

Medicent Electron. 2019 abr.-jun.;23(2)

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE VILLA CLARA

ARTÍCULO ORIGINAL**El magnesio sérico en niños normotensos, pre-hipertensos, hipertensos y obesos de edad escolar****Serum magnesium in normotensive, pre-hypertensive, hypertensive and obese school-age children**

Jesús Isaías Alfonso Rodríguez¹, Marianela Ballesteros Hernández¹, Ángel Mollineda Trujillo², Danay Heredia Ruiz¹, Douglas Fernández Caraballo¹, Carmen Patricia Alfonso Gonzalez³

1. Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Cuba. Correo electrónico: jesusar@infomed.sld.cu
2. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara. Cuba.
3. Hospital Universitario Dr. Celestino Hernández Robau. Santa Clara, Villa Clara. Cuba.

RESUMEN

Introducción: la hipertensión, al igual que la obesidad, es un problema de salud a nivel mundial. En los últimos años esta situación ha aumentado en la edad infantil. Existe una estrecha relación inversa entre la ingestión del magnesio en la dieta, o en su suplementación, y los niveles de presión sanguínea. En la hipertensión hay presencia de las especies reactivas del oxígeno y las defensas antioxidantes pudieran estar afectadas.

Objetivos: evaluar el comportamiento de las concentraciones del magnesio en niños pre-hipertensos, hipertensos y obesos en edad escolar.

Métodos: se realizó un estudio descriptivo transversal. La muestra estuvo constituida por 501 infantes (8-11 años), los cuales se clasificaron según: los valores de presión arterial en reposo, sexo, color de la piel e índice de masa corporal. Las determinaciones del magnesio se realizaron por el método de absorción atómica con llama. Se utilizaron las pruebas: T student y U de Mann-Whinney, en la comparación de los grupos con un nivel de significación $p < 0,05$.

Resultados: en el grupo total de niños no hubo diferencias en las concentraciones del magnesio. Los niños pre-hipertensos e hipertensos, del sexo femenino y piel blanca, de 9 años, presentaron disminución significativa de las concentraciones de magnesio. Los varones hipertensos normopesos presentaron diferencia significativa del magnesio en relación con los normotensos. No se encontró diferencia significativa en las concentraciones de magnesio al estudiar el índice de masa corporal.

Conclusiones: las concentraciones de magnesio estuvieron disminuidas en los niños pre-hipertensos, hipertensos u obesos para determinados grupos de edad, sexo y color de la piel.

DeCS: obesidad pediátrica/prevención & control, manejo de la obesidad, magnesio/sangre.

ABSTRACT

Introduction: hypertension as obesity is considered a health problem worldwide. In recent years, this situation has increased in childhood. There is a close inverse correlation between the dietary intake of magnesium, or in its supplementation, and blood pressure levels. In hypertension, there is a presence of reactive oxygen species, as well as, antioxidant defenses may be affected.

Objectives: to evaluate the manifestation of magnesium concentrations in pre-hypertensive, hypertensive and obese school-age children.

Methods: a cross-sectional descriptive study was carried out. The sample consisted of 501 infants (8-11 years old), which were classified according to: blood pressure values at rest, gender, skin color and body mass index. The determinations of magnesium were made using flame atomic absorption spectrometry. Mann-Whitney U and Student's T Tests were used to compare groups with a significance level of $p < 0.05$.

Results: there were no differences in magnesium concentrations in the total group of children. Female pre-hypertensive and hypertensive white children aged 9 years showed a significant decrease in magnesium concentrations. Normal-weight hypertensive males had a significant difference in magnesium concentrations in relation to normotensive ones. No significant difference in magnesium concentrations was found when studying the body mass index.

Conclusions: magnesium concentrations were decreased in pre-hypertensive, hypertensive or obese children for certain age groups, gender and skin color.

DeCS: pediatric obesity/prevention & control, obesity management, magnesium/blood.

INTRODUCCIÓN

La hipertensión y la obesidad se consideran dos factores de riesgo relevantes para las enfermedades cardiovasculares, pues un alto por índice de la población mundial las padece; actualmente, la obesidad es como una pandemia, por la gran cantidad de personas que se clasifican como sobrepeso u obesa.¹ Por otra parte, se predice que para el año 2025, alrededor de 600 millones de personas padecerán de hipertensión.²

En los adultos la hipertensión ha sido percibida como un problema de la salud pública, todo lo contrario ocurre en la infancia, donde la hipertensión es poco frecuente. La presión sanguínea es un signo vital que es muy frecuente obtenida durante un examen físico a los adultos, pero solo muy raras veces se chequea en los niños. Hay que tener en cuenta que el diagnóstico de la hipertensión en la infancia es complicado, ya que la presión sanguínea en estas edades varía con la edad, el sexo y la talla. Como consecuencia directa se plantea que el 75 % de los niños y adolescentes con hipertensión y el 90 % con pre-hipertensión, frecuentemente no son diagnosticados.³

Al tener en cuenta que la hipertensión infantil muestra sus huellas en la adultez, y que es un marcador de riesgo de enfermedad cardiovascular, se puede afirmar la importancia de evitarla o tratarla desde etapas tempranas de la vida.⁴

En la actualidad se estima que entre el 2 % y el 5 % de todos los pacientes pediátricos tienen valores de presión sanguínea con criterio para el diagnóstico de hipertensión. Sin embargo, varios estudios informan cerca de un 10 % de prevalencia de hipertensión en la infancia. En un estudio anterior se encontró que cerca de un 20 % de los adolescentes tenían criterio para el diagnóstico de pre-hipertensión o hipertensión, lo que sugiere una prevalencia mayor que el estimado actual.^{3,5}

En el mecanismo fisiopatológico de la hipertensión parecen estar involucrados varios factores de riesgo, como: el sistema renina-angiotensina, el nervioso simpático, la endotelina, la vasopresina, alteración en la señalización del receptor acoplado a la proteína G, alteración en la función de las células T y la participación del estrés oxidativo a través de las especies reactivas del oxígeno (ERO) y de la alteración de los sistemas antioxidantes.^{6,7}

Existe una cantidad considerable de evidencia científica que sugiere que el estrés oxidativo juega un papel importante en la patogenia de la hipertensión y en la profundización en las enfermedades hipertensivas del corazón.⁸ En la hipertensión hay un incremento de las ERO, fundamentalmente

del anión superóxido, lo cual produce un deterioro del sistema antioxidante endógeno, y con ello, la disminución de la biodisponibilidad del óxido nítrico.⁹

La deficiencia en los macro y micronutrientes están asociada con el desarrollo de diferentes enfermedades. El magnesio es el cuarto mineral más abundante en el cuerpo humano, este micronutriente juega un papel esencial en: la regulación de la presión sanguínea, el metabolismo de la insulina, la excitabilidad cardíaca y el metabolismo del adenosin trifosfato.^{10,11}

Varios autores establecen que los niveles bajo de magnesio en el suero están asociados con una presión sanguínea elevada, y que pueden estar significativamente relacionados con la pre-hipertensión y la hipertensión en niños aparentemente saludables.^{12,13}

Los estudios han demostrado que la deficiencia de magnesio, aumenta la reactividad de las arterias a los vasoconstrictores, promueve vasoconstricción e incrementa la resistencia periférica, lo cual conlleva a un incremento de la presión sanguínea. Además, los bajos niveles de magnesio han sido asociados con un alto riesgo de mortalidad en pacientes con enfermedad de arteria coronaria, con incremento del riesgo de tener un infarto agudo de miocardio y con alta presión sanguínea.¹²

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de las concentraciones séricas de magnesio en niños normotensos, pre-hipertensos, hipertensos y obesos, según: sexo, edad, color de la piel e índice de masa corporal de los infantes.

MÉTODOS

El estudio formó parte del Proyecto PROCDEC, realizado en la Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara y el Sectorial Provincial de Salud de Villa Clara; en este último se desarrolló una pesquisa integral para la detección temprana de niños pre-hipertensos e hipertensos. La muestra estuvo conformada por 501 niños entre las edades de 8 y 11 años, procedentes de cuatro escuelas primarias del municipio de Santa Clara. Los infantes fueron clasificados según: sexo, color de la piel, edad e índice de masa corporal. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los padres de los niños involucrados (se explicó en qué consistía el estudio, su importancia, el beneficio personal y familiar). Se utilizaron las muestras de sangre que no presentaron ninguna alteración para el análisis posterior. En este estudio descriptivo y transversal participaron especialistas de múltiples disciplinas entre las que sobresalieron: pediatras, cardiólogos, bioquímicos, fisiólogos, endocrinólogos, médicos generales integrales, psicólogos, entre otros. Se excluyeron los niños que presentaron algún tipo de discapacidad, aquellos que los padres no estuvieron de acuerdo con el estudio y las muestras de sangre que presentaron hemólisis.

Medición de la presión sanguínea

Para obtener la clasificación de los valores de presión arterial de los niños estudiados en normotensos, pre-hipertensos o hipertensos, la presión arterial se midió en 8 momentos. Se utilizaron brazaletes del tamaño adecuado a la circunferencia del brazo, de tal forma, que la bolsa neumática interna abarcara más del 50 % de la circunferencia del brazo, medida en el punto medio entre el acromion y el olécranon. El estetoscopio utilizado fue de tamaño pediátrico.

Previo a la medición, los infantes permanecieron al menos 10 minutos sentados en reposo, con el antebrazo apoyado sobre una mesa; esto garantizó, como mínimo, un intervalo de tiempo de 10 minutos entre las tomas, que se realizaron en tres días diferentes, como establece la OMS. También se incluyó la toma de un miembro inferior acostado, para descartar la coartación de la aorta. Para la obtención del diagnóstico, se utilizaron las tablas de percentiles de talla y presión arterial que consideran la edad y el sexo. Se diagnosticaron hipertensos los niños con cifras de presión arterial por encima del 95 percentil, pre-hipertensos a los que tuvieron un percentil entre 90 y 95 y normotensos aquellos con menos del 90 percentil.¹⁴

Obtención del suero sanguíneo

A cada niño se le realizó la extracción de 10 ml de sangre, con jeringuilla desechable, en la condición de ayuno total de 12 horas mínimo y dieta normo calórica y normo lipídica en la última comida. Las muestras de sangre fueron procesadas, se separó el suero de los glóbulos mediante centrifugación y el suero resultante fue distribuido en 3 laboratorios, donde se estudiaron los parámetros bioquímicos convencionales y la actividad de las enzimas y del AO no proteico.

Determinación del magnesio sérico

Las determinación del magnesio se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica marca PYE UNICAM SP9, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UCLV. Este método consiste en la medición de las especies atómicas por su absorción a una longitud de onda particular. La especie atómica se logra por atomización de la muestra y son distintos los procedimientos utilizados para esto. En este caso se aplicó la técnica de atomización más usada que es la de absorción atómica con llama, que nebuliza la muestra y luego la disemina en forma de aerosol dentro de una llama de aire acetileno.

Para la determinación del magnesio se utilizó una solución de cloruro de lantano al 0,1 %. Para ello se utilizó una curva patrón. Todas las determinaciones se realizaron según los Procedimientos Normalizados de Operación (PNO) establecidos.¹⁵ El equipo realizó tres lecturas de cada muestra y determinó el valor medio. Los reactivos utilizados fueron de alta calidad, pertenecientes a la firma MERCK y SIGMA.

Tratamiento estadístico

Para conocer si la muestra cumple con la distribución normal se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($n \geq 100$) y de Shapiro-Wilk ($n \leq 100$). Si la distribución de la muestra es normal se utilizará el *test* de Student, si no cumple esta condición se utilizará los *test* no paramétrico de Mann-Whinney. Se utilizó como nivel de significación $p < 0,05$ y $p < 0,001$ para diferencias significativas y altamente significativas, respectivamente. Todos los *test* que se utilizaran pertenecen al paquete estadístico de SPSS 21.0.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se clasificó a los niños según su presión arterial; no se observaron diferencias en las concentraciones de magnesio entre los grupos de niños pre-hipertensos y los hipertensos en relación a los normotensos. A pesar del resultado anterior se observó que las concentraciones de magnesio tienen una tendencia a la disminución en los niños pre-hipertensos e hipertensos.

Tabla 1. Concentración de magnesio según la clasificación de la presión arterial de los niños.

Presión arterial	No.	Mg (mmoles/l)
Normotensos	305	0,767 ± 0,15
Pre-hipertensos	161	0,752 ± 0,13 p=0,431
Hipertensos	35	0,723 ± 0,17 p=0,575
TOTAL	501	

Al analizar las concentraciones de magnesio sérico según el sexo, en varones fue de 0,761 mmoles/l, y en hembras 0,757 mmoles/l, para el color de la piel blanca 0,754 mmoles/l, y no blanca 0,777 mmoles/l, respecto al índice de masa corporal, en normopeso fue 0,750 m moles/l, en

sobrepeso 0,714 mmoles/l y en obesos 0,777 mmoles/l. No se encontraron diferencias significativas en ninguno de estos grupos. Estos resultados no se muestran en tablas.

Los valores de magnesio según edad de los niños aparecen en la Tabla 2, donde se reflejan además los valores según clasificación de la presión arterial. En el grupo total de niños, los de nueve años es el grupo que presentó menor concentración de magnesio. Al realizar las diferentes comparaciones entre los grupos de edades, los resultados más relevantes se encontraron en los niños de nueve años, las que pueden observarse en la tabla, con diferencias significativas respecto a los grupos de niños de 8 y 10 años.

Tabla 2. Concentración de magnesio según las edades y la presión arterial de los niños.

Presión arterial	8 años		9 años		10 años		11 años	
	No.	Mg (mmoles/l)	No.	Mg (mmoles/l)	No.	Mg (mmoles/l)	No.	Mg (mmoles/l)
Normotensos	52	0,749±0,29	74	0,748±0,12	126	0,789 ± 0,07	46	0,753 ± 0,13
Pre-hipertensos	43	0,746±0,17 p=0,75	44	0,725±0,10* p = 0,012	64	0,771 ± 0,11 p = 0,706	10	0,776 ± 0,05
Hipertensos	12	0,722±0,19 p=0,87	12	0,643 ± 0,10* p=0,008	10	0,808 ± 0,09 p = 0,363	1	0,840 ± -
TOTAL*	107	0,745 ± 0,24' p = 0,028	130	0,731 ± 0,12	200	0,784 ± 0,12** p = 0,00	57	0,758 ± 0,12 p = 0,085

*se muestran resultados para niños con la edad conocida.

Cuando los resultados se presentan según la clasificación de la presión arterial, los niños de 9 años de edad pre-hipertensos e hipertensos tuvieron una disminución significativa de la concentración del magnesio en relación a los normotensos. En el resto de las edades no se encontraron diferencias significativas.

En los niños hipertensos de 10 años de edad, la concentración de magnesio fue superior a los normotensos y pre-hipertensos, no obstante no hubo diferencias significativas.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la concentración de magnesio de los niños a los 9 años de edad. En el sexo femenino los niños pre-hipertensos e hipertensos exhibieron disminución significativa de las concentraciones de magnesio al compararlo con los normotensos. En el grupo de los niños masculinos se observó una tendencia a la disminución de las concentraciones del magnesio en los grupos de pre-hipertensos e hipertensos, sin diferencias.

Tabla 3. Concentración de magnesio a los 9 años de edad según sexo y presión arterial.

Presión arterial	No.	Femenino	No.	Masculino
		Mg (mmoles/l)		Mg (mmoles/l)
Normotensos	32	0,735 ± 0,14	42	0,758 ± 0,11
Pre-hipertensos	24	0,715 ± 0,10* p=0,036	20	0,737 ± 0,10 p=0,187
Hipertensos	8	0,632 ± 0,16* p = 0,025	4	0,665 ± 0,19 p=0,245
TOTAL	64		66	

En la Tabla 4 se analizó la concentración de magnesio en niños de 9 años, según el color de la piel. Se muestra que en los grupos de niños pre-hipertensos e hipertensos la concentración de magnesio está disminuida respecto a los normotensos, tanto en niños de piel blanca como en los de piel no blanca. Las diferencias alcanzaron significación estadística solo en los niños de piel blanca.

Tabla 4. Concentración de magnesio a los 9 años de edad según color de la piel y presión arterial.

		Piel blanca		Piel no blanca	
Presión arterial	No.	Mg (mmoles/l)	No.	Mg (mmoles/l)	
Normotensos	55	0,743 ± 0,13	18	0,761 ± 0,10	
Pre-hipertensos	35	0,720 ± 0,11* p = 0,043	10	0,744 ± 0,04 p = 0,160	
Hipertensos	9	0,660 ± 0,15* p = 0,015	3	0,593 ± 0,23 p = 0,356	
TOTAL	99		31		

En la Tabla 5 se observan los valores de la concentración de magnesio en los niños según su grupo de edad, y clasificación según IMC. Se observa que en ningún grupo de edad las concentraciones de magnesio presentan diferencia significativa en los niños sobrepesos u obesos al compararlos con los normopesos. No obstante, en los grupos de edades de 9 y 11 años se encuentra que hay una tendencia a la disminución de las concentraciones de magnesio en los niños sobrepesos y obesos con relación a los normopesos. Lo contrario se observa en los grupos de edades de 8 y 10 años donde las concentraciones de magnesio tienen una tendencia al incremento en los niños sobrepesos y obesos al compararlo con los normopesos.

Tabla 5. Concentración de magnesio en los niños según edad e IMC.

	8 años		9 años		10 años		11 años	
Presión arterial	No.	Mg (mmoles/l)	No.	Mg (mmoles/l)	No.	Mg (mmoles/l)	No.	Mg (mmoles/l)
Normopesos	44	0,710±0,21	69	0,730±0,13	107	0,771±0,09	40	0,774 ±0,11
Sobrepesos	11	0,634±0,19 p=0,08	14	0,672±0,19 p=0,66	20	0,772±0,04 p=0,80	8	0,751 ± 0,06 p =0,28
Obesos	15	0,804±0,46 p=0,86	9	0,703±0,14 p=0,51	26	0,816±0,08 p=0,06	4	0,590 ± 0,21 p=0,10
TOTAL*	70		92		153		52	

*se muestran resultados para niños con IMC conocido.

En la Tabla 6 aparecen las concentraciones de magnesio en los niños normopesos, el sexo y su clasificación según la presión arterial. En el sexo masculino se encontró disminución significativa de la concentración del mineral en los niños hipertensos al compararlos con los niños normotensos. En el grupo de los niños del sexo femenino se observó una tendencia a la disminución de las concentraciones del magnesio en los grupos de pre-hipertensos e hipertensos, sin diferencias.

Tabla 6. Concentración de magnesio en los niños normopesos según sexo atendiendo a la presión arterial.

Femenino			Masculino		
Presión arterial	No.	Mg (mmoles/l)	Presión Arterial	No.	Mg (mmoles/l)
Normotensos	79	0,742±0,14	Normotensos	90	0,772 ± 0,11
Pre-hipertensos	41	0,731 ±0,15 p=0,50	Prehipertensos	38	0,760 ± 0,13 p=0,412
Hipertensos	9	0,710 ±0,17 p=0,78	Hipertensos	3	0,586 ± 0,18* p=0,018
TOTAL	129			131	

DISCUSIÓN

El magnesio funciona como un importante cofactor en muchas reacciones enzimáticas esenciales para el mantenimiento de la homeostasis. Estas reacciones están involucradas en el metabolismo de la glucosa y en diversos procesos fisiológicos esenciales, en los que se incluyen la modulación del tono del músculo liso vascular y la función celular endotelial.^{11,16} Además, tiene un papel importante en la regulación de la presión sanguínea, el metabolismo de la insulina, en la excitabilidad cardíaca y en el metabolismo de adenosin trifosfato.¹⁷

En esta investigación no se encontró diferencia significativa en las concentraciones del magnesio en los niños pre-hipertensos e hipertensos, con relación a los normotensos. Este resultado no coincide con los obtenidos por Guerrero y colaboradores,¹³ los cuales encontraron que niños, aparentemente saludables, que presentaron concentraciones de magnesio por debajo del valor normal, estaban asociados con estados de pre-hipertensión e hipertensión.

A la edad de 9 años es donde coinciden los valores más bajos y con significación de las concentraciones de magnesio en las diferentes edades estudiadas. Como se explicará más adelante, es en esta edad donde se obtienen los resultados más relevantes de este estudio. El período más vulnerable entre las edades estudiadas es de 8 y 9 años, ya que en este se concentran los resultados más importantes. Lo anterior está basado y coincide con los resultados obtenidos por Alfonso y colaboradores, donde quedó demostrado que a la edad de 8 años disminuyó la actividad de la enzima antioxidante superóxido dismutasa y del glutatión, antioxidante no proteico en niños hipertensos.¹⁹

En los niños hipertensos, de 9 años de edad del sexo femenino, las concentraciones de magnesio disminuyeron significativamente. Este resultado es similar al encontrado por Obarzanek y colaboradores, quienes realizaron un estudio de prevalencia y de incidencia de la hipertensión en niñas adolescentes entre 8 y 9 años que presentaron, entre otros factores dietéticos, la baja ingestión de magnesio, lo que fue asociado con la incidencia de hipertensión.²⁰

Shen y colaboradores, en su trabajo sobre diferencias de color de la piel y sexo, en cuanto al comportamiento del perfil de la presión sanguínea a largo plazo en relación a la hipertensión en la infancia y la adultez, plantean que los individuos de piel negra sobrepasan a otros grupos étnicos en los Estados Unidos, respecto a: la prevalencia, inicio temprano y gravedad de la hipertensión. Lo anterior se cumple con los niños de piel de color negra ya que estos muestran niveles más alto y rápidos del cambio en la hipertensión que los niños de piel de color blanca. Sin embargo, en este estudio, al igual que en otros realizados anteriormente, las mayores afectaciones en cuanto a los sistemas antioxidantes y la concentración de magnesio, recaen en los niños de color de piel blanca.^{13,20} En este resultado pudo incidir que la muestra de niños de color de piel no blanca en esta investigación es baja en comparación con la muestra de niños de piel blanca.

No se encontró disminución significativa de las concentraciones de magnesio en los niños perteneciente a los diferentes grupos de edades al estudiar el índice de masa corporal. No obstante en los niños de grupos de edades de nueve y 11 años hay una tendencia a la disminución de la concentración de magnesio en los niños sobrepesos u obesos. En todos los grupos de edades con excepción del grupo de 11 años los niños clasificados como sobrepesos también

presentaron una disminución de la concentración de magnesio con relación a los niños normopesos. Savini y colaboradores, informaron que el papel del estrés oxidativo en esta enfermedad responde a estudios epidemiológicos, clínicos y en animales.²¹

Por otra parte, Serra y colaboradores, en su trabajo de oxidación de los ácidos grasos en la mitocondria, plantean que la obesidad, por sí sola, puede inducir un estrés oxidativo sistémico, a través de múltiples mecanismos bioquímicos, entre los que destacan: la generación de anión superóxido por la NADPH oxidasa, la fosforilación oxidativa y la activación de la proteína quinasa C entre otros.²²

Silva Morais y colaboradores ratifican que la producción de ERO se incrementa selectivamente en el tejido adiposo de individuos obesos, acompañada por la expresión de enzimas pro oxidantes, como es el caso de la NADPH Oxidasa, y a la vez, reduce la expresión de las más importante enzimas antioxidantes.²³

La relación entre el magnesio y el estrés oxidativo, que Soares de Oliveira y colaboradores representan en su trabajo de hipomagnisemia y su relación con la inflamación crónica no grave en la obesidad, encontraron que favorece un incremento en la formación de las ERO, que pueden guiar a una sobrecarga del sistema antioxidante, lo que contribuye a la aparición del estrés oxidativo.²⁴

Varios estudios muestran que el desacoplamiento de la enzima óxido nítrico sintetasa endotelial puede contribuir al estrés oxidativo. Chen y colaboradores plantean que la deficiencia de magnesio promueve el desacoplamiento de esta enzima, inducida por el estrés oxidativo, esto genera anión superóxido a expensas de la producción de óxido nítrico.²⁵

La relación de baja concentraciones de magnesio con el estrés oxidativo se refuerza por Zheltova y colaboradores en su trabajo de revisión en el cual plantean que en los estudios en modelos animales existe una correlación entre la deficiencia de magnesio y el estrés oxidativo. Por otra parte, varios estudios clínicos realizados tempranamente, aportan evidencias del impacto del estrés oxidativo asociado con la deficiencia de magnesio sobre la enfermedad humana.¹⁰

Entre las principales funciones del magnesio se encuentra la regulación de la presión sanguínea; el mecanismo por el cual transcurre la regulación aún no está dilucidado, aunque existen algunas propuestas, que en su conjunto, pudieran explicar la regulación de la presión arterial. Se ha demostrado que la deficiencia de magnesio aumenta la reactividad a los vasoconstrictores, promueve la vasoconstricción, incrementa la resistencia periférica y con ello, aumenta la presión sanguínea. Además, esta deficiencia se asocia con: inflamación, estrés oxidativo, disfunción endotelial y agregación plaquetaria.²⁶

El magnesio favorece una acción vasodilatadora en el corazón y en la vasculatura, lo que ha sido informado en estudios en animales y humanos. El resultado del estudio en los animales sugirió que la vasodilatación inducida por el magnesio se debe a la regulación de la síntesis del óxido nítrico, a diferencia del estudio en humanos, que demostró que la actividad vasodilatadora es independiente de la actividad del óxido nítrico.¹²

Otro aspecto importante es que el magnesio pudiera atenuar el estado de disfunción endotelial, que está presente en la hipertensión, pues este modifica el tono vascular por regulación de las funciones del endotelio y del músculo liso vascular, y se apoya en el importante papel de la vía clásica de la liberación del óxido nítrico.²⁷

Entre las acciones por las cuales el magnesio parece disminuir la presión arterial se encuentran las de antioxidante, vasodilatación y antiinflamatoria.

No todas las investigaciones clínicas informan disminución de magnesio en la hipertensión. En varios estudios, no se encontraron diferencias en los niveles de magnesio en suero o en las concentraciones de magnesio intracelular en pacientes hipertensos, mientras que en otras hay evidencias de un aumento en la concentración de magnesio intracelular, en los eritrocitos en pacientes con hipertensión esencial. Por otro lado, algunos estudios epidemiológicos fracasaron en mostrar una asociación entre la ingestión de magnesio, la presión sanguínea y las enfermedades cardiovasculares. Estos resultados contradictorios pueden estar afectados por diferentes factores experimentales como: composición de la dieta, protocolo de alimentación, toma de presión en los animales y definición de presión.²⁸

Pese a lo mencionado anteriormente, la tendencia de los resultados aportados es que la deficiencia de magnesio puede tener implicaciones en el mecanismo fisiopatológico de la hipertensión.

Este estudio coincide con otros investigadores en lo relacionado a la presencia de daños oxidativos y la afectación del sistema antioxidante en la hipertensión arterial. De los resultados de este trabajo se desprende la importancia de una dieta balanceada para los niños y personas en general, pero en especial aquellos que estén diagnosticados como pre-hipertensos, hipertensos u obesos, la cual debe estar conformada por nutrientes ricos en antioxidantes, como las frutas y los vegetales frescos. Además, es necesario concientizar a los infantes y a sus padres sobre la importancia de una educación nutricional adecuada, para evitar estas enfermedades en edades tempranas de la vida. Para ellos deben ser divulgadas en las comunidades por los facultativos y especialistas de MGI.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fraport MI, Adami FS, Rosolen MD. Cardiovascular risk factors in children. *Rev Port Cardiol.* 2017;36(10):699-705.
2. Sinha N, Dabla PK. Oxidative Stress and Antioxidants in Hypertension—A Current Review. *Curr Hypertens Rev.* 2015;11(2):132-42.
3. Aglony M, Acevedo M, Ambrosio G. Hypertension in adolescents. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2009;7(12):1595-603.
4. Macdonald-Wallis C, Solomon-Moore E, Sebire SJ, Thompson JL, Lawlor DA, Jago R. A longitudinal study of the associations of children's body mass index and physical activity with blood pressure. *PLoS ONE.* 2017 Dec. 14:1-15.
5. Pazin DC, Rosaneli CF, Olandoski M, Netto de Oliveira ER, Baena CP, Figueredo AS, *et al.* Waist Circumference is Associated with Blood Pressure in Children with Normal Body Mass Index: A Cross-Sectional Analysis of 3,417 School Children. *Arq Bras Cardiol.* 2017;109(6):509-15.
6. Montezano AC, Touyz RM. Molecular mechanisms of hypertension--reactive oxygen species and antioxidants: a basic science update for the clinician. *Can J Cardiol.* 2012 May;28(3):288-95.
7. Cohen RA, Tong XY. Vascular oxidative stress: the common link in hypertensive and diabetic vascular disease. *J Cardiovasc Pharmacol.* 2010; 55(4):308-31.
8. Egan Benova T, Szeiffova Bacova B, Viczenczova C, Diez E, Barancik M, Tribulova N. Protection of cardiac cell-to-cell coupling attenuate myocardial remodeling and proarrhythmia induced by hypertension. *Physiol Res.* 2016;65: 29-42.
9. Puzserova A, Bernatova I. Blood pressure regulation in stress: focus on nitric oxide-dependent mechanisms. *Physiol Res.* 2016;65:309-42.
10. Zheltovaa B, Kharitonova MV, Lezhitsaa IN, Spasova AA. Magnesium deficiency and oxidative stress: an update. *BioMedicine.* 2016;6(4):8-14.
11. Han H, Fang X, Wei X, Liu Y, Jin Z, Chen Q, *et al.* Dose-response relationship between dietary magnesium intake, serum magnesium concentration and risk of hypertension: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutr J.* 2017;16(26):1-12.
12. de Baaij HF, Hoenderop JG, Bindels RJ. Magnesium in Man: Implications for Health and Disease. *Physiol Rev* [internet]. 2015 Jan. 1 [citado 13 dic. 2017];95(1):[aprox. 46 p.]. Disponible en: <https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00012.2014>
13. Guerrero-Romero F, Rodríguez-Morán M, Hernández-Ronquillo G, Gómez-Díaz R, Pizano-Zarate ML, Wacher NH, *et al.* Low Serum Magnesium Levels and Its Association with High Blood Pressure in Children. *J Pediatr.* 2016;168:93-8.
14. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics.* 2004;114(Supl. 2):555-76.
15. Milner BA, Whiteside PJ. Methods. En: *Introduction to atomic absorption spectrophotometry.* 3rd ed. Cambridge: J. W. Ruddock & Sons, Ltd; 1984. p. 50-82.

16. Boyle NB, Lawton C, Dye D. The Effects of Magnesium Supplementation on Subjective Anxiety and Stress—A Systematic Review. *Nutrients*. 2017;9(429):1-22.
17. Wu J, Xun P, Tang Q, Cai W, He K. Circulating magnesium levels and incidence of coronary heart diseases, hypertension, and type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutr J*. 2017;16(60):1-13.
18. Alfonso Rodríguez J, Heredia Ruiz D, Fernández Caraballo D, Ballesteros Hernández M, González Rodríguez E, Lara M. Niveles de la enzima superóxido dismutasa en niños normotensos, prehipertensos e hipertensos. *Acta Bioquím Clín Latinoam*. 2012;46(4):625-32.
19. Obarzanek E, Wu CO, Cutler JA, Kavey RE, Pearson GD, Daniels SR. Prevalence and incidence of hypertension in adolescent girls. *J Pediatr*. 2010;157(3):461-7.
20. Shen W, Zhang T, Li S, Zhang H, Xi B, Shen H, *et al*. Race and Sex Differences of Long-Term Blood Pressure Profiles From Childhood and Adult Hypertension. The Bogalusa Heart Study. *Hypertension*. 2017;70:66-74.
21. Savini I, Catani MV, Evangelista D. Obesity associated oxidative stress: strategies finalized to improve redox state. *Int J Mol Sci*. 2013;14:10497-538.
22. Serra D, Mera P, Malandrino MI. Mitochondrial fatty acid oxidation in obesity. *Antioxid Redox Signal*. 2013;19:269-84.
23. Silva Morais JB, Soares Severo J, Rocha dos Santos L, Rodrigues de Sousa Melo S, de Oliveira Santos R, Soares de Oliveira AR, *et al*. Role of Magnesium in Oxidative Stress in Individuals with Obesity. *Biol Trace Elem Res*. 2017;176:20-6.
24. Soares de Oliveira AR, Clímaco Cruz KJ, Soares Severo J, Silva Morais JB, Coelho de Freitas TE, Rogério Araújo S, *et al*. Hypomagnesemia and its relation with chronic low-grade inflammation in obesity. *Rev Assoc Med Bras*. 2017;63(2):156-63.
25. Chen X, Mak IT. Mg supplementation protects against ritonavir-mediated endothelial oxidative stress and hepatic eNOS downregulation. *Free Radic Biol Med*. 2014;69:77-85.
26. Kyubok J, Tae HK, Yeong HK, Yang WK. Additional antihypertensive effect of magnesium supplementation with an angiotensin II receptor blocker in hypomagnesemic rats. *Korean J Intern Med*. 2013;28:197-205.
27. Cunha AR, Umbelino B, Correia ML, Fritsch Neves M. Magnesium and Vascular Changes in Hypertension. *Int J Hypertens* [internet]. 2012 [citado 21 nov. 2017];2012:[aprox. 7 p.]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ijhy/2012/754250/>
28. Sontia B, Touyz MT. Role of magnesium in hypertension. *Arch Biochem Biophys*. 2007;458(1):33-9.

Recibido: 27 de junio de 2018

Aprobado: 20 de diciembre 2018

Jesús Isaías Alfonso Rodríguez. Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Cuba. Correo electrónico: jesusar@infomed.sld.cu