

Análisis de la composición corporal para determinar la contribución de Masa grasa y Masa Magra (con el Índice de Masa Corporal IMC) a la población en niños y adolescentes de 6 a 18 años de edad.

Maya Bardavid Arie, L'Gamiz Matuk Arnulfo, Peschard Rodríguez Vanessa G, Palacios Butchard Juan J, Rodríguez Ayala Ernesto.

Investigadores del Instituto de Salud Pública Anáhuac (ISPA).

Resumen

Objetivo.

Describir la contribución y distribución de la masa grasa y masa magra a través de gráficas de Hattori en niños y adolescentes de 6 a 18 años de edad.

Material y métodos.

Piloto exploratorio, descriptivo, observacional y transversal. Las mediciones de las variables antropométricas (peso, talla e Índice de Masa Corporal) se realizaron por profesores de educación física. Para el análisis estadístico de la información y el estudio de las correlaciones evidentes encontradas entre las variables estudiadas se utilizó la ρ de Spearman, JMP 13 pro plus posteriormente se construyeron las gráficas de tipo Hattori por medio de la representación del índice de masa magra, índice de masa grasa e índice de masa corporal.

Resultados.

367,721 individuos fueron estudiados. Confiabilidad con α de Cronbach =0.8184, quiere decir que es un estudio muy confiable, Rho de Spearman (ρ)= 0.0861, correlación positiva de forma ligera entre el índice de masa magra y el índice de masa grasa, Significancia estadística $p < 0.0001$ (aplicado a toda la república).

Conclusiones.

En ciertos estados de la república esta habiendo una transición epidemiológica de masa magra a masa grasa y esto relacionado con el índice de masa corporal. Estados presentan más desnutrición que otros, de la misma forma estados presentan más obesidad de otros, IMC en adolescentes edad y sexo dependientes.

Palabras Clave: índice de Masa Corporal (IMC), índice de Masa Grasa (IMG), índice de masa Magra (IMM), Correlación.

Abstract

Objectives.

To describe the contribution and distribution of Fat Mass and Lean Mass through Hattori Charts in children and adolescents aged 6 to 18 years.

Materials and Methods.

Exploratory descriptive, observational and transversal pilot. Measurements of the anthropometric variables (weight, size and Body Mass Index) were performed by physical education teachers. Spearman's statistical analysis, for the study of the obvious correlations found between the variables studied was used JMP 13 pro plus later Constructed the Hattori type graphs by means of the representation of the Fat Mass Index, Free Fat Mass Index and Body Mass Index.

Results.

367,721 individuals were studied. Reliability with Cronbach's alpha = 0.8184 means that it is a very reliable study, Spearman's (ρ) = 0.0861, lightly positive correlation between fat mass and lean mass indexes, statistical significance $p < 0.0001$ (applied to the whole republic).

Conclusions.

In some states of the republic there is an epidemiological transition from lean mass to fat mass and this is related to Body Mass Index. States present more malnutrition than others, in the same way states present more obesity than others, Body Mass Index in adolescents are age and sex dependent.

Keywords: Body Mass Index (BMI), Fat Mass Index (FMI) Free Fat Mass Index (FFMI), Correlation



Introducción

El Interés por el estudio y el análisis de la composición corporal en poblaciones pediátricas ha aumentado debido al incremento en la prevalencia y el gran impacto de la obesidad infantil en la salud de la población mexicana en los últimos años. En México, la encuesta nacional de salud y Nutrición (ENSANUT) reportó que los niños de edad escolar (ambos sexos, de 5 a 12 años, presentaron una prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad en 2012 de 34.4%, siendo de ésta forma 18.8% para sobrepeso y 14.6% para obesidad. En el mismo grupo de edad, las niñas presentaron una prevalencia combinada de 32% de sobrepeso y obesidad del 20.2% y 11.8%, respectivamente, mientras que los niños mostraron una prevalencia de sobrepeso de 19.5% y 17.4% de obesidad, 36.9% combinados.¹

El índice de masa corporal es una herramienta de detección para identificar posible problema de peso en los niños y adolescentes. Sin embargo el índice de masa corporal se trata de un índice de evaluación ajustado por la altura, en donde corresponde al cociente entre el peso en kilogramos y el cuadrado de la altura en metros, sin tomar en cuenta la adiposidad.² El Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC por sus siglas en inglés) y la Academia Americana de Pediatría recomiendan el uso del IMC para detectar el sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes de 2 a 19 años de edad. Sin embargo el índice de masa corporal y otros métodos empleados para la valoración nutricional (hablando epidemiológicamente) no logran diferenciar entre la masa grasa y la masa corporal, es decir, un aumento en el índice de masa corporal puede ser debido a un aumento en la masa grasa o por otro lado debido a un aumento en la masa magra (masa muscular), o debido a un aumento en ambos compartimientos corporales. Por lo cual debemos de realizar un abordaje más apropiado por medio de la normalización de la masa grasa corporal y la masa magra corporal y por la estatura del niño o adolescente, obteniendo los índices de masa grasa e índice de Masa Magra.

Hasta nuestro conocimiento y revisión de la literatura nacional e internacional únicamente se han encontrado dos artículos publicados que describen la relación entre la masa grasa y el peso por medio de gráficas de tipo Hattori en población mexicana, sin embargo no existe información publicada sobre la población de interés que son niños y adolescentes de la república mexicana de 6 a 18 años de edad con este tipo de gráficas de composición corporal.

Se explicarán los usos y limitaciones del índice de masa corporal como herramienta para determinar el estado nutricional (epidemiológico) por medio de un análisis de la composición corporal empleando un modelo bicompartimental (Tanita). Así se determinará la contribución de los dos compartimientos corporales (Masa grasa y peso) al IMC a través del uso de gráficas de Hattori en niños y adolescentes de 6 a 18 años de edad en cuanto a la República Mexicana.

La finalidad es estudiar de forma adecuada la población infantil mexicana, para en un futuro contar con puntos de cortes representativos de nuestra población, por medio de la elaboración de gráficas y tablas de percentilas de IMC, índices de masa grasa (FMI) y peso por edad y sexo.

Así poder contar con herramientas diagnósticas para la población infantil mexicana.

Materiales y Métodos

El diseño del estudio fue de tipo piloto, exploratorio, descriptivo, observacional y transversal. El universo de éste fueron niños de 6 a 12 años de edad y adolescentes de 13 a 18 años de edad cursando educación básica en escuelas primarias, secundarias y preparatorias abarcando los 31 estados y la Ciudad de México (antes Distrito Federal) de la República Mexicana contemplando la mayoría de las delegaciones y municipios respectivamente. La muestra del estudio realizado es de 367,721 individuos con las edades anteriormente mencionadas, con una población total de mujeres de 52% y de hombres de 48%, el estado con mayor individuos estudiados es el Estado de México con 44,558 individuos, seguido de la Ciudad de México con 29,164 individuos, el estado con menos individuos estudiados es Estado de Querétaro con 624 estudiados. Se incluyeron a todos aquellos individuos que tengan entre 6 y 18 años de edad que cursen con algún grado de educación básica dentro de la República Mexicana, lo más importante es que los participantes debieron haber aceptado voluntariamente participar en el estudio. Todos aquellos que no cumplan con estos requisitos fueron excluidos del estudio además de los participantes que tuvieron que ser eliminados en virtud de que no contaban con una valoración antropométrica adecuada y una valoración de composición corporal completa. Todas las mediciones de las variables antropométricas fueron realizadas por educadores físicos quienes fueron capacitados previamente. La estatura (medición) fue realizada por medio de un estadímetro, "BODYMETER 206 SECA", calibrado en centímetros al 0.1 cm más cercano. La lectura se realizó con el sujeto inmóvil, posición erguida, de espaldas al estadímetro, con los talones juntos y mirando hacia el frente. Los valores del IMC fueron calculados con la estatura en metros u el peso en Kg de acuerdo a la fórmula: Índice de Masa Corporal=Peso /Estatura², Posteriormente se realizó las mediciones de masa magra y masa grasa por medio de la báscula de bioimpedancia eléctrica marca TANITA modelo BC-568.

De acuerdo al modelo de dos compartimientos, obteniendo la masa grasa en kg podemos calcular la masa magra en kg en la cual:

- $\text{Peso} = \text{masa grasa} + \text{masa magra}$
- $\text{Masa magra} = \text{Peso} - \text{masa grasa}$

Se realizó un ajuste por estatura del Índice de Masa Corporal para evaluar el exceso o déficit de peso corporal en niños. La masa magra y la masa grasa se ajustan por la estatura obteniendo los siguientes índices corporales: índice de masa grasa e índice de masa libre de grasa). Con los datos obtenidos, se construyeron gráficas de tipo Hattori expresando los índices de masa grasa y masa magra de acuerdo al índice de masa corporal.



Análisis estadístico de la información

Se realizó un análisis estadístico de tipo descriptivo de las variables cuantitativas estudiadas. Los datos obtenidos se deben de considerar como "normales" ya que la muestra es demasiado grande (>30). De acuerdo a la distribución de los datos, el análisis multivariado se realizó con una prueba no paramétrica, con cálculo de ρ de Spearman para el estudio posterior de las correlaciones evidentes encontradas entre las variables estudiadas. Para el análisis de las correlaciones, todo el análisis estadístico se realizó por medio del programa JMP13 pro plus, con una significancia estadística de $p < 0.05$. Finalmente se construyeron gráficas de tipo Hattori por medio de la representación de los índices de masa grasa, masa magra y masa corporal. Para saber la confiabilidad del estudio se realizó una α de Cronbach.

Resultados.

Al tener una muestra de 367,721 Individuos se obtuvo un estadístico de confiabilidad, la α de Cronbach fue utilizada y el resultado es el siguiente $\alpha = 0.8184$, lo que significa que es un estudio muy confiable. En estadística descriptiva es importante mencionar que el 52% de la población comprende el sexo femenino y el 48% restante comprende al sexo masculino, el 14% de la población tiene 15 años, la entidad que más individuos aportó al estudio fue el Estado de México con 12%. Para fines prácticos de éste artículo de todas las muestras se escogieron los gráficos más representativos o que más llaman la atención de los investigadores.

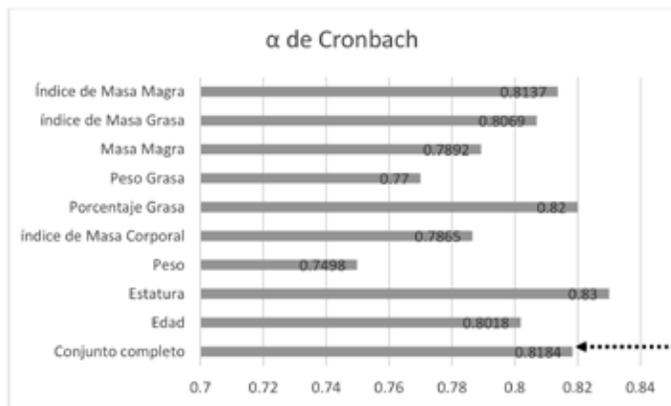


Figura 1. Índice de Masa Grasa frente a índice de Masa Magra en Población total (367,721) representada en Hattori.

Se aprecia una distribución homogénea en toda la gráfica, efectivamente se puede ver una concentración en el cuadrante inferior izquierdo lo que nos refiere realmente que hay un equilibrio entre el índice de masa grasa y el índice de masa magra (FMI y FFMI), esto se debe a que parte de la población estudiada son niños de 5 a 11 años, en donde toda la transición metabólica no influye demasiado para la edad y sexo, en comparación con los adolescentes de 12 a 18 años de edad que dependiendo el sexo se ven repartidos de diferente manera gracias a la distribución y porcentaje de grasa en estos rangos de edad. No se encuentra relación con la Rho de Spearman=0.0861, pero se encuentra significancia estadística con un P valor de < 0.0001 . En este estudio en específico la correlación baja o nula es beneficiosa ya que el índice de masa grasa y el índice de masa magra no se deben relacionar de forma fuerte, en cambio ambos índices son relacionables con el índice de masa corporal por lo que las correlaciones de Spearman deben de ser fuertes.

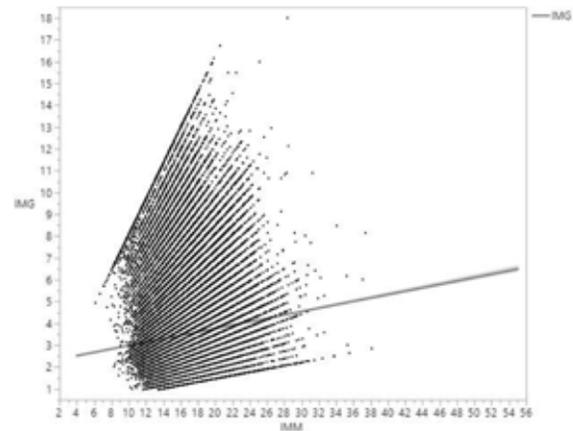


Figura 2.1 - Índice de Masa Grasa frente a Índice de Masa Magra en sexo masculino.

El 48% de la población se comprende en esta figura, se encuentra una distribución homogénea en toda la imagen, con una concentración en masa magra, debido a que usualmente los hombres tienen más músculo que las mujeres y por consiguiente menos grasa, sin embargo se denotan individuos en sobrepeso u obesidad, y la línea indica transición de masa magra a masa grasa en la población masculina.

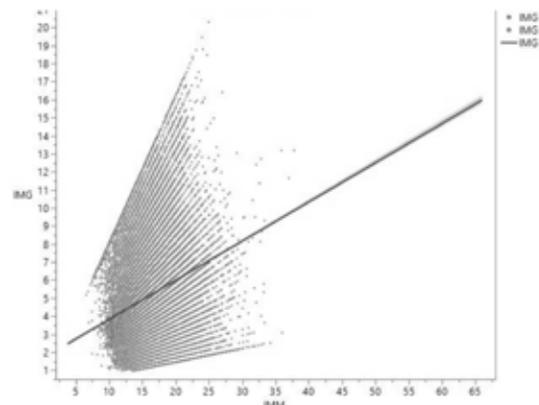
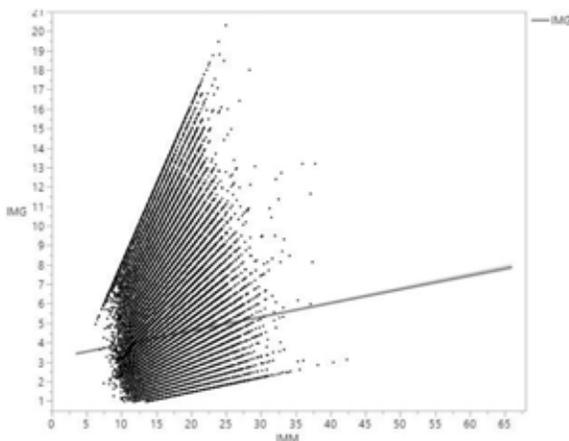




Figura 2.2 – Índice de Masa Magra frente índice de Masa Grasa en sexo femenino.

El 52% de la población se comprende en esta figura, la inclinación de la curva tiene una desviación notoria a la grasa, que se explica que al pertenecer a este sexo, hay un cambio de gran tamaño de la infancia a la adolescencia, con redistribuciones en la composición corporal, el aumento de grasa es evidente, la masa magra se puede quedar, aumentar o disminuir, dependiendo directamente del individuo.

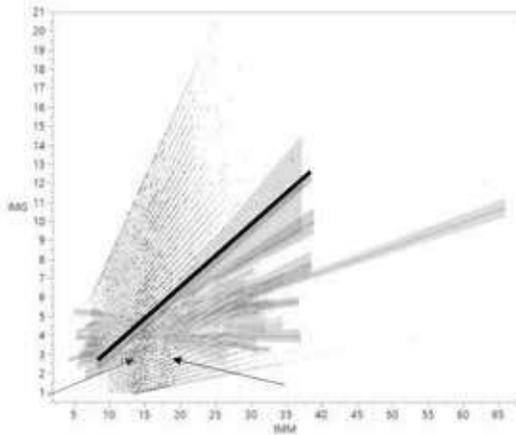


Figura 3. Índice de Masa Grasa frente a Índice de Masa Magra en población de Querétaro representada en Hattori. La figura representa al estado con la menor muestra (individuos) estudiados en este proyecto, con tan solo 624 individuos podemos percibir lo siguiente: en los últimos años ha habido una transición de grasa (epidemiológicamente hablando), se denota una concentración de individuos en la parte inferior de la gráfica, lo cual hablaría de una población acercada al índice de masa magra, pero la línea refleja totalmente lo contrario, con una dirección completamente dirigida y acercándose a la grasa, y es realmente por la influencia por la industrialización que se ha visto en este estado en los años pasados. La población se encuentra entre un índice de masa corporal de 18 a 29.9 en su mayoría. Se aplica una Rho de Spearman para ver la asociación de el índice de masa magra y el índice de masa grasa el resultado, $\rho = 0.1778$ con un p valor de <0.001 , lo que hace tener una rho positiva, por lo que la relación de índice de masa grasa y el índice de masa magra se ve relacionado en su minoría pero con esta significancia encontramos una relación de otras variables. Es la figura que más me llama la atención en todo el estudio, por la transición que se puede ver.

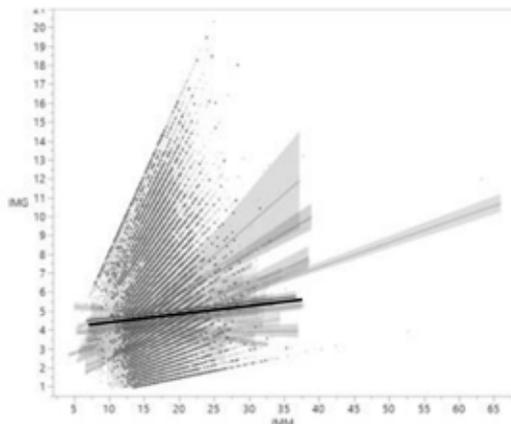


Figura 4.1 – Índice de Masa Grasa frente Índice de masa magra en Puebla.

Se puede observar en éste gráfico una concentración en el cuadrante inferior izquierdo, que nos habla de semi equilibrio en la masa grasa y la masa magra, sin embargo, al ser un estado muy industrializado por influencias de estados vecinos y propias, la línea se dirige con más acentuación a la grasa y por ende está habiendo una transición epidemiológica en este estado, ya que previamente se pega más a la masa magra que ahora.

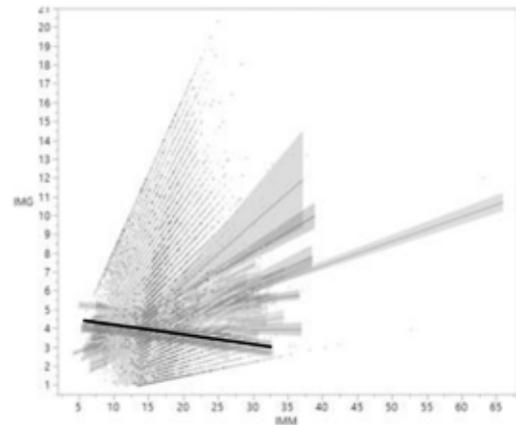


Figura 4.2 – Índice de Masa Grasa frente a Índice de Masa Magra en Tlaxcala.

Se puede observar en esta gráfica una transición epidemiológica expresada de la misma forma que en Querétaro, sin embargo, la inclinación de la línea se dirige a la masa magra, tiene una $p = -0.0076$, que al ser negativa no correlaciona las 2 variables y como mencioné previamente el tener una correlación negativa o correlación ligeramente baja en este estudio es beneficioso y confiable para determinar resultados.

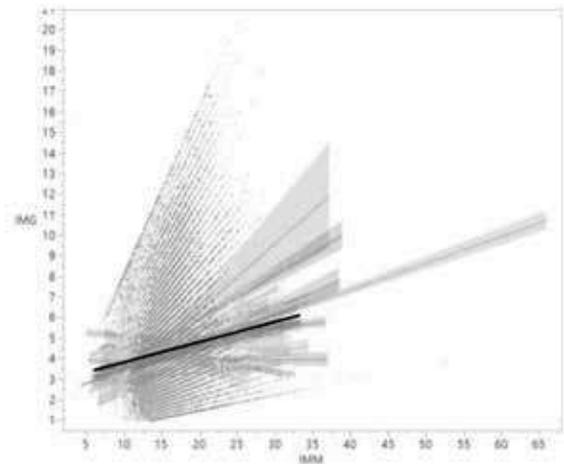


Figura 5. Índice de Masa Grasa frente a Índice de Masa Magra en población de Chihuahua representada en Hattori.

En esta figura encontramos a la distribución de Chihuahua expresado en Hattori, en esta ocasión encontramos una línea indicadora leve a grasa, también hay concentración en



el cuadrante inferior izquierdo es una composición corporal parecida entre el índice de masa grasa y el índice de masa magra, se puede apreciar una concentración ligera en el cuadrante superior izquierdo donde por ser un estado vecino del país del norte se puede ver influenciado por tendencias americanas y de esta forma ser una entidad con un estado mayor de grasa que otras, por ejemplo Chiapas. La población se encuentra entre un índice de masa corporal de 18 a 34.9 en su mayoría. Se aplica una Rho de Spearman para ver la asociación de éstas variables y el resultado es el siguiente: $\rho=0.1506$ con un p valor de <0.001 , lo que quiere decir que tenemos una rho positiva por lo que sí hay relación leve entre el índice de masa grasa y el índice de masa magra en la población. A diferencia de las gráficas anteriores de la transición, en este estado debemos generar políticas para bajar el consumo de comida grasosa para así poder lograr una mejor calidad de vida en estos pobladores.

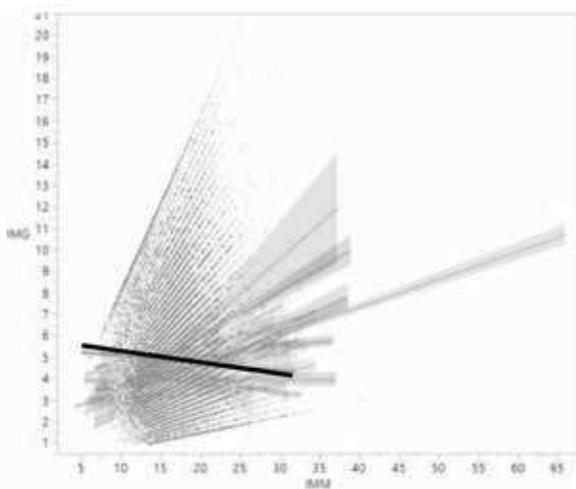


Figura 6. Índice de Masa Grasa frente a Índice de Masa Magra en población de Chiapas representada en Hattori.

En esta figura encontramos a la distribución de Chiapas expresada en Hattori, descubrimos que la línea se dirige más hacia el músculo o menos grasa, de la misma forma hay una concentración en el cuadrante inferior izquierdo que menciona el equilibrio, pero en esta grafica se aprecia mucha concentración en la región del índice de masa magra aunque hay personas obesas. La población se encuentra entre un índice de masa corporal de 18 a 29.9 en su mayoría. Se aplica una Rho de Spearman para ver la asociación de éstas variables y el resultado es el siguiente: $\rho = -0.0469$ con un p valor de 0.6611, lo que quiere decir que tenemos una rho negativa por lo que no hay una asociación entre los índices de masa grasa y masa magra esto como lo había mencionado previamente. De la misma forma no hay significancia estadística con el p valor arrojado.

Discusión

Cambios en la composición corporal notorios en los estados de la República Mexicana.

Al ser un estudio con un p valor para índice de masa grasa vs índice de masa magra de <0.0001 es muy significativo por lo que es muy certero y muy eficiente ya que está vigorizando,

estadísticamente hablando. El que la población en general tenga una Rho de Spearman de 0.0861, hace que no tenga correlación o sea una correlación extremadamente baja, lo cual fortalece el proyecto de investigación ya que en este caso en específico la comparación que se está haciendo no debería de haber relaciones entre Índice de Masa Grasa e Índice de Masa Magra, lo que le da un plus al proyecto.

Fueron seleccionados 3 estados para plasmarse con transición epidemiológica muy fuerte como son el Estado de Querétaro, Puebla y Tlaxcala, que gracias a la industrialización, crecimiento poblacional e influencia de estados vecinos, entre otros, se ven afectados ya que hay un cambio de masa magra a masa grasa y se debe de revisar a profundidad, realmente debe de haber un equilibrio. Querétaro *per se* es el estado más afectado en base a estos problemas. En Chihuahua, al igual que muchos estados del norte debemos de generar políticas para bajar el consumo de comida grasosa para así poder lograr una mejor calidad de vida en estos pobladores y evitar problemas relacionados con el sobrepeso y la obesidad. A diferencia de muchos estados, en Chiapas debemos de generar políticas para el mejoramiento de salud en desnutrición, el que esté más pegado a la masa magra que la masa grasa (y que la mayoría de la población no sea obesa, como en otros estados), no nos hace descartar problemas de salud asociados a desnutrición (hablando de distribución de los compuestos corporales).

Generar políticas para ayudar independientemente a cada uno de los estados con necesidades propias, de ésta forma haciendo propagandas y movimientos por la salud de los mexicanos.

Cambios en la composición corporal durante la pubertad: diferencias entre género y edad.

La pubertad es un periodo crítico en la vida de niños y niñas, durante el cual hay muchos cambios entre ellos/as un crecimiento rápido y cambios en la composición corporal de cada uno/a, secundarios a las modificaciones metabólicas, hormonales y fisiológicas que podemos encontrar, pudiendo influir en la presentación de factores de riesgo para enfermedades crónicas en la vida adulta (adulto/a joven o adulto/a maduro/a). Estos cambios descritos en la composición corporal durante la pubertad varían de acuerdo al sexo del individuo. En niños y niñas con peso normal, la masa grasa incrementa con el crecimiento ponderal en ambos sexos. Sin embargo el porcentaje de grasa aumenta en mayor proporción en niñas en comparación de los niños debido a un gran aumento en la masa magra que presentan éstos. Por lo tanto, la masa grasa contribuye en menor proporción al peso de los niños en comparación de las niñas. Es decir, la masa grasa es más representativa del peso ponderal de las niñas. En éste caso se ve muy bien representado en las Figuras 2.1 (distribución en hombres) y 2.2 (distribución en mujeres), en donde conforme el sexo las niñas cuentan con una mayor proporción de masa grasa y los hombres con mayor masa magra.³



Es muy importante comprender en qué consiste la medición del índice de masa corporal y sus limitaciones, especialmente cuando nos referimos a poblaciones pediátricas y adolescentes.⁴

Utilizando el índice de masa grasa y el Índice de Masa Magra, podríamos tener una mejor representación de los cambios en la composición corporal y una herramienta para determinar el estado nutricional (epidemiológicamente hablando) de los niños y adolescentes con mucha mayor precisión y fiabilidad. Diversos estudios apoyan el uso de estos métodos para la clasificación ponderal de las y los niños y de las y los adolescentes. Además de las diferencias en la composición corporal por género, existen diferencias de acuerdo a la edad o grupo de edad.

Utilidad del Índice de Masa Corporal como herramienta diagnóstica de sobrepeso y obesidad en niños/as y adolescentes.

El Índice de Masa Corporal es una herramienta de detección para identificar posibles problemas de peso en niñas, niños y adolescentes. El CDC y la Asociación Americana de Pediatría recomiendan el uso del Índice de Masa Corporal para detectar sobrepeso y obesidad en edades de 2 a 19 años. Sin embargo el CDC especifica de forma clara que el índice de masa corporal no debe ser empleado como criterio diagnóstico, sino como herramienta de detección o tamizaje. Para poder diagnosticar sobrepeso u obesidad es necesario que se realicen otras evaluaciones, incluyendo métodos de medición de composición corporal, evaluación de alimentación, actividad física, antecedentes heredo familiares y una evaluación médica completa para determinar los factores de riesgo adicionales en cada individuo. De la misma forma CDC indica que no se pueden dar rangos de peso saludables para niños, niñas y adolescentes debido a que éstos/as mismos/as cambian cada mes y es edad y sexo dependiente.

[Alcances del uso de los índices \(índice de masa magra e índice de masa grasa\) en el estudio de la obesidad en niños y adolescentes.](#)

Actualmente no contamos con algún tipo de valores de referencia en cuanto a puntos de corte de normalidad de masa magra y masa grasa por edad y género en la población infantil, lo cual no permite determinar cuáles son los valores en los que los niños se encuentran en sobrepeso u obesidad. Es por esto que debido a las limitaciones observadas en el uso del índice de masa corporal en la población infantil, resulta de forma oportuna desarrollar percentiles para estos índices por edad y género, a fin de mejorar la evaluación del estado nutricional en la población infantil y adolescente.

Sería recomendable que este tipo de estudios sean replicados para diferentes poblaciones y grupos étnicos, debido a las diferencias que se comentaron anteriormente, con el objetivo de desarrollar un referente universal y tener un mejor entendimiento de la variabilidad en la composición corporal.

Referencias bibliográficas

1. Gutiérrez, J.P. Rivera, J., et. al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Resultados nacionales, 2012.
2. CDC. Body Mass Index: Considerations for Practitioners
3. Gender Differences in Relationship between Fat-Free Mass Index and Fat Mass Index among Korean Children Using Body Composition Chart *Yonsei Med J* 52(6):948-952, 2011.
4. Kaufer M y Toussaint G. Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 2010: (502-518).

Bibliografía

- Obesidad en México: epidemiología y políticas de salud para su control y prevención *Gaceta Médica de México.* 2010;146.
- Gutiérrez, J.P. Rivera, J., et. al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Resultados nacionales, 2012.
- Achor MS, Benitez NA, Brac E y Barslund SA. Obesidad Infantil. *Revista de Posgrado de la Vía Cátedra de Medicina.* 2012
- Kaufer M y Toussaint G. Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 2010: (502-518)
- CDC. Body Mass Index: Considerations for Practitioners
- Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *J Adolesc Health* 2002;31 6 Suppl:192-200.
- Taylor RW, Grant AM, Williams SM, Goulding A. Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18:1410-1416.
- Gender Differences in Relationship between Fat-Free Mass Index and Fat Mass Index among Korean Children Using Body Composition Chart *Yonsei Med J* 52(6):948-952, 2011.
- (Schutz, Y. Kyle, UUG. Pichard, C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18 - 98 y. *International Journal of Obesity* (2002) 26, 953-960.
- Wells, JCK. Fewtrell, MS. Williams, JE. Haroun, D. Lawson MS. Cole, TJ. Body composition in normal weight, overweight and obese children: matched case-control analyses of total and regional tissue masses, and body composition trends in relation to relative weight. *International Journal of Obesity* (2006) 30, 1506-1513.
- Distribución geográfica de desnutrición en Chiapas: 2017. INEGI <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=07>
- Alfa de cronbach y consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida de confiabilidad (pdf). 2017 <http://www.uv.es/~frinasnav/AlfaCronbach.pdf>