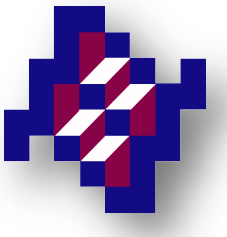

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
MCS NUTRICIÓN

Asociación entre ingesta de magnesio y síndrome metabólico en adultos mexicanos

---

Alumna:

Lic. en Nut. Angeles Romero Polvo

Maestría en Ciencias de la Salud con área de concentración en Nutrición

Director de tesis:

Dr. Jorge Salmerón Castro

Jefe de la Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social. Cuernavaca, Morelos, México.

Comité:

Dr. Ismael Nonato Campos

Centro de Investigación en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

M. en C. Edgar Denova Gutiérrez

Centro de Investigación en Ciencias Médicas, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, México.

Cuernavaca, Morelos, Agosto 2013

Asociación entre ingesta de magnesio y síndrome metabólico en adultos mexicanos

Titulo breve: Magnesio y Síndrome Metabólico

Romero-Polvo Angeles, LN[1], Denova-Gutiérrez Edgar, M.C.[2], Nonato-Campos Ismael, Dr.C.[3], Salmerón Jorge, Dr. C[4].

[1]Maestría en ciencias de la salud área de concentración en Nutrición, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.
[2]Centro de Investigación en Ciencias Médicas, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, México.
[3] Centro de Investigación en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.
[4] Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social. Cuernavaca, Morelos, México.

Resumen

Introducción. El síndrome metabólico (SM) es un conjunto de factores de riesgo que se encuentran íntimamente relacionados con enfermedad cardiovascular (ECV) y diabetes mellitus tipo 2 (DM2). La alimentación es el factor ambiental modificable más importante en la prevención y tratamiento de este síndrome.

Objetivo. Evaluar la asociación entre la ingesta de magnesio y la prevalencia de SM y sus componentes, en adultos de la Cohorte de Trabajadores de la Salud.

Metodología. Se realizó un estudio transversal utilizando datos de la Cohorte de Trabajadores de la Salud. Se analizaron los datos de ingreso a la cohort de 3,339 hombres y mujeres de 18 a 60 años de edad, que trabajan en Instituto Mexicano del Seguro Social y Instituto Nacional de Salud Pública, residentes de Cuernavaca, Morelos. La ingesta dietética se evaluó mediante un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos. La ingesta de magnesio total se definió como la suma de magnesio proveniente de la dieta más el magnesio proveniente de suplementos. El SM se definió de acuerdo a los criterios de ATP III modificado. La asociación de interés fue evaluada mediante modelos multivariados de regresiones logísticas.

Resultados. Los hallazgos de este estudio muestran una media de consumo de magnesio de 366.8 mg/día (DE: 0.21). La prevalencia de síndrome metabólico fue 28.9% en el total de la población. En los participantes del septil más alto de consumo de magnesio, encontramos una asociación inversa entre la ingesta de magnesio y el SM (RM 0.65, IC95%: 0.42-0.99), en comparación con los del septil más bajo. Al analizar por componentes, observamos una asociación inversa entre la ingesta de magnesio y los niveles bajos de lipoproteínas de alta densidad (HDL) (RM 0.44, IC95%:0.27-0.70), esto, al comparar a los sujetos del septil más alto de consumo de magnesio vs los del septil bajo.

Conclusión. Nuestros datos sugieren que una mayor ingesta de magnesio se asocia inversamente con el síndrome metabólico y sus componentes, especialmente con los niveles bajos de HDL, independientemente de otros factores conocidos.

Palabras claves: Síndrome metabólico, magnesio, adultos mexicanos.

Introducción

El síndrome metabólico (SM) es un conjunto de factores de riesgo que incluyen: obesidad abdominal, hiperglucemia, dislipidemias y presión arterial elevada, los cuales son factores íntimamente relacionados con ECV y DM2[1,2]. Según datos de la Encuesta Nacional de Nutrición 2006, en población mexicana, la prevalencia oscila entre 36.8% a 49.8% de acuerdo a los criterios de Tercer Informe del Panel de Expertos en Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipercolesterolemia en Adultos (ATPIII), Federación Internacional de Diabetes (IDF) y Asociación Americana del Corazón / Instituto Nacional del Corazón, Pulmones y Sangre (AHA/NHLBI)[3]. Se han observado una mayor prevalencia de SM en mujeres, probablemente debido a que en mujeres se encontró mayor prevalencia de obesidad central en comparación con los hombres (82.8% % vs 64.5%, respectivamente)[4]. El SM es el resultado de una interacción entre factores genéticos, metabólicos y ambientales. De los ambientales, la alimentación es el factor modificable más importante en la prevención y tratamiento de este síndrome[5].

En México, la ENSANUT-2006[6], reportó una ingesta disminuida de micronutrientes como la vitamina A, fibra, grasa total, ácido fólico, la vitamina C y calcio, sin embargo, la ingesta de magnesio aún no se ha reportado. En las últimas décadas, México ha reflejado un incremento en la ingesta de cereales refinados, grasas totales y saturadas, y un bajo consumo de frutas y verduras, disminuyendo así la ingesta de fibra[7]. En el 2012, evidencia epidemiológica reportó que el 22.6% de los niños de 1 a 11 años[8] y el 37% en adolescentes[9] mexicanos presentan bajas concentraciones de Mg sérico; sin embargo, no existe evidencia en adultos que revele la magnitud de esta deficiencia. El Mg es un mineral que se encuentra principalmente en cereales y semillas enteras, verduras de hoja verde, leguminosas, frutos secos, y oleaginosas[10]; juega un papel importante en procesos fisiológicos, dentro de las cuales se encuentra la síntesis de proteínas, producción de energía celular, crecimiento y reproducción celular[11]. Además se ha visto que el MG está relacionado con en el metabolismo de la glucosa e insulina, actuando principalmente sobre la actividad de la tirosina cinasa, fosforilasa cinasa y actividad de la proteína transportadora de glucosa[12]. Estas acciones las lleva a cabo mediante su la formación de quelatos con importantes ligandos-aniónicos intracelulares, especialmente con adenosin trifosfato (ATP), además de competir con el calcio por sitios de unión en proteínas y membranas[13].

Estudios previos sugieren que una ingesta disminuida de Mg se relaciona con un incremento en el riesgo de desarrollar SM[13,14,16] y DM2[14]. Un estudio realizado por Sahyoun y cols., observaron que los sujetos que tenían una mayor ingesta de cereales integrales, presentaban un menor riesgo de SM (RM: 0.46, IC 95%: 0.27, 0.79), en comparación con los de menor ingesta[15]. Otro estudio sugiere que existe una relación inversa entre la ingesta de Mg y la incidencia de SM[16].

Diferentes investigaciones sugieren que una ingesta inadecuada de Mg se relaciona con el desarrollo de enfermedades crónicas[17,18,19,20]. Sin embargo, en México no se conoce ningún estudio que evalúe la asociación entre la ingesta de magnesio en la dieta y la posibilidad de presentar SM o sus componentes. Por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar la asociación entre la ingesta de Mg y la prevalencia de SM y sus componentes, en adultos de la cohorte de trabajadores de la salud. La información obtenida será de gran importancia, debido a que la población mexicana enfrenta una alta prevalencia de SM[3], lo que incrementa la

susceptibilidad a un mayor riesgo de comorbilidades relacionadas con esta patología, como lo son la DM2[16,21] y ECV[22].

Metodología

Población y Diseño del estudio

El presente trabajo de investigación, es un estudio transversal realizado utilizando datos de la Cohorte de Trabajadores de la Salud[23]. Esta cohorte está conformada por trabajadores del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); 2) Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), y de trabajadores de la Universidad Autónoma del Estado de México Esta cohorte tiene como objetivo principal evaluar de manera prospectiva las relaciones entre factores de estilos de vida y la ocurrencia de algunas enfermedades crónicas en población adulta mexicana.

Para fines de este trabajo, sólo se incluyeron los trabajadores del IMSS y del INSP, se incluyó un total de 4,607 participantes, se excluyeron a sujetos con diagnóstico de diabetes, hipertensión arterial, dislipidemias (n=400); adultos con tratamiento de hipoglucemiantes, antihipercolesterolemicos, antihipertensivos, antidiureticos (n=349), participantes con valores faltantes de magnesio, lipoprotenías de alta densidad (HDL), triglicéridos, circunferencia de cintura, presión sistólica y diastólica (n=124); sujetos con concentraciones de glucosa ≥126mg/dl (n=72); sujetos que tuvieron una pérdida de peso >10kg en el último año (n=54) y por último a sujetos con valores aberrantes de dieta (calorías, magnesio, suplementos de magnesio), utilizando el método de la desviación estándar24, (n=269). Finalmente la población de estudio estuvo constituida por un total de 3,339 participantes.

Obtención de la información

Evaluación de la dieta

La ingesta dietética de los participantes, se evaluó mediante un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos (CFA), previamente validado en población mexicana[25]. Este cuestionario incluye una lista de 116 alimentos, consumidos durante los últimos 12 meses. La frecuencia de ingesta de estos alimentos se dividió en una escala que va desde "nunca" a "6 o más veces al día”. El total de energía y consumo de nutrientes específicos se estimaron a través de una base de datos de contenido de la comida mexicana que se encuentra en el Sistema de evaluación de hábitos nutricionales y consumo de nutrimentos (SNUT)[26]. La ingesta de Mg se estimó mediante el CFA que recoge información sobre el consumo de alimentos ricos en Mg (lácteos y derivados, verduras, carne, etc.). Para cada alimento, se usó un tamaño de porción común que se especifica en el CFA y se multiplicó por la frecuencia de consumo del mismo alimento. El Mg proveniente del consumo de suplementos, se calculó multiplicando el contenido de Mg en miligramos (mg) por la frecuencia de consumo de cada suplemento. Por último se consideró como ingesta de magnesio total a la suma de Mg proveniente de la dieta más el Mg proveniente de suplementos. El consumo de fibra se categorizó en adecuado (≥14g/1000kcal) e inadecuado (<14g/1000kcal)[27].

Definición de Síndrome metabólico

Se definió SM como la presencia de al menos tres de las siguientes condiciones[1]:

1. Circunferencia de la cintura ≥102 cm en hombres y ≥88 cm en las mujeres;
2. Niveles altos de triglicéridos séricos ≥ 150 mg / dL;
3. HDL sérico < 40 mg / dL en hombres y, <50 mg / dL en mujeres;
4. Tensión arterial sistólica ≥ 130 mm Hg, tensión arterial diastólica ≥ 85 mm Hg;
5. Glucosa en ayunas elevada ≥100 mg / dL.

Evaluaciones antropométricas

Todas las mediciones antropométricas se realizaron por enfermeras previamente capacitadas en procedimientos estandarizados. El peso de los participantes se midió con una báscula electrónica previamente calibrada (Marca: Tanita, modelo AC-533, Tokio, Japón), con precisión de 100 gramos, la medición se realizó con sujetos usando el mínimo de ropa y sin zapatos. La talla se obtuvo con un estadímetro convencional (Marca: SECA), de capacidad de 2 metros y precisión de 1 mm; con los sujetos de pie, sin zapatos, con los hombros en una posición normal, trazando un plano horizontal perpendicular a la escala vertical y tocando el vértice de la cabeza al momento de la inspiración. El índice de masa corporal (IMC) se calculó como la proporción de peso (Kg) sobre la altura en metros al cuadrado (m^2). Para este estudio, se definió como normal a los sujetos con un IMC entre 18.5-24.9 kg/m^2, Sobrepeso ≥25.0-29.9 kg/m^2 y Obesidad ≥30.0 $kg/m2$[28]. La circunferencia de cintura se midió con una cinta métrica convencional (Marca: SECA), en el punto más alto de la cresta ilíaca, al final de una espiración normal, con una precisión de 0.1 cm. La obesidad abdominal se definió como circunferencia ≥88cm mujeres y ≥102cm hombres[29].

Evaluaciones bioquímicas y clínicas

Para determinar las mediciones bioquímicas, se tomaron muestras de sangre después de un tiempo de ayuno de al menos 8 horas. La glucosa sérica se obtuvo a través del método enzimático colorimétrico mediante la oxidación de la glucosa. La medición de triglicéridos plasmáticos se analizó con un método colorimétrico después de la hidrólisis enzimática de la lipasa. Las HDL en suero se midieron mediante el método de aclaramiento. Por último, la presión arterial se evaluó empleando un monitor digital automático de presión arterial, mientras los participantes se encontraban sentados con el brazo derecho descansando al nivel del corazón.

Evaluación de otras variables

Otras variables demográficas tales como: edad, sexo, consumo de agua al día, uso de terapia de reemplazo, y menopausia, entre otras se obtuvieron a través de los cuestionarios auto-administrados. Por otro lado, la actividad física se estimó mediante la suma de las actividades específicas en tiempo libre, realizadas por cada participante. Actividad en tiempo libre en min/día, se definió en dos categorías: inactivo <30 min / día y activo ≥ 30 min / día[30].

Aspectos Éticos

La cohorte de Trabajadores de la Salud ha sido debidamente registrada y autorizada por la comisión Nacional Científica del IMSS y por los comités de Ética de todas las instituciones participantes. Al momento de la invitación a participar en la investigación, a todos los sujetos se les informó, mediante un oficio firmado por el coordinador responsable del proyecto, y por las autoridades del IMSS, el carácter voluntario de la participación en el estudio, así como la confidencialidad que tiene la información obtenida. De acuerdo a la ley general de salud el presente trabajo es un estudio sin riesgo. Si bien es probable que no se derive ningún beneficio directo para los participantes, si contribuirá a aumentar el conocimiento de la relación que existe entre los estilos de vida y las enfermedades crónicas. El estudio garantiza el respeto a la privacidad, ya que la información suministrada, por los participantes será utilizada exclusivamente con fines académicos relacionados con la investigación en salud pública. Finalmente, el estudio cumple con los principios establecidos por la Declaración de Helsinki.

Análisis estadísticos

Después de realizar la limpieza de la base de datos basales de la Cohorte de Trabajadores de la Salud, se realizó un análisis descriptivo de las principales características de interés de los participantes en el estudio. Se calcularon medias y desviación estándar para aquellas variables continuas y porcentajes para aquellas variables categóricas, estratificando la información por sexo. Para evaluar diferencias de medias o proporciones entre hombres vs mujeres; se utilizó prueba chi2 cuando las variables fueron categóricas y prueba t-Student cuando fueron continuas. Por otro lado, se calcularon medias o porcentajes de las variables de interés según el séptil de ingesta de magnesio. Para evaluar las diferencias de las medias de las características de la población por septil de consumo de magnesio, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), con un análisis post hoc de Bonferroni. Para evaluar la asociación entre la ingesta de magnesio y el síndrome metabólico o sus componentes, se estimaron razones de momios (RM) e intervalos de confianza de 95%(IC 95%), mediante modelos multivariados de regresión logística. En este sentido se propusieron tres modelos; el modelo I, fue ajustado por sexo y edad. En el modelo II, se anexaron las siguientes covariables: actividad física (min/día), consumo de alcohol (g/día), hábito de fumar (no fumador, ex fumador, y fumador activo), calorías totales (kcal/día), ingesta de grasas totales (% de energía), ingesta de fibra dietética (g/día), consumo de agua (<2 lt/día o ≥2 lt/día), uso de multivitaminas (si/no). Finalmente al modelo III se le anexo el IMC (normal 18.5-24.9 kg/m^2, Sobrepeso 25.0-29.9 kg/m^2 y Obesidad ≥30.0 kg/m^2). Adicionalmente, para mujeres se realizó un Modelo IV donde se incluyeron otras variables como: el uso de terapia de reemplazo (si/no) y la condición de menopausia (si/no).

Con un poder estadístico de 95%, calculado con el paquete estadístico G*Power3.1.3. Todos los valores de $p<0.05$ se consideran significativos. Para el análisis estadístico se utilizará el paquete STATA versión 11.1 para Windows (Stata Corp LP: College Station, TX)[31].

Resultados

En nuestro análisis, se incluyo a un total de 3,339 hombres y mujeres con edades entre 18 a 64 años, de los cuales el 77% son mujeres. La prevalencia de sobrepeso fue mayor en hombres (48.2%) que en mujeres (38.5%), ($p<0.001$); sin embargo las mujeres presenta un mayor porcentaje de obesidad en comparación con los hombres (19.5 vs 18.0%, respectivamente). La prevalencia de síndrome metabólico fue de 28.9%. El 33.7% de los participantes realizan ≥30min/día de actividad física, con una prevalencia en hombres de 41.6% y en mujeres de 31.3%. La población de estudio tiene una media de ingesta calorías de 2110 kcal/día, de las cuales el 61.0% proviene de hidratos de carbono. El 53.3% de los participantes presentan una consumo inadecuado de fibra (<14g/1000kcal) (Tabla 1).

En la Tabla 2, se observa que los sujetos en el septil más alto de consumo de magnesio, tienen una mayor prevalencia de hombres, presentan mayor edad, tienen menor hábito de fumar, y consumen más multivitaminas; así como una menor ingesta de calorías, mayor ingesta de hidratos de carbono totales, fibra dietética, consumo de agua y menor consumo de alcohol, en comparación con los del septil más bajo. Finalmente,, se encontró que existe mayor prevalencia de hipertrigliceridemia y bajas concentraciones de HDL en aquellos sujetos que pertenecen al septil más altode consumo de Mg cuando fueron comparados con los del septil más bajo.

Las razones de momios del Síndrome Metabólico y sus componentes, según el septil de ingesta de Magnesio total, se muestran en la Tabla 3. En el Modelo III, se observa que después de ajustar por posibles confusores; los sujetos del septil más alto de consumo de magnesio presentan un RM 0.65, IC 95%:0.42, 0.99), comparado con aquellos sujetos ubicados en el septill más bajo.

Después de analizar cada componente del SM, encontramos que los participantes del septil más alto de ingesta de magnesio, tuvieron menos posibilidades de presentar niveles elevados de glucosa (RM 0.89, IC 95%:0.54, 1.49). Además se observa una asociación inversa entre el consumo de magnesio y los niveles bajos de colesterol HDL (RM 0.44, IC 95%: 0.27, 0.70), en ambos casos al comparar a los sujetos del septil más alto vs los del septil más bajo de consumo.

Adicionalmente, se realizó el mismo análisis excluyendo el magnesio proveniente de suplementos (Tabla 4.). En este sentido, los hallazgos sugieren que se mantiene la asociación inversa entre el consumo de magnesio y el síndrome metabólico (RM 0.53, IC 95%:0.34, 0.84), y principalmente con los niveles bajos de HDL (RM 0.35, IC95%:0.21, 0.58), en ambos casos al comparar a los sujetos del septil más alto vs los del septil más bajo de consumo.

Discusión

Los hallazgos de este estudio sugieren una asociación inversa entre la ingesta de magnesio y el SM y sus componentes. Observamos que los sujetos ubicados en el septil más alto de consumo de magnesio en comparación con los del septil bajo, tuvieron 35% menos posibilidades de presentar SM (IC 95%: 0.42, 0.99). Este resultado es consistente con otros estudios que han confirmado una asociación inversa entre el consumo de magnesio y el SM y sus componentes. He y cols., realizaron

un estudio prospectivo en hombres y mujeres entre 18 a 30 años, donde observaron 31% menor riesgo de síndrome metabólico (HR, 0.69, IC del 95%: 0.52 a 0.91), para los participantes en el cuartil más alto de consumo de magnesio[12]. Asimismo, McKeown y cols., reportaron en adultos >60 años, una asociación inversa entre el consumo de magnesio y el SM (RM: 0.36, 95% CI 0.19–0.69)[32].

Al realizar el análisis por cada componente del síndrome metabólico, observamos una asociación inversa entre el consumo de magnesio y los niveles bajos de HDL. Otros estudios[12,31,32] han mostrado asociaciones similares a la observada en nuestro estudio. Por ejemplo: un estudio transversal mostró que los niveles bajos de colesterol HDL se asociaron inversamente con la ingesta de magnesio[33]. Por otro lado, en Estudio de la Salud de la Mujer, observaron que las mujeres del quintil más alto de consumo de magnesio tuvieron 27% menos riesgo de síndrome metabólico comparadas con aquellas ubicadas en el quintil más bajo (RM: 0.73, IC 95%: 0.60, 0.88)[34].

Sin embargo, no se observaron asociaciones inversas entre el consumo de magnesio y los niveles elevados de glucosa, niveles elevados de triglicéridos, niveles de presión arterial y circunferencia de cintura. Resultados similares al nuestro fueron vistos por Bruscato y cols., al evaluar la relación entre componentes de la dieta y el SM en mujeres mayores, donde no encontraron asociación entre el SM y la ingesta de macronutrientes y algunos micronutrientes, como el consumo de magnesio. Por lo que ellos sugieren que los factores dietéticos no tienen una influencia importante en el riesgo para el síndrome metabólico en mujeres de edad avanzada, y que la condición se debe a una interacción más compleja de otros factores tales como el estilo de vida, la susceptibilidad genética y el metabolismo[35].

El Mg es necesario para la actividad de la lecitina colesterol acil transferasa (LCAT), lo que disminuye los niveles de LDL y triglicéridos, y aumenta el colesterol-HDL. Se ha observado que la suplementación con Mg aumenta significativamente las concentraciones de apo-A1, lo que activa la acción de LCAT. Cuando existe una deficiencia de Mg se ve disminuida la acción de LCAT lo que provoca una reducción en la formación de ésteres de colesterol de HDL y deteriora el transporte y eliminación de los triglicéridos, provocando su aumento en plasma[36]. La asociación entre el magnesio y la presión arterial ha sido bastante estudiada, Ma y cols realizaron un estudio transversal y sus resultados mostraron que los niveles de Mg sérico y la ingesta dietética de Mg fueron significativamente menores en los participantes con ECV prevalente, hipertensión y diabetes que en los participantes libres de estas enfermedades. Además la ingesta dietética de Mg se asoció inversamente con la insulina sérica en ayunas, niveles de colesterol HDL, presión arterial sistólica y diastólica. Los mecanismos biológicos entre la ingesta de magnesio y la obesidad abdominal no son muy claros. Sin embargo existe la hipótesis en la que el magnesio puede tener un efecto anti-obesidad debido a su capacidad de formar jabones con ácidos grasos en el intestino y reduciendo así el contenido de energía proveniente de la dieta[16]. No obstante, el consumo de las principales fuentes de Mg como granos enteros, nueces, frutas y verduras, se han asociado inversamente con el peso corporal, por lo tanto estas dietas altas en fibra son más saciantes, lo

que disminuye el consumo de energía, mejorando la sensibilidad a la insulina y estimula la oxidación de las grasas, lo que beneficia al control de peso[37].

Para la interpretación de nuestros resultados se deben tomar en cuenta ciertas limitaciones. Primero, el instrumento de medición que se utilizó para recolectar la ingesta de magnesio es un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos el cual no fue diseñado específicamente para cuantificar el consumo de magnesio. No obstante, el uso de este CFA muestra una gran variedad de alimentos de manera individual que son fuentes principales de magnesio, por lo tanto permite estimar el consumo habitual de este micronutriente durante un largo periodo de tiempo, lo cual es útil para evaluar su ingesta. Por otro lado, nuestros hallazgos pueden ser insuficientes para apoyar los efectos beneficios del magnesio de manera independiente de otros nutrientes de la dieta, como es la fibra, calcio, y potasio, ya que se encuentran correlacionados. Sin embargo, la consistencia de nuestras asociaciones observadas entre el magnesio y el síndrome metabólico, se explican mediante la plausibilidad biológica del impacto directo de la ingesta de magnesio sobre el síndrome metabólico. Por otro lado, la medición indirecta de magnesio proveniente de suplementos no fue la adecuada, lo que puede presentar errores sistemáticos, como la sobreestimación de la ingesta de magnesio, y se puede ver reflejado en una atenuación de las asociaciones. Sin embargo, nosotros realizamos el análisis utilizando la suma de magnesio proveniente de dieta y suplementos, así como excluyendo los suplementos del análisis y la asociación inversa se mantuvo.

Otra limitación que puede presentar el estudio es su diseño transversal, ya que no se puede establecer una relación causal entre la ingesta de Mg y el SM y sus componentes, debido a que la relación temporal de estos eventos no ha sido claramente establecida. Sin embargo, tiene la capacidad de describir esta asociación y apoyar hipótesis relacionadas con esta asociación. Sus datos son útiles para la planeación y gerencia de los servicios de salud. Por último, es importante considerar que los participantes de esta investigación pertenecen a un determinado segmento de la población mexicana, por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio no se pueden generalizar a la población adulta mexica en su conjunto. Sin embargo, a pesar de que la muestra de adultos de este estudio no puede considerarse como representativa a nivel nacional, si pueden extrapolarse los resultados a adultos de ingresos medios residentes en esta zona urbana del centro de México.

A pesar de estas limitaciones, nuestros resultados proporcionan hallazgos importantes acerca de la asociación entre el consumo de magnesio y el síndrome metabólico y sus componentes en adultos mexicanos aparentemente sanos. Ya que es el primer estudio que evalúa esta asociación en población mexicana. En conclusión, se observó que una mayor ingesta de magnesio en la dieta se asocia inversamente con la presencia de síndrome metabólico; además un hallazgo importante fue la asociación inversa con los niveles bajos de HDL en los participantes, independientemente de otros factores conocidos. Este documento proporciona información para diseñar intervenciones en adultos que incluyan estrategias para disminuir el riesgo de presentar SM, por medio de factores modificables, como lo es la alimentación. Sin embargo, estudios adicionales son necesarios para confirmar estos hallazgos.

Tabla 1. Características generales de los participantes por sexo.

	Total (n= 3,339)	**Hombres** (n=769) (23%)	**Mujeres** (n= 2,570) (77%)	**Valor de p***
Edad(Años)[1]	40.6(10.3)	40.5(10.2)	40.6(10.3)	0.8
18-29 (%)	17.4	17.2	17.4	0.8
30-39 (%)	27.8	31.7	26.6	0.005
40-49 (%)	33.2	29.1	34.4	0.006
≥ 50(%)	21.7	22.0	21.6	0.8
Índice de Masa Corporal (Kg/m^2)[1]	26.5(4.5)	26.8(4.1)	26.5(4.6)	0.03
Sobrepeso (%)[2]	40.7	48.2	38.5	<0.001
Obesidad (%)[3]	19.4	18.1	19.7	0.3
Proporción de masa grasa[1]	40.4(8.3)	31.4(7.7)	43.1(6.3)	<0.001
Exceso (%)[4]	89.1	85.7	90.2	<0.001
Actividad física(min/día)[1]	24.7(32.0)	33.9(39.9)	22.0(28.7)	<0.001
Activo (≥30min/día) (%)	33.7	41.6	31.3	<0.001
Fumador actual (%)	17.6	18.5	17.3	0.003
Uso de terapia de reemplazo (%)	7.1	--	9.11	--
Uso de multivitaminas (%)	29.6	28.4	30.0	0.7
Síndrome Metabólico (%)	28.9	29.1	28.8	0.8
Glucosa (mg / dL)[1]	89.3(10.1)	92.7(9.9)	88.3(9.9)	<0.001
Glucosa elevada en ayunas (%)[5]	14.8	21.7	12.7	<0.001
Triglicéridos (mg / dL)[1]	155.4(98.7)	205.6(130.2)	140.4(81.3)	<0.001
Triglicéridos en suero elevados (%)[6]	39.3	60.5	33.0	<0.001
Colesterol HDL (mg / dL)[1]	37.4(10.3)	35.9(10.9)	37.9(10.1)	<0.001
Colesterol HDL bajo (%)[7]	83.8	71.1	87.6	<0.001
Circunferencia de cintura (cm)[1]	90.3(11.6)	94.3(10.5)	89.1(11.7)	<0.001
Obesidad central (%)[8]	44.5	20.5	51.7	<0.001
Presión arterial sistólica(mmHg)[1]	113.8(11.8)	119.4(11.3)	112.1(11.4)	<0.001
Presión arterial diastólica (mmHg)[1]	70.0(9.3)	71.9(9.7)	69.4(9.1)	<0.001
Presión elevada en sangre (%)[9]	11.4	19.1	9.1	<0.001
Dieta				
Energía(kcal/día) [1]	2110(867)	2123(855)	2106(871)	0.6
Carbohidrato(% energía)[1]	61.0(9.0)	60.9(9.0)	61.0(9.0)	0.7
Proteína(% energía)[1]	14.4(2.7)	14.4(2.7)	14.3(2.7)	0.4
Grasa Saturada (% energía)[1]	8.9(2.7)	8.7(2.6)	8.9(2.7)	0.05
Grasa poliinsaturada (% energía)[1]	4.3(1.2)	4.3(1.1)	4.3(1.2)	0.5
Magnesio (mg/día)	366.8(0.21)	366.8(0.21)	366.8(0,21)	0.9
Fibra (g/día)[1]	28.6(0.36)	28.6(0.36)	28.6(0.36)	0.9
Inadecuada (%) <14g/1000kcal.	53.3	55.5	52.6	0.1

[1] Media (Desviación Estándar), a menos que se especifique lo contrario.
[2] Sobrepeso ≥ $25kg/m^2$ a <30 kg/m^2
[3] Obesidad ≥30 kg/m^2
[4] Exceso de grasa >25 % en hombres y >35 % en mujeres
[5] Hiperglucemia ≥100mg/dl
[6] Hipertrigliceridemia≥150mg/dl
[7] HDL<50mg/dl para mujeres y <40 mg/dl para hombres
[8] Obesidad abdomina≥88cm para mujeres y ≥102 cm para hombres
[9] Presión arterial ≥130/85 mmHg
* Valor de p determinado mediante prueba de t student para variables continuas y prueba de chi 2 para variables categóricas.

Tabla 2. Características de la población según el septil de consumo de magnesio.

	Ingesta de magnesio Total (n=3339)			
	S1 (n=477)	**S4 (n=477)**	**S7 (n=477)**	**Valor de P***
Sexo, Mujeres (%)	77.6	77.9	73.0	1.0
Edad (años)[1]	38.5 (10.3)	40.8(10.2)	41.6(10.1)	<0.001
Índice de masa corporal (Kg/m^2)[1]	26.3(4.5)	27.0(4.7)	26.2(4.4)	1.0
Sobrepeso/obesidad (%)[2]	57.2	63.3	57.2	1.0
Proporción de masa grasa[1]	39.9(7.7)	41.0(7.9)	39.2(8.5)	1.0
Exceso (%)[3]	88.3	89.1	87.2	1.0
Actividad física (min/día)[1]	25.9(34.3)	25.3(32.7)	23.7(30.4)	1.0
Activo (≥30min/día) (%)	33.3	32.9	33.1	1.0
Fumador actual (%)	28.5	17.6	11.3	<0.001
Missing	3.6	4.4	4.6	--
Terapia de reemplazo (%)	4.0	5.7	10.3	0.003
Missing	68.8	62.5	61.8	--
Menopausia	18.4	27.2	27.9	0.06
Uso de multivitaminas (%)	26.2	24.5	50.5	<0.001
Missing	6.9	6.9	5.0	--
Síndrome Metabólico (%)	28.3	31.5	27.7	1.0
Glucosa (mg / dL)[1]	88.2(10.0)	89.8(9.8)	89.0(9.7)	0.1
Glucosa elevada en ayunas (%)[4]	12.4	16.4	13.4	1.0
Triglicéridos (mg / dL)[1]	150.8(98.2)	155.7(91.2)	155.5(99.7)	1.0
Triglicéridos en suero elevados (%)[5]	36.3	40.3	41.1	1.0
Colesterol HDL (mg / dL)[1]	35.9(9.7)	37.3(8.9)	38.7(12.9)	0.001
Colesterol HDL bajo (%)[6]	90.2	84.5	79.7	<0.001
Circunferencia de cintura (cm)[1]	89.6(11.9)	91.3(12.3)	89.4(11.3)	1.0
Obesidad central (%)[7]	42.6	47.4	41.1	1.0
Presión arterial sistólica(mmHg)[1]	113.0(10.6)	114.2(11.7)	113.9(12.3)	1.0
Presión arterial diastólica (mmHg)[1]	69.4(8.8)	70.3(10.0)	69.7(9.3)	1.0
Presión elevada en sangre (%)[8]	8.6	13.0	10.9	1.0
Dieta				
Energía total (Kcal/día)	2166(1031)	2146(823)	2086(825)	1.0
Carbohidratos (% del total de energía)	56.0(10.5)	60.7(7.4)	64.6(9.3)	<0.001
Proteína (% del total de energía)	13.6(3.2)	14.5(2.5)	14.8(3.1)	<0.001
Grasa total (% del total de energía)	23.5(6.6)	20.1(4.6)	18.5(5.6)	<0.001
Fibra (g/día)[1]	28.2(0.17)	28.6(0.20)	29.0(0.47)	<0.001
Magnesio (mg/día)[1]	366.5(0.07)	366.8(0.02)	367.1(0.28)	<0.001
Consumo de agua (≥2 litros/día)(%)	39.4	39.4	40.0	0.8
Alcohol(g/día)[1]	8.5(35.3)	3.1(6.2)	2.3(4.9)	<0.001

[1]Media (Desviación estándar).
[2] Sobrepeso/obesidad ≥ 25kg/m^2
[3]Exceso de grasa >25 % en hombres y >35 % en mujeres
[4]Hiperglucemia ≥100mg/dl
[5]Hipertrigliceridemia ≥150mg/dl
[6] HDL<50mg/dl para mujeres y <40 mg/dl para hombres
[7]Obesidad abdominal ≥88cm para mujeres y≥102 cm para hombres
[8]Presión arterial ≥130/85 mmHg
* Valor de p determinado mediante análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 3.Modelos Multivariados del Síndrome Metabólico según el septil de ingesta de Magnesio total.

	Ingesta de Magnesio (n= 3339)		
	S1 (IC95%)	S4 (IC 95%)	S7 (IC 95%)
		Síndrome Metabólico	
Modelo I[1]	1.0	1.02(0.77,1.37)	0.80(0.60,1.08)
Modelo II[2]	1.0	0.87(0.63,1.19)	0.66(0.45,0.98)
Modelo III[3]	1.0	0.65(0.42,0.99)	0.65(0.42,0.99)
Modelo IV[4]	1.0	0.81(0.54,1.22)	0.67(0.41,1.11)
		Componentes del Síndrome Metabólico	
Glucosa			
Modelo I[1]	1.0	1.24(0.85,1.81)	0.91(0.61,1.34)
Modelo II[2]	1.0	1.13(0.75,1.70)	0.88(0.53,1.44)
Modelo III[3]	1.0	1.07(0.70,1.62)	0.89(0.54,1.49)
Modelo IV[4]	1.0	1.12(0.68,1.87)	1.05(0.56,1.98)
Triglicéridos			
Modelo I[1]	1.0	1.09(0.83,1.44)	1.03(0.78,1.36)
Modelo II[2]	1.0	1.00(0.74,1.35)	0.89 (0.62,1.27)
Modelo III[3]	1.0	0.99(0.73,1.35)	0.91(0.63,1.31)
Modelo IV[4]	1.0	1.06(0.75,1.52)	0.94(0.61,1.45)
HDL			
Modelo I[1]	1.0	0.58(0.39,0.87)	0.44(0.30,0.65)
Modelo II[2]	1.0	0.57(0.37,0.87)	0.45(0.28,0.72)
Modelo III[3]	1.0	0.54(0.35,0.83)	0.44(0.27,0.70)
Modelo IV[4]	1.0	0.70(0.41,1.18)	0.54(0.30, 0.98)
Circunferencia de cintura			
Modelo I[1]	1.0	1.11(0.84,1.45)	0.84(0.64,1.11)
Modelo II[2]	1.0	1.12(0.83,1.51)	0.97(0.68,1.40)
Modelo IV[4]	1.0	1.10(0.79,1.53)	0.91(0.61,1.36)
Presión arterial			
Modelo I[1]	1.0	1.46(0.95,2.23)	1.10(0.71,1.71)
Modelo II[2]	1.0	1.33(0.84,2.11)	1.01 (0.57,1.76)
Modelo III[3]	1.0	1.28(0.80,2.05)	1.02(0.58,1.80)
Modelo IV[4]	1.0	1.04(0.58,1.86)	0.73(0.35,1.54)

[1]Ajuste por sexo y edad (años)

[2]Ajuste adicional por: Actividad física (min/día), fumador (no fuma, fumador activo, exfumador) ingesta de calorías (kcal/día), ingesta de grasas totales (% de energía), ingesta de fibra dietética (g/día), consumo de agua (<2lt/día o ≥2lt/día), uso de multivitaminas(si/no).

[3] Ajuste adicional de: Índice de masa corporal (normal 18.5-24.9 kg/m^2, Sobrepeso 25.0-29.9 kg/m^2 y Obesidad ≥30.0 kg/m^2).

[4]Sólo para Mujeres, en el modelo II de adiciono uso de terapia de reemplazo (si/no) y la condición de menopausia (si/no).

Tabla 4. Modelos Multivariados del Síndrome Metabólico según el septil de ingesta de Magnesio proveniente de la dieta.

	Ingesta de Magnesio (n= 3339)		
	S1 (IC95%)	S4 (IC 95%)	S7 (IC 95%)
		Síndrome Metabólico	
Modelo III[3]	1.0	0.69(0.48,0.99)	0.53(0.34,0.84)
Modelo IV[4]	1.0	0.69(0.46,1.04)	0.53(0.31,0.90)
		Componentes del Síndrome Metabólico	
Glucosa			
Modelo III[3]	1.0	1.10(0.72,1.68)	0.81(0.47,1.39)
Modelo IV[4]	1.0	1.01(0.60,1.70)	0 .64(0.32,1.25)
Triglicéridos			
Modelo III[3]	1.0	0.95(0.69,1.29)	0.86(0.58,1.28)
Modelo IV[4]	1.0	0.98(0.69,1.41)	0 .84(0.53,1.33)
HDL			
Modelo III[3]	1.0	0.50 (0.33,0.76)	0.35(0.21,0.58)
Modelo IV[4]	1.0	0 .60(0.36,0.99)	0 .47(0.25,0.89)
Circunferencia de cintura			
Modelo II[2]	1.0	1.11(0.82,1.51)	0.90(0.61, 1.33)
Modelo IV[4]	1.0	1.08(0.77,1.51)	0.78(0.51,1.21)
Presión arterial			
Modelo III[3]	1.0	1.15(0.71,1.85)	1.17(0.65,2.12)
Modelo IV[4]	1.0	0.91(0.50,1.66)	0.93(0.44,1.96)

[1]Ajuste por sexo y edad (años)

[2]Ajuste adicional por: Actividad física (min/día), fumador (no fuma, fumador activo, exfumador) ingesta de calorías (kcal/día), ingesta de grasas totales (% de energía), ingesta de fibra dietética (g/día), consumo de agua (≥2lt/día), uso de multivitaminas(si/no).

[3] Ajuste adicional de: Índice de masa corporal (normal 18.5-24.9 kg/m^2, Sobrepeso 25.0-29.9 kg/m^2 y Obesidad ≥30.0 kg/m^2).

Referencias bibliográficas

[1] Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, Fruchart JC, James WP, Loria CM, Smith SC Jr; International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; Hational Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; International Association for the Study of Obesity. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. Circulation. 2009;120(16):1640-5.

[2] Rojas R, Aguilar-Salinas CA, Jiménez-Corona A, Shama-Levy T, Rauda J, Ávila-Burgos L, Villalpando S, Lazcano-Ponce E. Síndrome metabólico en adultos mexicanos. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Salud Pública Mex 2010;52 supl 1:S11-S18.

[3] Rojas, Rosalba et al. Metabolic syndrome in Mexican adults: results from the National Health and Nutrition Survey 2006. Salud pública Méx. 2010;52(1): S11-S18 .

[4] Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L,Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX), 2012.

[5] Feldeisen SE, Tucker KL. Nutritional strategies in the prevention and treatment of metabolic syndrome. Appl Physiol Nutr Metab. 2007; 32(1):46-60.

[6] Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Avila M, Sepúlveda-Amor J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006.

[7] Ortiz-Hernández L, Delgado-Sánchez G, Hernández-Briones A. Cambios en factores relacionados con la transición alimentaria y nutricional en México. Gac. Méd. Méx. 2006; 142(3): 181-193.

[8] Morales-Ruán MC, Villalpando S, García-Guerra A, Shamah-Levy T, Robledo-Pérez R, Ávila-Arcos MA, Rivera JA. Iron, zinc, copper, and magnesium nutritional status in Mexican children aged 1 to 11 years. Salud Publica Mex 2012; 54:125-134.

[9] De la Cruz-Góngora V, Gaona B, Villalpando S, Shamah-Levy T, Robledo R. Anemia and iron, zinc, copper and magnesium deficiency in Mexican adolescents: National Health and Nutrition Survey 2006. Salud Publica Mex 2012; 54:135-145.

[10] Saris NE, Mervaala E, Karppanen H, Khawaja JA, Lewenstam A. Magnesium. An update on physiological, clinical and analytical aspects. Clin Chim Acta.2000; 294(12):1-26.

[11] Barbagallo M, Dominguez LJ. Magnesium metabolism in type 2 diabetes mellitus, metabolic syndrome and insulin resistance. Arch Biochem Biophys. 2007; 458(1):40-7.

[12] Guerrera MP, Volpe SL, Mao JJ. Therapeutic Uses of Magnesium.American Family Physician. 2009;80(2):157-162.

[13] R Swaminathan. Magnesium Metabolism and its Disorders. Clin Biochem Rev. 2003; 24(2): 47–66.

[14] Lopez-Ridaura R, Willett WC, Rimm EB, Liu S, Stampfer MJ, Manson JE, Hu FB. Magnesium Intake and Risk of Type 2 Diabetes in Men and Women. Diabetes Care. 2004; 27:134–140.

[15] Sahyoun NR, Jacques PF, Zhang XL, Juan W, McKeown NM. Whole-grain intake is inversely associated with the metabolic syndrome and mortality in older adults. Am J Clin Nutr. 2006; 83(1):124-31.

[16] He K, Liu K, Daviglus ML, Morris SJ, Loria CM, Van Horn L, Jacobs DR Jr, Savage PJ. Magnesium intake and incidence of metabolic syndrome among young adults. Circulation. 2006; 113(13):1675-82.

[17] Gutiérrez Guisado J., López Manzano J J., Rodríguez Cid J., Garcés Segura C., Llorens Rufach M. T. Prevalencia de síndrome metabólico en población laboral: El corazón de Asepeyo. An. Med. Interna. 2008; 25(7): 325-330.

[18] Córdova-Villalobos JA, Barriguete-Meléndez JA, Lara-Esqueda A, Barquera S, Rosas-Peralta M, Hernández-Ávila M, De León-May ME, Aguilar-Salinas CA. Las enfermedades crónicas no transmisibles en México: sinopsis epidemiológica y prevención integral. Salud Pública Mex. 2008;50:419-427

[19] Ford ES. Prevalence of the metabolic syndrome defined by the International Diabetes Federation among adults in the U.S. Diabetes Care. 2005; 28: 2745-2749.

[20] Riediger ND, Clara I. Prevalence of metabolic syndrome in the Canadian adult population. CMAJ. 2011; 183(15):E1127-34.

[21] Larsson SC, Wolk A. Magnesium intake and risk of type 2 diabetes: a meta-analysis. J Intern Med 2007; 262: 208–214.

[22] Shay CM, Stamler J, Dyer AR, Brown IJ, Chan Q, Elliott P, Zhao L, Okuda N, Miura K, Daviglus ML, Van Horn L. Nutrient and food intakes of middle-aged adults at low risk of cardiovascular disease: the international study of macro-/micronutrients and blood pressure (INTERMAP). Eur J Nutr. 2011.

[23] Denova-Gutiérrez E, Castañón S, Talavera JO, Gallegos-Carrillo K, Flores M, Dosamantes-Carrasco D, Willett WC, Salmerón J Dietary patterns are associated with metabolic syndrome in an urban Mexican population. J Nutr. 2010;140(10):1855-63

[24] Rosner B. Percentage points for a generalized ESD many-outlier procedure. Technometrics. 1983; 25:165-172.

[25] Hernández-Avila M, Romieu I, Parra S, Hernández-Avila J, Madrigal H, Willett W. Validity and reproducibility of a food frequency questionnaire to assess dietary intake of women living in Mexico City. Salud Pública Mex. 1998; 40:133-140.

[26]Hernández-Avila M, Resoles M, Parra S, et al: Sistema de evaluación de hábitos nutricionales y consumo de nutrimentos (SNUT). Mexico, INSP, 2000.

[27] Slavin JL. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. J Am Diet Assoc. 2008; 108(10):1716-31.

[28] World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Disponible en http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro3.html

[29] Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults: Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP)

Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA 2001; 285: 2486-97.

[30] World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Available in: http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf

[31] StataCorp, Stata Stastical Software: Release 11.1. 2011, StataCorp LP: College Station, TX.

[32] McKeown NM, Jacques PF, Zhang XL, Juan W, Sahyoun NR. Dietary magnesium intake is related to metabolic syndrome in older Americans. Eur J Nutr. 2008 Jun;47(4):210-6.

[33] Ma J, Folsom AR, Melnick SL, Eckfeldt JH, Sharrett AR, Nabulsi AA, Hutchinson RG, Metcalf PA. Associations of serum and dietary magnesium with cardiovascular disease, hypertension, diabetes, insulin, and carotid arterial wall thickness: the ARIC study. Atherosclerosis Risk in Communities Study.J Clin Epidemiol. 1995;48(7):927-40.

[34] Song Y, Ridker PM, Manson JE, Cook NR, Buring JE, Liu S. Magnesium intake, C-reactive protein, and the prevalence of metabolic syndrome in middle-aged and older U.S. women. Diabetes Care. 2005;28(6):1438-44.

[35] Bruscato NM, Vieira JL, do Nascimento NM, Canto ME, Stobbe JC, Gottlieb MG, Wagner MB, Dalacorte RR. Dietary intake is not associated to the metabolic syndrome in elderly women. N Am J Med Sci. 2010;2(4):182-8.

[36] Itoh K, Kawasaka T, Nakamura M. The effects of high oral magnesium supplementation on blood pressure, serum lipids and related variables in apparently healthy Japanese subjects. Br J Nutr. 1997;78(5):737-50.

[37] Du H, van der A DL, Boshuizen HC, Forouhi NG, Wareham NJ, Halkjaer J, Tjønneland A, Overvad K, Jakobsen MU, Boeing H, Buijsse B, Masala G, Palli D, Sørensen TI, Saris WH, Feskens EJ. Dietary fiber and subsequent changes in body weight and waist circumference in European men and women. Am J Clin Nutr. 2010; 91:329–36.