuyendo por orden de grupo es decir los valores del grupo de obesidad son menores que los del grupo de sobrepeso y los valores de sobrepeso son menores que los del grupo normal. Esto quiere decir que el valor del ángulo de fase va relacionado directamente con la reactancia.

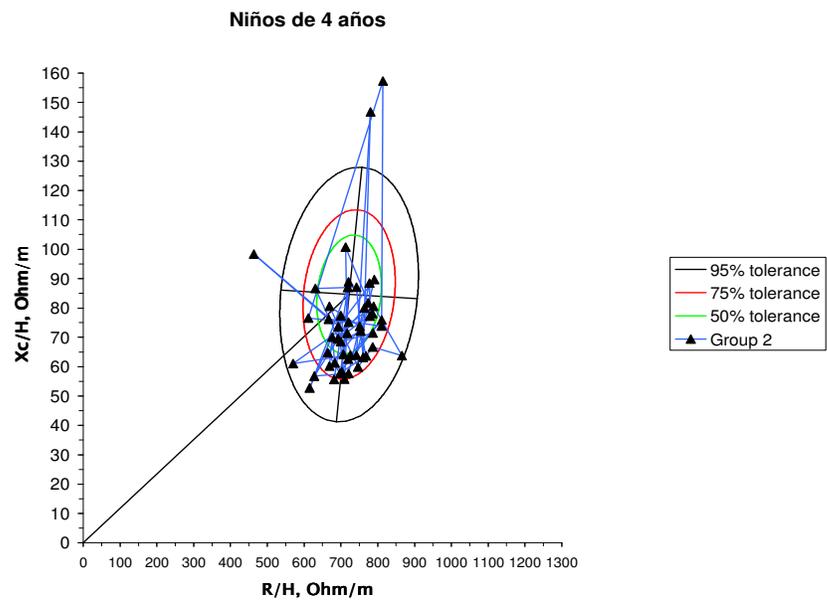
#### ANALISIS DE VECTORES Y RIESGO NUTRICIO

Los resultados de las gráficas de las elipses de confianza por grupo de edad fueron los siguientes:



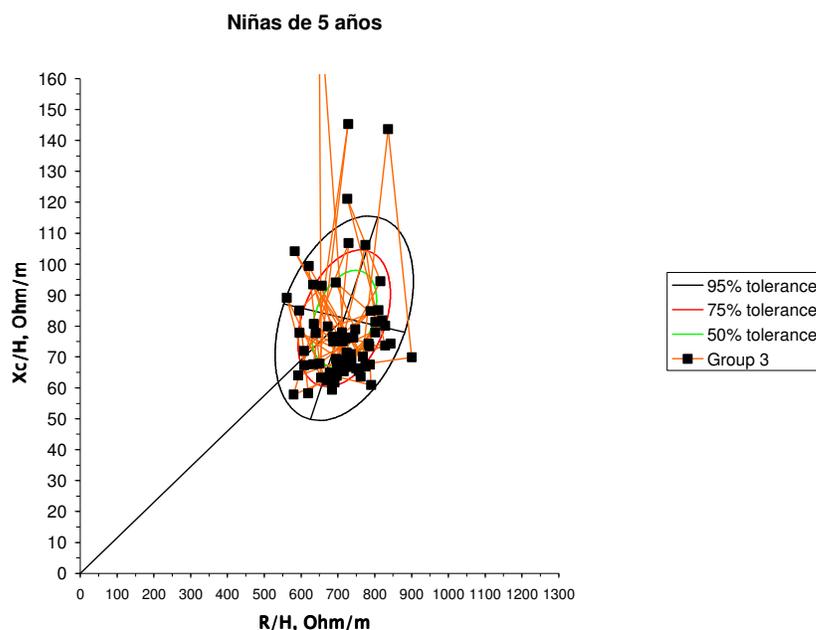
Gráfica 10. Vectores niñas de 4 años.

Al observar la posición de los puntos de niñas de 4 años se observa que la mayoría se ubica dentro de la elipse normal y por dentro del percentil 75. Un pequeño grupo se ubica por fuera del percentil 75 en dirección a la zona de riesgo de desnutrición y otras pocas hacia la zona de composición de mayor masa muscular.



Gráfica 11. Vectores niños de 4 años.

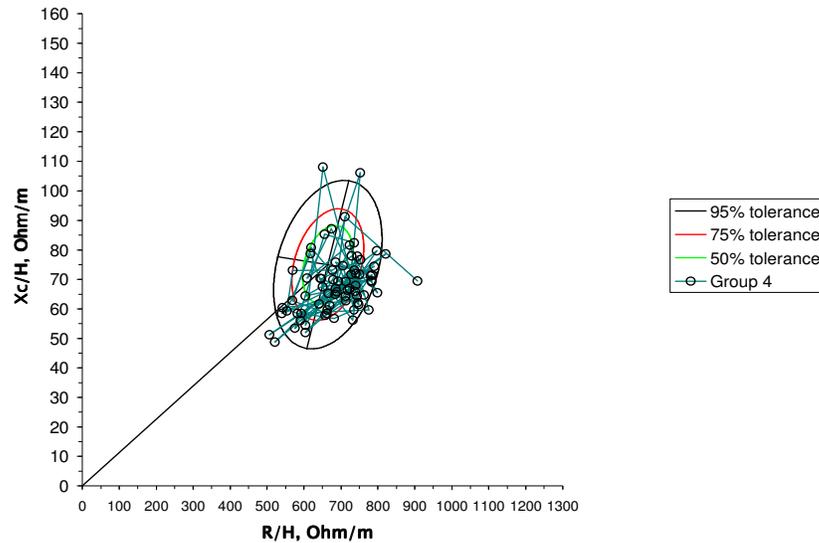
Al graficar los puntos de niños de 4 años se observa que la mayoría está por abajo del percentil 75 con una tendencia hacia el lado derecho (de menor cantidad de grasa) dentro del rango normal de las elipses. Sobresalen del percentil 75 hacia la zona de riesgo de obesidad unos cuantos y salen del rango normal (afuera del percentil 95) algunos ubicándose en la zona de deshidratación en la parte superior de los ejes.



Gráfica 12. Vectores niñas de 5 años.

En esta gráfica se observa un tamaño de elipses menor que en las de 4 años, esto en relación a los valores de resistencia y reactancia. La posición de la mayoría de los puntos se ubica en la parte inferior derecha de las elipses dentro de la normalidad con algunos otros puntos en la zona de riesgo de desnutrición (cuadrante inferior derecho entre 75-95) y uno francamente desnutrido. Algunos salen del p75 en el cuadrante inferior izq, en la zona de riesgo de obesidad. Fuera de la normalidad, afuera del p95 en la parte superior izquierda se ubican niños con mayor masa muscular y en el eje superior de las Y algunos en deshidratación.

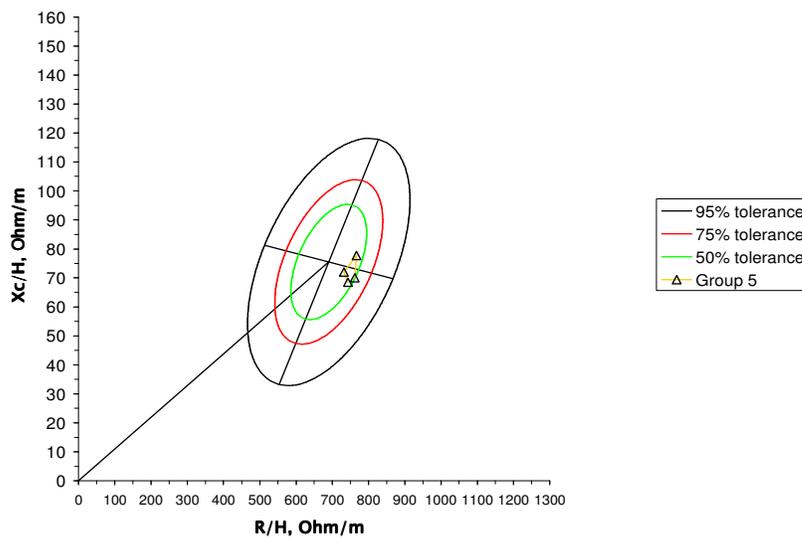
### Niños de 5 años



Gráfica 13. Vectores niños de 5 años.

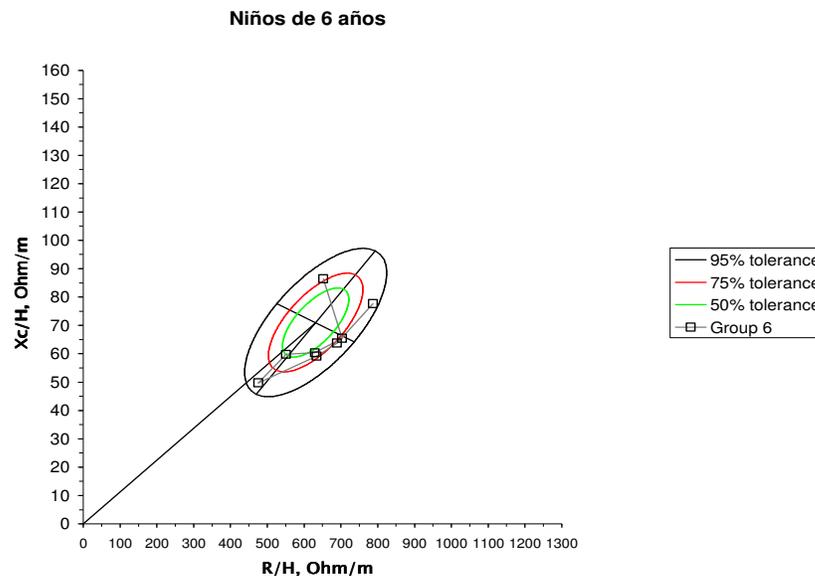
En esta gráfica la mayoría de los puntos se ubican en la parte inferior derecha de las elipses tendiendo a la zona de menos grasa dentro de la normalidad, aunque el riesgo de desnutrición está presente. Fuera del p 95 observamos algunos niños desnutridos, otros en el extremo inferior izquierdo con obesidad y algunos en la parte superior de mayor masa muscular y deshidratación. Un punto se ubica a la derecha del eje x muy afuera del rango pudiendo ser este alguien con poca masa y poca grasa. Se puede observar que las elipses comienzan a disminuir de tamaño.

### Niñas de 6 años



Gráfica 14. Vectores niñas 6 años.

En la gráfica anterior la muestra es muy pequeña ubicándose todos en el lado derecho (poca grasa y agua) dentro de los rangos de normalidad.

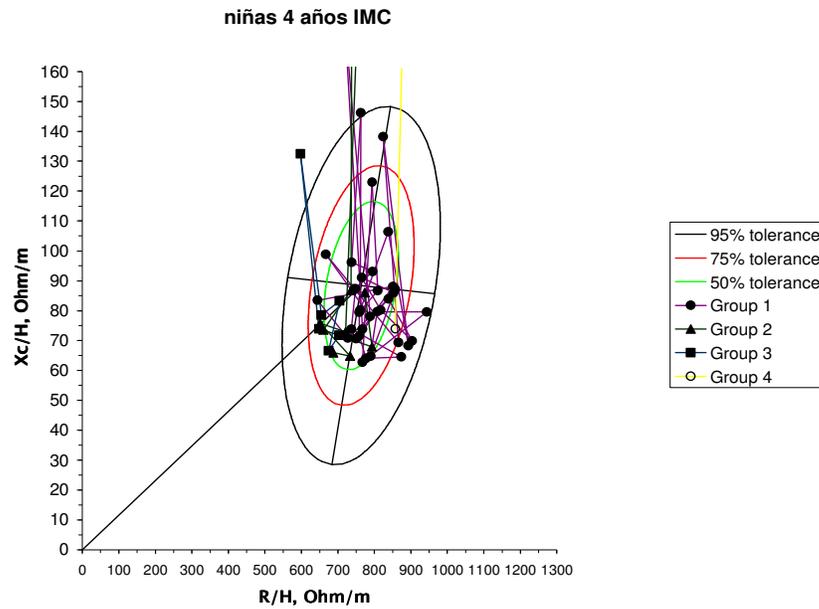


Gráfica 15. Vectores niños de 6 años.

En esta gráfica los puntos tienen una distribución menos uniforme y hacia los extremos dentro del p 75 sin embargo hay dos puntos que se ubican en la parte superior de las elipses uno del lado de lado derecho (atlético) y otro del lado izquierdo (musculoso) Y un punto en la parte inferior correspondiente a la zona de riesgo para edema

Como se puede observar la posición de las elipses se va modificando entre las edades así como entre la diferencia de sexos, el eje de las "y" es decir el valor de la reactancia varia debido a que la composición de la grasa en las niñas y niños se altera con la edad sobre todo a partir de los 6 años, en los niños y niñas de 4 años llega a un valor de 160, en los niños y niñas de 5 años disminuye alrededor de los 120 -110 y en los niños y niñas de 6 años varia de los 120 a los 100, siempre con un valor menor en los niños que en las niñas, eso significa que los niños tienen una menor cantidad de grasa en su cuerpo que las niñas ya que la reactancia es la que opone la resistencia al paso de la corriente de los electrodos.

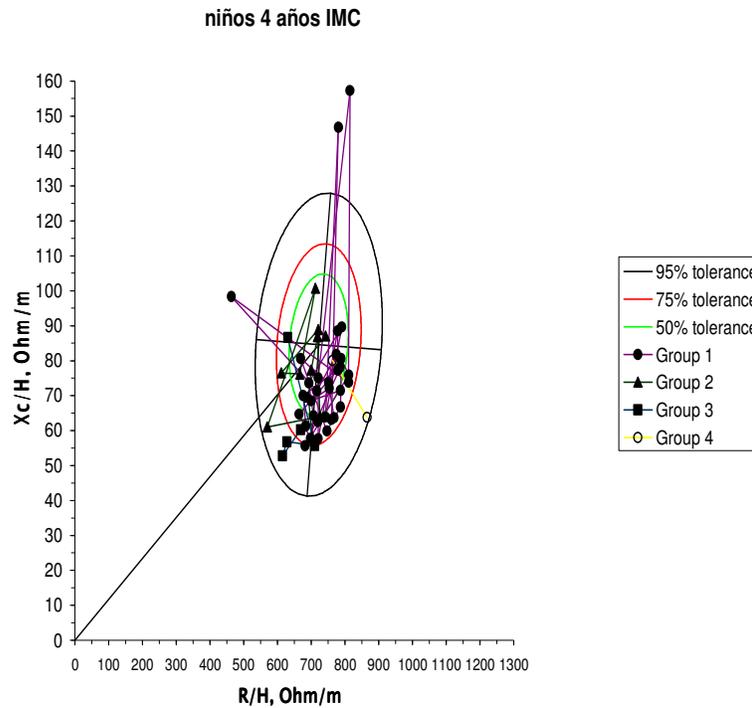
Gráficas de Bioimpedancia de acuerdo al IMC y edad:



(Grupo 1: IMC normal, grupo 2: IMC sobrepeso grupo 3: IMC obesidad, grupo 4: IMC bajo peso.)

Gráfica 16. Vectores por IMC de niñas de 4 años.

En la gráfica anterior se observa los 4 grupos de IMC de las niñas de 4 años siendo mayor la cantidad de niñas dentro del grupo con IMC normal, sin embargo algo que se observa es que el grupo de IMC de obesidad no se ubica en el lado inferior izquierdo si no en la parte superior demostrando que lo que tiene esta niña no es gran cantidad de masa grasa más bien masa magra. Y otros con IMC normal ubicados en la parte superior del eje Y están deshidratados. La niña con desnutrición presenta además deshidratación.



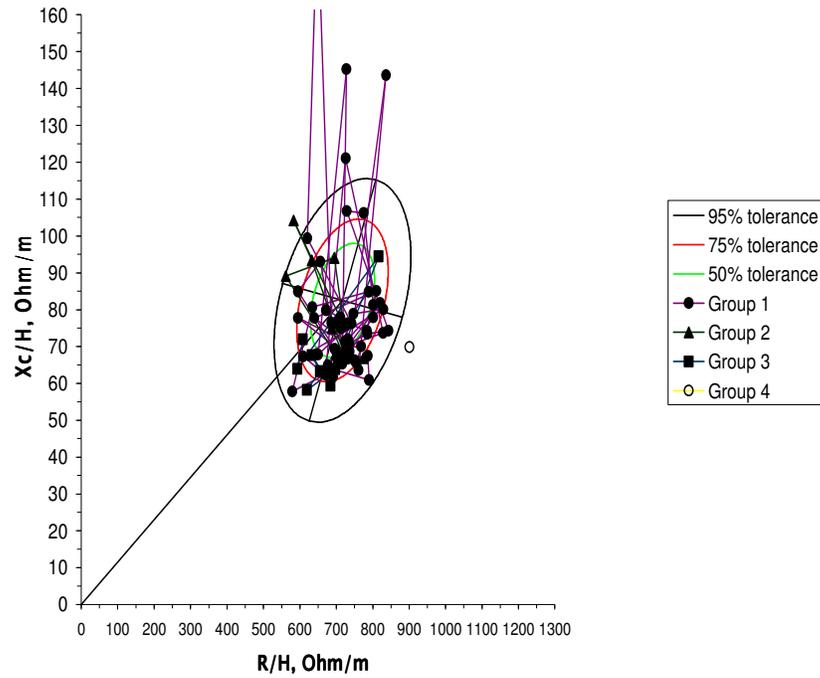
(Grupo 1: IMC normal, grupo 2: IMC sobrepeso grupo 3: IMC obesidad, grupo 4: IMC bajo peso.)

Gráfica 17. Vectores por IMC de niños de 4años.

En la gráfica anterior los grupos por IMC se ubican dentro de la zona que les corresponde de acuerdo a la interpretación de las elipses. El grupo de bajo peso está en la parte inferior derecha, el grupo de sobrepeso y obesidad en la parte inferior izquierda que señala obesidad y el grupo de normalidad en la zona central de las elipses.

Sin embargo en forma adicional, el análisis de vectores nos permite ver que en el caso del punto que sobresale en el cuadrante superior izquierdo, que sería un niño con IMC normal, su composición es alta en masa muscular. Otros con IMC normal se ubican en la zona de deshidratación.

### niñas 5 años IMC



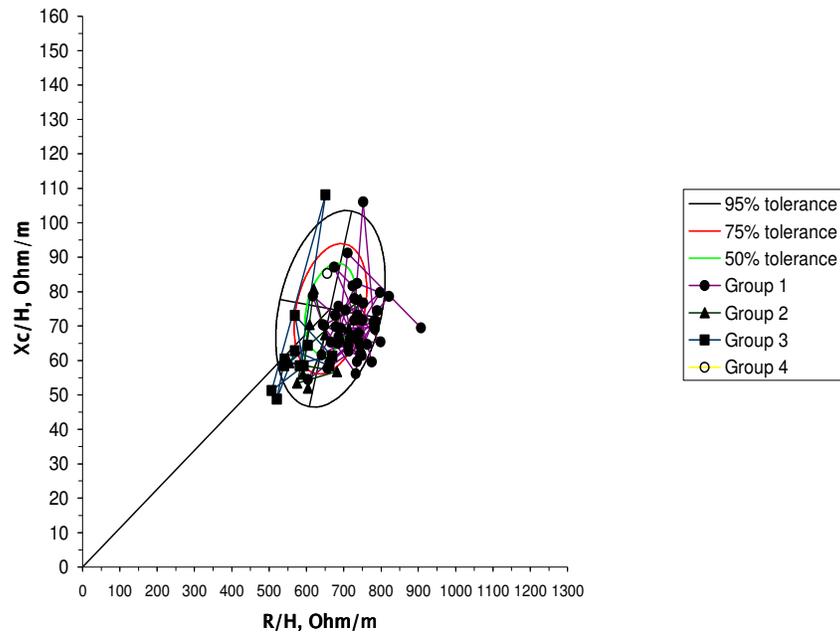
(Grupo 1: IMC normal, grupo 2: IMC sobrepeso grupo 3: IMC obesidad, grupo 4: IMC bajo peso.)

Gráfica 18. Vectores por IMC de niñas de 5 años.

En esta gráfica la tendencia de los grupos se ubica en el centro dentro de las elipses de tolerancia, el grupo de bajo peso se ubica en la parte inferior derecha siendo la zona correspondiente para ésta descripción.

Algunas niñas con obesidad y normales se ubican en zona de deshidratación. Resalta afuera del p95 en la zona de mayor masa muscular una niña con sobrepeso, indicando que en realidad tiene mayor cantidad de masa muscular que grasa.

### niños 5 años IMC

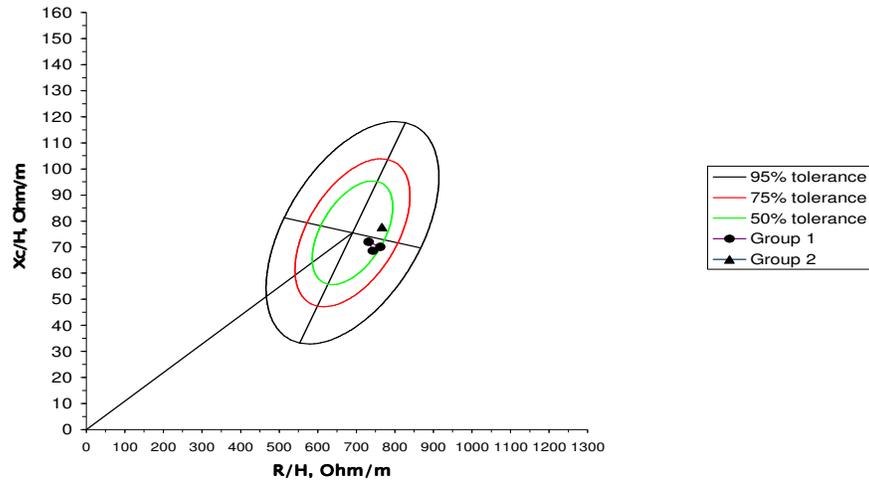


(Grupo 1: IMC normal, grupo 2: IMC sobrepeso grupo 3: IMC obesidad, grupo 4: IMC bajo peso.)

Gráfica 19. Vectores por IMC de niños de 5 años.

Esta gráfica demuestra que la mayoría de los grupos de IMC tienden a ubicarse dentro del rango de normalidad y hacia la mitad derecha, sin salir de las elipses de tolerancia, sólo algunos puntos del grupo de obesidad y normalidad salen del p95 debido al valor de reactancia o resistencia en la zona de mayor adiposidad (cuadrante inferior izquierdo). Y en la parte superior en la zona de menor hidratación. El punto único a la derecha está en una zona de atleta-delgado

niñas 6 años IMC

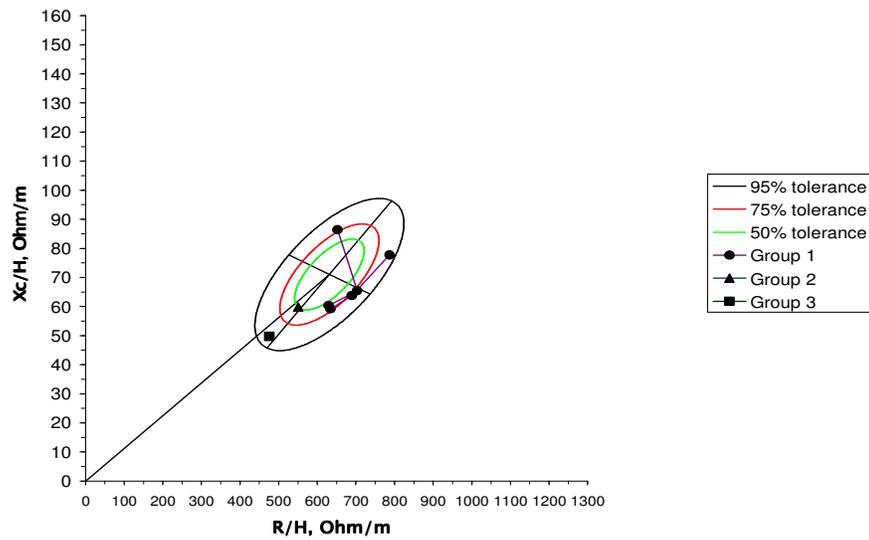


(Grupo 1: IMC normal, grupo 2: IMC sobrepeso grupo 3: IMC obesidad, grupo 4: IMC bajo peso.)

Gráfica 20. Vectores por IMC de niñas de 6 años.

Aquí los dos grupos se ubican dentro del rango de normalidad y hacia la derecha (zona de menor grasa) incluyendo a las de sobrepeso. Aquí no concuerdan las elipses con el IMC tal vez debido al tamaño de muestra.

niños 6 años IMC



(Grupo 1: IMC normal, grupo 2: IMC sobrepeso grupo 3: IMC obesidad, grupo 4: IMC bajo peso.)

Gráfica 21. Vectores por IMC de niños de 6 años.

En esta gráfica los tres grupos se ubican en la zona que les corresponde en las elipses.

Reuniendo las gráficas de vectores de impedancia de todos los niños y niñas por IMC normal, sobrepeso, obesidad y bajo peso (anexo X) se pueden observar las siguientes tendencias.

- a. Los niños con IMC normal, la mayoría se encuentran como es de esperar dentro de las elipses, sin embargo hay la tendencia en los puntos que sobresalen de estas, a la deshidratación.
- b. Los niños con sobrepeso, la mayoría se encuentra aún dentro de las elipses, con una tendencia a ubicarse en la mitad inferior (mas volumen de líquidos)
- c. Los niños con obesidad, presentan valores en su mayoría ubicados en la región inferior e izquierda de las elipses, algunos sobresaliendo de estas (zona de mayor adiposidad)
- d. Los niños con bajo peso, aunque son pocos, su tendencia es hacia la zona inferior y derecho de las elipses (zona de menor grasa).

## **5.2 Conclusiones**

### 1. Conclusión sobre el estado nutricional de esta muestra vs el valor nacional.

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en esta población de preescolares es casi tres veces el valor de la media nacional para la edad, lo cual indica la necesidad de acciones de detección oportuna y prevención temprana para evitar que se vuelva más grave aún en un futuro.

Se observa coexistencia en una baja proporción con el problema de desnutrición por bajo peso. Lo cual impone un doble objetivo en los programas preventivos.

### 2. Conclusión sobre los métodos de evaluación de composición corporal en niños y datos para referencia de poblaciones

Los datos que se obtuvieron de los valores percentilares tanto de circunferencia de cintura como de pliegue de tríceps servirán de referencia para niños de la misma edad del municipio de Querétaro.

Las curvas de distribución de los valores de cintura (cms) y de tríceps (mms) para la población de estudio de ambos sexos, demuestra que la desviación se inclina hacia la derecha, indicando una mayor adiposidad central y observándose que los niños presentan valores aun más por encima del percentil 90 que las niñas.

La obesidad visceral determinada por el valor del percentil 90, se presenta a partir de 62 cms en esta población de preescolares queretanos.

La media (mm) de los valores del pliegue del tríceps para los niños con peso normal se encontró entre el percentil 10 a 75, para los niños con sobrepeso se ubicó en el percentil 75 y para los obesos la media (20.6 mms) estuvo arriba del percentil 90. Lo cual explica la desviación a la derecha de la curva de distribución.

El valor de corte para el percentil 10, 75 y 90 de pliegue del tríceps fue de 7.66, 13.66 y 18.23 mms respectivamente, datos que pueden servir de referencia para otros niños de esta edad en el estado.

### 3. Conclusión sobre el análisis de vectores

En el análisis de las gráficas de vectores de impedancia distribuidos por IMC, por edad y por sexo se pudieron observar diferentes cuestiones, la primera que los puntos en su mayoría coinciden con el área correspondiente y esperada dentro de los vectores de impedancia, sin embargo es de notar que el IMC no puede detectar los estados de hidratación o de mayor o menor masa magra o grasa, lo cual es característico de los vectores. Con ellos se pueden identificar otros riesgos a la salud asociados al estado nutricional.

En general las niñas presentaron elipses de mayor tamaño en todos los niveles de IMC, indicando mayor reactancia, y por ende una composición mayor de grasa. Lo cual también fue corroborado por las medidas antropométricas.

### 4. Perspectiva a futuro

Son escasos los estudios con este tipo de método en niños preescolares o escolares en el estado y hasta en el país. Sería interesante empezar a realizar bases de datos con métodos como el IBE para la población infantil mexicana como herramienta para el diagnóstico del estado nutricional.

Algo muy interesante de este estudio es que el análisis de vectores nos abre otro panorama a la evaluación del estado nutricional, ya que nos permite identificar otros riesgos a la salud asociados al estado nutricional como lo es un estado de hidratación deficiente o excesivo o una composición grasa o muscular predominante independiente del IMC, donde incluso algunos sujetos inicialmente considerados en riesgo por sobrepeso u obesidad pudieran identificarse como personas con más masa muscular o bien personas ubicadas como normales por IMC pudieran resultar con poca masa muscular o con mucha grasa o bien en estados extremos de hidratación. Además los datos aquí obtenidos a través del programa de BIVA tolerance son datos inéditos que sirven como base de referencia para otras investigaciones que se quisieran realizar con este mismo método.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Arellano Salazar, Marcela Patricia et al. 2006. Impedancia bioeléctrica y ángulo de fase en la evaluación del riesgo de enfermedades cardiovasculares en adultos queretanos. RESPYN Revista de Salud Publica y Nutricion, Edicion Especial No.17

Espinosa Cuevas, María de los Ángeles et al. 2007. Vectores de impedancia bioeléctrica para la composición corporal en población mexicana. *Rev. Invest. Clín.* [online]. 2007, vol.59, n.1 (citado 2010-08-25), pp. 15-24. Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?Script=sci\\_arttext&pid=S0034-83762007000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0034-83762007000100003&lng=es&nrm=iso)>.

Hodgson B. Ma. Isabel 2010. Evaluación del estado nutricional (en línea) México, citado (2010-10-14) disponible en:

<http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/evalestadnutric.html>

Jiménez Ramos, Fabiola Susana 2005. Cambios en la composición corporal de niños con malnutrición proteínico energética Lima, Perú. Editorial Peregrino. 1ª Ed. Pág. 37-38

Kotler, D., et. al 1996. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *American Society for Clinical Nutrition* (4). 3d Edition. No. 15 pág. 24-28

Lorenzo Benítez, Herminia 2001. Composición Dietética Clínica, La Paz. Madrid. Editorial Harlequin. 2da Edición. Pág. 311-313

Nescolarde, L., et al. 2003. Vector de Distribución de Impedancia Eléctrica en pacientes con Hemodiálisis Periódica. UPC. Barcelona, España. Editorial Valportillo 1ª Edición. Págs. 11-15.

Nacional Food Service Management Institute 2005. *USDA Recipes for Child Care* (Recetas del USDA para niños). 10 Ed. Pág. 14-16.

NIH 1996. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: NIH Technology Assess Statement. 1994. *Am J Clin Nutr* 1996; págs. 524–532

Rivera Dommarco J, et al. 2001 Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública. Pág. 31-32

Rodriguez Patricia N, et. al. 2008. Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos x. Arch Argent Pediatr. 2da Edición. Págs. 102-109

Wilson Elaine 2010. Estrategias Disciplinarias para Niños, Oficina de Extensión Cooperativa, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma (citado 2010-10-01) disponible en: <http://www.nncc.org/Child.Dev/sp.etapa.preesc.html>

## CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

**Título del estudio:** Uso de Impedancia Bioeléctrica en la evaluación del estado nutricional de preescolares.

Investigadores. M. en C. Rocío Arellano Jiménez y Giovana Camacho Maldonado.

**Propósito del estudio:** usted y su hijo(a) han sido invitados a participar en este estudio porque deseamos determinar y evaluar el estado nutricional del preescolar mediante técnicas antropométricas e impedancia bioeléctrica.

**Procedimiento del estudio:** si usted acepta que su hijo (a) participe en este estudio se le tomarán medidas de peso, estatura, circunferencia de cintura y pliegue del tríceps. Los niños identificados con algún otro problema (como bajo peso, baja estatura, desnutrición) serán informados individualmente dando recomendaciones generales para abordar la situación encontrada y en caso necesario referidos para el manejo pediátrico requerido. Por otro lado si desea tener un diagnóstico nutricional más completo de su hijo(a) favor de anotar su nombre, dirección y teléfono en el formato anexo.

Al término del estudio se le entregarán los resultados de su hijo(a).

**Riesgos:** no existe ningún riesgo.

**Beneficios:** usted podrá saber el estado nutricional de su hijo(a) y recibirá orientación alimentaria grupal adecuada para la etapa de crecimiento de su hijo(a).

**Confidencialidad:** sólo los investigadores analizarán toda la información y resultados que obtengamos de usted y su hijo. Los datos personales se mantendrán en confidencialidad. Los resultados serán entregados a cada participante y divulgados en medios académicos sin revelar identidad de los participantes.

**Costos/ compensaciones:** usted no tendrá que pagar nada por el diagnóstico de su hijo(a) debido a que los gastos serán cubiertos por el proyecto. Usted no recibirá ningún pago por su participación.

**Derecho a negarse o retirarse:** la participación de su hijo(a) y usted es totalmente voluntaria y pueden retirarse de este programa cuando lo deseen.

**Preguntas:** si usted tiene alguna duda relacionada con este estudio favor de contactarse con la responsable del programa: M en C Rocío Arellano Jiménez en la escuela de Nutrición de la UAQ, ubicada en Av. de la ciencia s/n campus Juriquilla, UAQ. C.P. 76230, Juriquilla, Qro. Tel. (442) 2 34 29 58

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

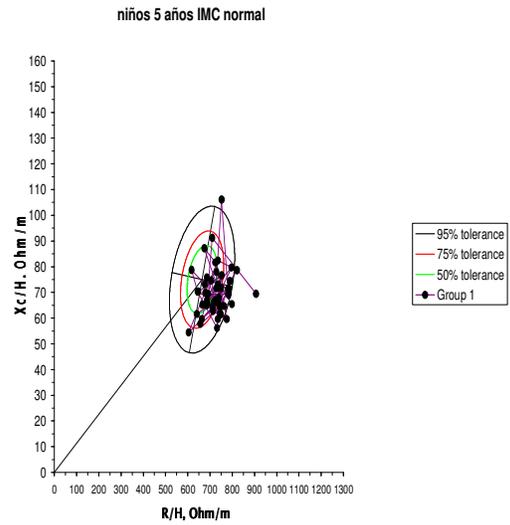
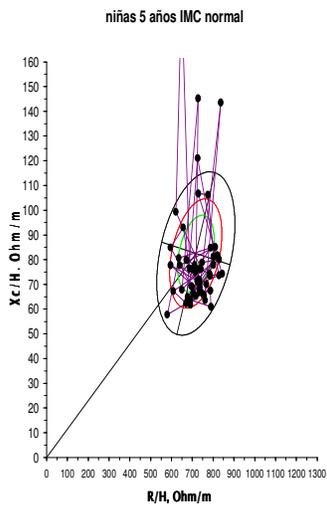
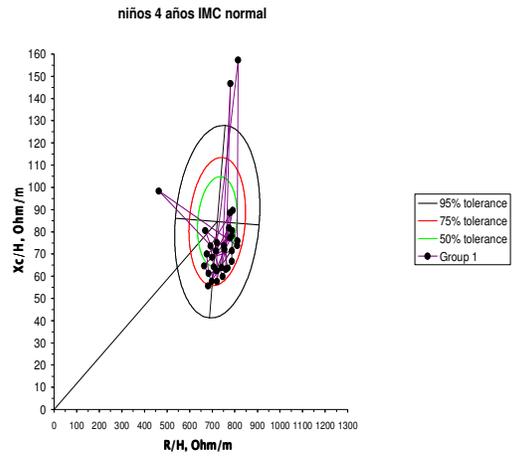
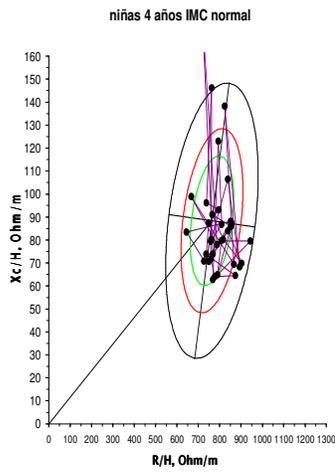
Fecha: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del investigador

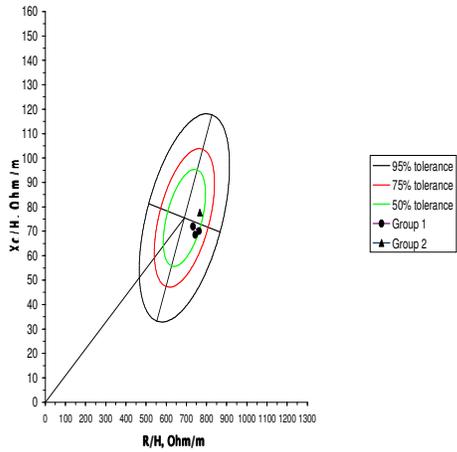
Fecha: \_\_\_\_\_

# Gráficas de vectores de bioimpedancia por edad, por sexo y por grupos de IMC.

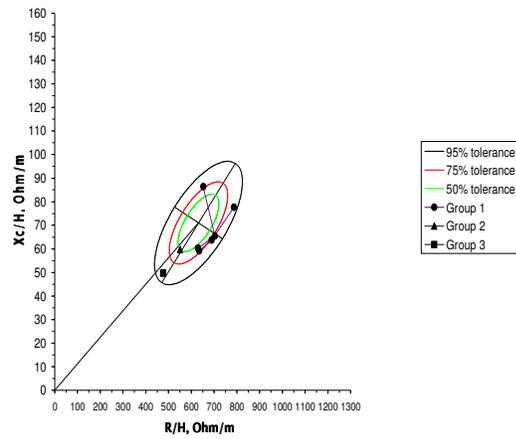
Graficas niñas y niños IMC normal



niñas 6 años IMC

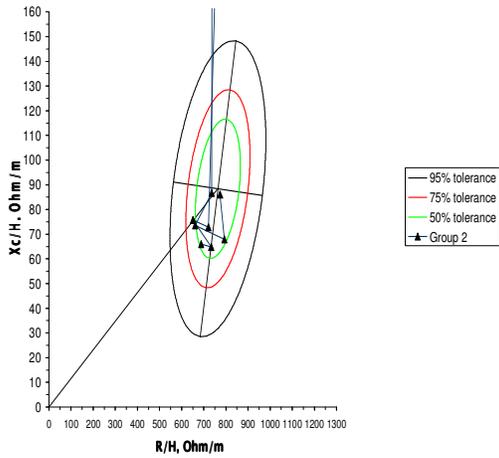


niños 6 años IMC

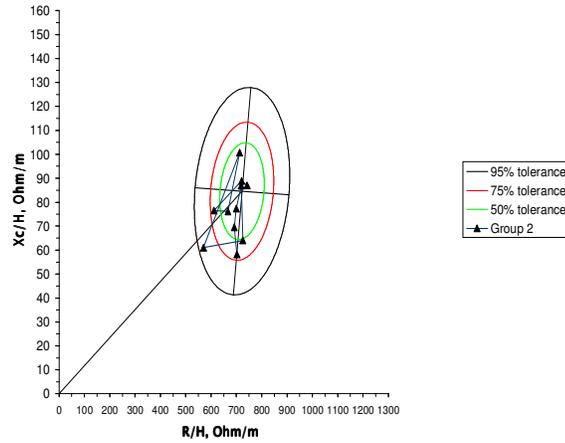


Graficas niñas y niños IMC sobrepeso

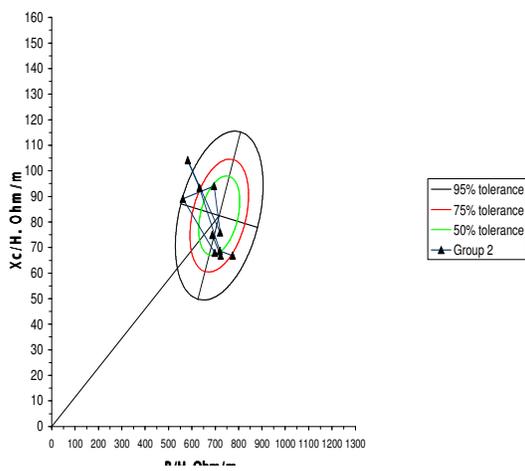
niñas 4 años IMC sobrepeso



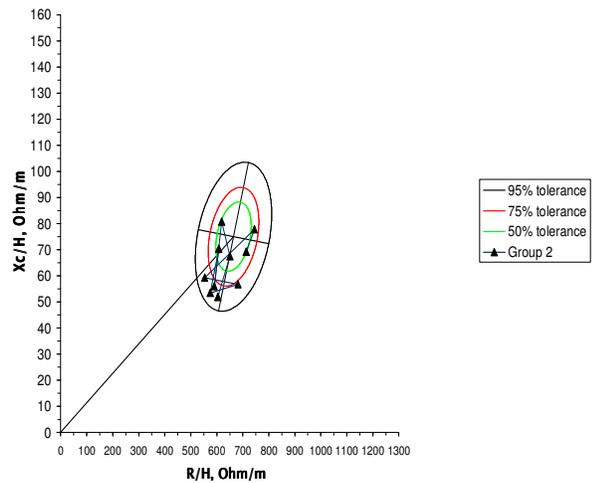
niños 4 años IMC sobrepeso



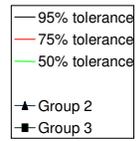
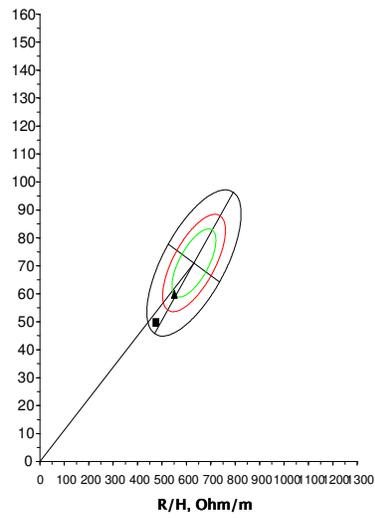
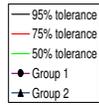
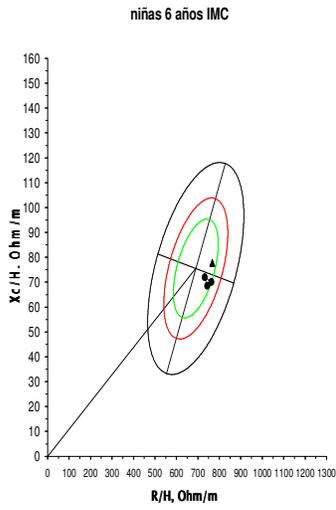
niñas 5 años IMC sobrepeso



niños 5 años IMC sobrepeso

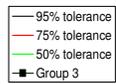
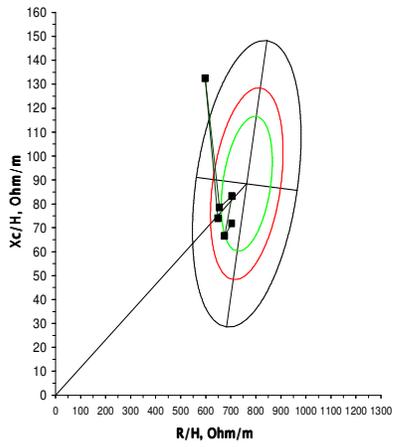


niños 6 años IMC

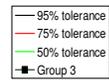
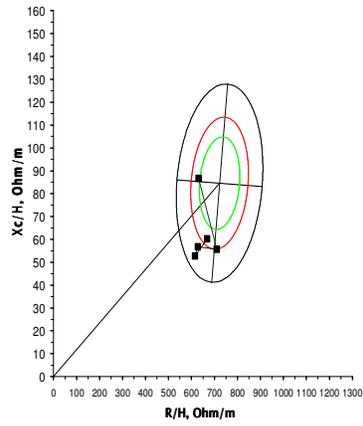


Graficas niñas y niños IMC obesidad

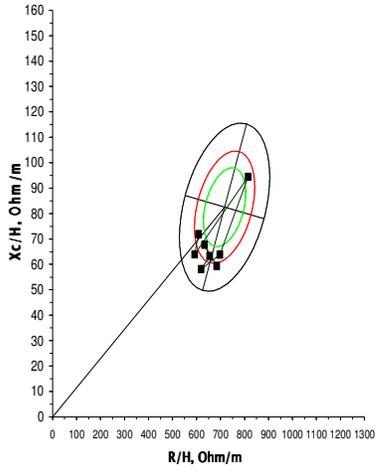
niñas 4 años IMC obesidad



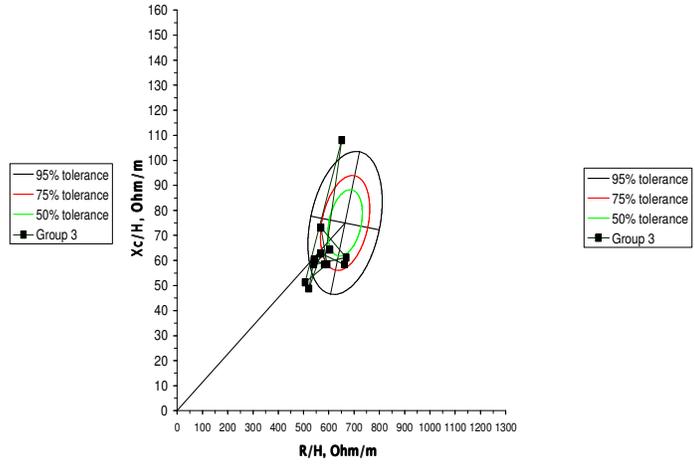
niños 4 años IMC obesidad



niñas 5 años IMC obesidad

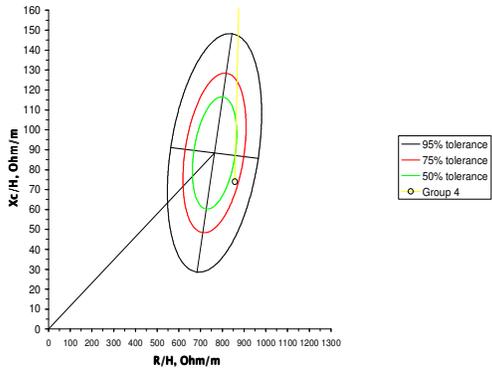


niños 5 años IMC obesidad

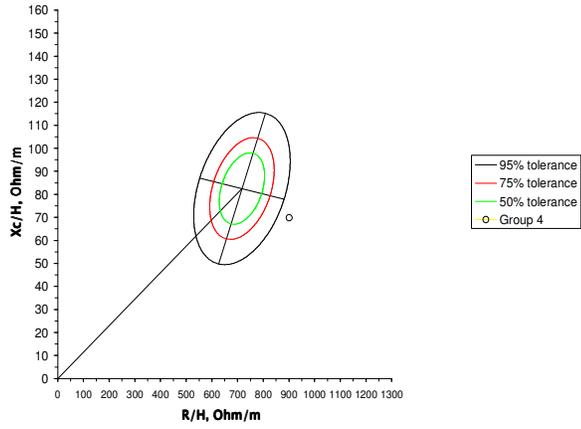


Graficas niñas y niños IMC bajo peso

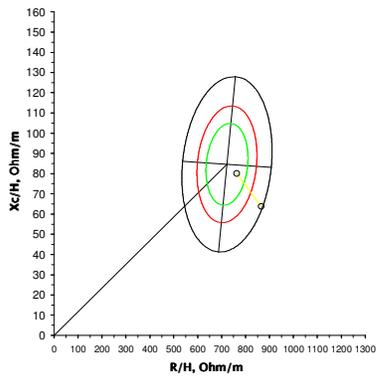
niñas 4 años IMC bajo peso



niñas 5 años IMC bajo peso



niños 4 años IMC bajo peso



niños 5 años IMC bajo peso

