



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 07, pp. 49060-49065, July, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.22523.07.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

INGESTÃO DE MAGNÉSIO E SUAS IMPLICAÇÕES METABÓLICAS EM PACIENTES COM EXCESSO DE PESO

Fatal, L. B. S.*¹, Ladeia, A. M. T. ² and Lima, M. L. ²

¹Departamento de Ciências da Vida (DCV), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Salvador, Bahia, Brasil

²Departamento de Pós-Graduação em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), Salvador, Bahia, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 10th April, 2021

Received in revised form

18th May, 2021

Accepted 21st June, 2021

Published online 30th July, 2021

Key Words:

Glicemia, Magnésio,
Metabolismo,
Micronutrientes, Obesidade.

*Corresponding author:

Fatal, L. B. S.

ABSTRACT

A obesidade é uma epidemia mundial sendo caracterizada pelo acúmulo de gordura corporal, podendo ser resultado de hábitos de vida inadequados, principalmente os alimentares. A ingestão cada vez mais crescente de alimentos industrializados e processados leva a uma baixa ingestão de nutrientes importantes para o desenvolvimento humano, dentre eles o magnésio, que é cofator enzimático de 300 reações metabólicas e está intimamente envolvido com o metabolismo dos carboidratos. **MÉTODO:** Estudo observacional de corte transversal, descritivo e analítico com o objetivo de avaliar os parâmetros dietéticos, sanguíneos e urinários do magnésio, associando-os entre si e com fatores de risco metabólico, em mulheres com excesso de peso. A amostra foi composta por 60 mulheres com excesso de peso que foram submetidas à avaliação clínica, antropométrica, dietética e bioquímica (perfil glicêmico, lipídico, magnésio sérico e urinário). Foi realizada a avaliação de grupos pelo teste t Student e pelo teste de Mann Whitney. A avaliação de associação entre os dados foi realizada através da correlação de Pearson ou Spearman. **RESULTADOS:** Na população estudada foi encontrada uma média de índice de massa corporal de $36,4 \pm 5,9 \text{ kg/m}^2$ e 86,7% da amostra tinha obesidade. A presença de alterações no perfil glicêmico e dislipidemia foram de 37% e 78,9% respectivamente. Foi verificada média de consumo de 173,8g/dia de magnésio, encontrando-se uma prevalência na inadequação de ingestão do magnésio em 97,3%. A hipomagnesemia estava presente em 13,3% da população e a hipomagnesúria em 44,2%. Aproximadamente 93,4% das pacientes pesquisadas apresentaram alguma inadequação no estado do magnésio. Verificou-se que as pacientes com uma ingestão de magnésio dietético inadequada possuíam maior IMC ($p < 0,05$). As pacientes com alteração no perfil glicêmico possuíam também menores níveis séricos de magnésio ($p < 0,05$) e maior perda urinária ($p < 0,05$). Nas pacientes com baixos níveis de magnésio sérico foi encontrada correlação negativa entre IMC e magnésio sérico ($r = -0,750/p < 0,01$). **CONCLUSÃO:** Verificou-se na população estudada uma alta prevalência de inadequação na ingestão de magnésio e uma elevada inadequação do magnésio corporal total seja ela alimentar e/ou bioquímica. Os pacientes com perfil glicêmico alterado foram os que apresentaram mais alterações nos níveis séricos e urinários de magnésio.

Copyright © 2021, Fatal et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Fatal, L. B. S., Ladeia, A. M. T. and Lima, M. L. "Ingestão de magnésio e suas implicações metabólicas em pacientes com excesso de peso", *International Journal of Development Research*, 11, (07), 49060-49065.

INTRODUCTION

A obesidade é uma epidemia mundial sendo caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, podendo ocasionar efeitos deletérios para a saúde (Wanderley e Ferreira, 2010). A Organização Mundial de Saúde ([WHO], 2019) estima que no mundo haja aproximadamente 1,9 bilhões de adultos com excesso de peso. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde ([MS], 2020), 55,4% da população adulta encontra-se com excesso de peso.

A alta prevalência da obesidade é preocupante pois está relacionada a maior morbi-mortalidade (WHO, 2005), sendo sua etiologia complexa e multifatorial. (Wanderley e Ferreira, 2010). O número de mortes mundiais atribuíveis ao Índice de Massa Corporal (IMC) dobrou entre os anos de 1997 até 2017. As principais causas de mortes foram doenças cardiovasculares, diabetes mellitus, doenças renais e câncer (Dai et al., 2020). Os fatores que mais influenciam no excessivo ganho de peso, é a baixa atividade física e a alimentação inadequada.

Quanto mais sedentário for o indivíduo, maior é a probabilidade deste tornar-se obeso, assim como, uma alimentação nutricionalmente inadequada, rica em açúcares simples, gorduras saturadas, alimentos industrializados e baixo teor de fibras, também aumentarão as suas possibilidades. (Barbiere e Melo, 2012). Os indivíduos obesos, devido a hábitos alimentares inadequados, têm uma baixa ingestão de micronutrientes, dentre eles o magnésio. O Magnésio é um mineral essencial para o metabolismo dos carboidratos, transporte e oxidação da glicose e sinalizador intracelular de insulina (Suki, 2005; Paolisso et al., 1990). Existem evidências que a redução na ingestão deste mineral pode estar associada ao maior risco de diabetes mellitus tipo 2 e desenvolvimento da síndrome metabólica (Dong et al., 2014; Song et al., 2006). A depleção de magnésio corporal pode ocorrer em diversas situações, como nas síndromes renais, distúrbios gastrointestinais, diabetes mellitus, hipoparatiroidismo, alcoolismo, entre outros. A sua deficiência está relacionada a uma série de intercorrências no organismo, tais como: hipocalcemia, hipocalcemia, hipertensão, alterações da excitabilidade neuro muscular, aterosclerose, osteoporose. (Nielsen, 2010; Rude, 2008; Elin, 1988) Sendo assim, uma vez que o magnésio é um micronutriente essencial ao metabolismo humano, principalmente no metabolismo dos carboidratos e que existem poucas pesquisas no Brasil e no mundo avaliando a ingestão dietética deste mineral na população com excesso de peso, este trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros dietéticos, sanguíneos e urinários do magnésio, associando-os entre si e com fatores de risco metabólico, em mulheres com excesso de peso.

METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de um estudo descritivo e analítico de corte transversal. Sendo um recorte de um projeto matriz intitulado Estudo de Excesso de Peso e Doença Cardiometabólica (PEPE) desenvolvido em um serviço de referência em obesidade de uma Instituição de Ensino Superior na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. O PEPE é composto por uma equipe multidisciplinar (médicos, nutricionistas, enfermeiros, odontólogos e psicólogos) e discentes do curso da área de saúde, para atendimento de pacientes com obesidade. A coleta de dados foi realizada pela pesquisadora, mestranda da Instituição, que desenvolveu o projeto como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Cálculo Amostral: O cálculo amostral foi realizado levando-se em consideração uma amostra aleatória simples, assumindo um nível de confiança de 95% para a determinação da prevalência de inadequação da ingestão de magnésio na população pesquisada, sendo necessário no mínimo 51 sujeitos na amostra. População do estudo: A população estudada foram indivíduos adultos, com diagnóstico de sobrepeso ou obesidade segundo os critérios de classificação básicos da OMS, Índice de Massa Corporal (IMC) $\geq 25 \text{ Kg/m}^2$ (WHO, 2000). Foram excluídos da pesquisa pacientes que já estavam recebendo orientações nutricionais, gestante e/ou lactantes, pacientes com diagnóstico de diabetes, com distúrbios digestivos, infecciosos e/ou metabólicos, pacientes com insuficiência renal, pacientes em uso de suplementos alimentares, vitaminas e/ou minerais, pacientes em terapia de reposição de hormonal (HTR), pacientes com diarreia persistente e pacientes alcoolistas, ou pacientes em usos de medicamento que pudessem interferir nas análises de magnésio, como diuréticos, anti-hipertensivos e antibióticos. Foram excluídos da pesquisa também os indivíduos do sexo masculino, uma vez que representavam uma parcela muito pequena da demanda do ambulatório de obesidade. Os participantes foram selecionados de forma prospectiva durante um período de um ano e dez meses, obedecendo ao fluxo do ambulatório.

Aspectos Éticos: O projeto matriz foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Bahiana para o Desenvolvimento das Ciências (Ofício no. 166/2009; Protocolo 72/2009) da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP). Os participantes que aceitaram fazer parte da pesquisa receberam todas as informações pertinentes ao estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Delineamento do estudo: Durante o período de coleta 165 novas pacientes procuraram o ambulatório de obesidade. Foram captados 78 pacientes, mas somente 60 atenderam os critérios da pesquisa e concluíram todas as etapas da mesma. As pacientes foram submetidas a avaliação antropométrica, três recordatórios alimentar de 24 horas (com intervalo de 15 dias entre eles) e dosagem de exames bioquímicos. As orientações nutricionais só foram entregues aos pacientes após a aplicação do terceiro recordatório alimentar de 24 horas e resultados dos exames bioquímicos. Os exames bioquímicos solicitados foram: Hemograma, glicemia de jejum, teste de tolerância oral a glicose (TTOG), hemoglobina glicada (HbA1c), triglicérides (TG), colesterol total (CT), colesterol LDL (LDL-C), colesterol HDL (HDL-C), magnésio plasmático (dosado por espectrofotometria de absorção atômica (EAA)), magnésio urinário de 24 horas.

Análise Estatística: Os resultados obtidos durante a pesquisa foram armazenados em um banco de dados do programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows versão 17.0 (Chicago-USA). Inicialmente foi verificada a normalidade das variáveis avaliadas através do teste de Kolmogorov-Smirnov ($n > 30$) assumindo um valor de $p > 0,05$, as variáveis com valor de p maior que 0,05 foram consideradas de distribuição normal, Para aquelas que não tiveram distribuição normal. Para as variáveis com distribuição normal foi realizada uma análise descritiva com média e desvio-padrão, para as variáveis que não apresentaram distribuição normal foram utilizados a mediana e intervalo interquartil. Para a avaliação de grupos foi utilizado o teste t Student, para as amostras pareadas simétricas e para as variáveis assimétricas foram realizados o teste de Mann Whitney. A avaliação de associação entre os dados foi realizada através da correlação de Pearson e para os de distribuição anormal Spearman. Todos os testes foram realizados assumindo uma significância de alfa menor ou igual a 5%.

Consumo Alimentar: Devido a variabilidade dos dados dietéticos foi realizado um ajuste destes dados, tanto pela energia, como pela variância intra e interpessoal (Fisberg et al., 2005; Willet, et al, 1997), para evitar que as diferenças no consumo energético influenciassem na ingestão do magnésio.

RESULTADOS

A pesquisa foi constituída de 60 mulheres com excesso de peso com uma média de $38,2 \pm 11,5$ anos. Com relação à história familiar de doenças crônicas não transmissíveis, o diabetes mellitus estava presente em 62,3% e a doença arterial coronariana (DAC) em 59,2% destas famílias. Na tabela 1 encontram-se as características gerais da população estudada. A média de IMC encontrado na população foi de $36,4 \pm 6,0 \text{ kg/m}^2$, verificou-se que 86,7% da população apresentava obesidade e 13,3% sobrepeso. Todos os pacientes apresentaram circunferência abdominal (CA) acima de 80cm, sendo que na sua maioria (96,5%) apresentaram risco muito aumentado para doenças cardiovasculares conformes critérios da WHO (2005). Dislipidemia estava presente em 78,9% dos pacientes. Dentre as lipoproteínas, o HDL-C apresentou-se alterado em 77,2%, o CT em 50,0%, LDL-C em 47,4% e o TGL em 29,1% das pacientes. Alteração no perfil glicêmico estava presente em 37% da população estudada. Estando a glicemia de jejum alterada em 28,6% e o TOTG após 120 minutos estava alterado em 24,1% das pacientes. A HbA1c estava alterada em 29,6% da população pesquisada.

Avaliação da ingestão, níveis sanguíneos e urinários: Na população pesquisada foi encontrada uma prevalência de inadequação na ingestão dietética de magnésio alimentar, após o ajuste pelas calorias, de 97,3%, preconizada pelo Instituto de Medicina (IOM, 1997). A prevalência da inadequação de fibras (IOM, 2005) foi de 100% da população, sendo encontrada uma média da ingestão de fibras, ajustada pelas calorias, de $13,7 \pm 5,0 \text{ mg/dia}$. Verificou-se que 93,4% dos pacientes apresentaram alguma inadequação de magnésio (alimentar e/ou bioquímica).

Tabela 1. Caracterização geral da amostra das pacientes atendidas no ambulatório de Obesidade, Salvador-BA, Brasil

Variável	Categoria	TOTAL
Escolaridade	Analfabeto	1,9%
	Até 1º grau	27,1%
	Até 2º grau	59,3%
	Até 3º grau	11,9%
Cor da pele	Branco	10,9%
	Pardo	54,3%
	Negro	34,8%
Fuma/utiliza tabaco no momento		5,7%
Atividade física (mínimo de 30 minutos 3x/semana)		23,5%
Hipertensão Arterial		43,1%
Síndrome Metabólica		61,4%

Tabela 2. Dados bioquímicos e níveis de Ingestão de magnésio dietético das pacientes atendidas no ambulatório de Obesidade, Salvador-BA, Brasil

Variável	Resultado	Valor de Referência (VR)
Mg Urinário (mmol/24h)	3,50 ± 1,40 ¹	3,00-5,00 ³
Mg plasmático EAA (mmol/L)	0,84 ± 0,09 ¹	0,85-1,05 ³
Mg dietético Ajustado (mg/dia)	173,8 ± 47,5 ¹	255 (19-30 anos) ² 265 (31-70 anos) ²

Note¹: Mean and standard deviation.

Note²: IOM, 1997.

Note³: Crosby et al., 2013; Elin, 2010.

Quando se utiliza o magnésio ajustado para o cálculo desta inadequação, ela assume um valor de 100% da população estudada. Observou-se ainda que 55,2% dos indivíduos pesquisados apresentaram alterações nos parâmetros bioquímicos do magnésio, sendo que 13,3% apresentaram hipomagnesemia e 44,2% das pacientes apresentaram hipomagnesúria.

Associações entre consumo alimentar de magnésio e parâmetros antropométricos e bioquímicos: As pacientes com uma ingestão de magnésio abaixo da recomendação EAR (IOM, 1997) apresentaram maior IMC do que aquelas que tinham uma ingestão adequada (32,2 ± 6,2 kg/m² vs. 37,1 ± 5,7 kg/m²; p < 0,05). Verificou-se também uma tendência a maior circunferência abdominal nas pacientes com uma ingestão inadequada de magnésio (100,3 ± 6,8cm vs. 109,0 ± 12,6; p=0,061). Avaliando-se a relação entre o consumo de fibras e o magnésio dietético foi verificado menores médias de ingestão de fibras nas pacientes que tinham uma ingestão de magnésio abaixo da EAR (12,9 ± 4,3g vs. 18,8 ± 6,5g; p<0,01). Avaliando-se a relação entre a ingestão de magnésio dietético e os seus níveis séricos foi verificado menor média de magnésio sérico nas pacientes com uma ingestão de magnésio abaixo da recomendação EAR do que nas pacientes com uma ingestão de magnésio adequada (0,82 ± 0,08mmol/L vs. 0,94 ± 0,11mmol/L; p<0,05). Quando avaliamos o perfil glicêmico pela ingestão de magnésio não houveram diferenças estatísticas entre os grupos – Tabela 3.

Associações entre os parâmetros bioquímicos de magnésio com alteração do perfil glicêmico e síndrome metabólica: Nas pacientes com disglucemia (independente do teste utilizado) foi verificada uma menor média de magnésio plasmático (0,79 ± 0,54mmol/L vs. 0,87 ± 0,09mmol/L; p<0,05). Nas pacientes com síndrome metabólica houve uma tendência a maior excreção renal de magnésio urinário (3,20 ± 1,30mmol/24h vs. 4,03 ± 1,50mmol/24h; p=0,074). As demais associações entre disglucemia e síndrome metabólica com parâmetros bioquímicos de magnésio não houveram associações estatisticamente significantes. Foi verificado que as pacientes com glicemia de jejum alterada apresentaram maior perda urinária (4,30 ± 1,30 mmol/24h vs. 3,30 ± 1,30mmol/24h; p<0,05) e tendência a menores níveis plasmáticos de magnésio (0,80 ± 0,06 mmol/L vs. 0,86 ± 0,09 mmol/L; p=0,065). Pacientes com intolerância a glicose (TTGO), tiveram níveis plasmáticos de magnésio mais baixos, com

tendência a significância estatística (p=0,087) – Tabela 4. Na análise de correlação com os parâmetros dietéticos, níveis séricos e urinários de magnésio obtiveram-se os seguintes resultados:

Correlação negativa entre a ingestão de magnésio dietético e IMC com tendência a significância estatística. (r= - 0,245; p = 0,06). Correlação positiva entre a ingestão de magnésio dietético e as fibras ajustadas pelas calorias (r=0,553; p<0,01). Para as pacientes com concentração de magnésio plasmático abaixo da mediana do grupo (0,85mmol/L) verificou-se uma correlação negativa entre o IMC e o magnésio plasmático (r= - 0,710; p < 0,01); E neste mesmo grupo, tendência a correlação negativa, entre o IMC e o magnésio urinário (r= - 0,519; p = 0,084). Para os pacientes com níveis de magnésio urinários abaixo da mediana do grupo (3,37mg/dia) verificou-se uma correlação positiva entre o magnésio na urina e o magnésio plasmático (r = 0,612; p < 0,05).

DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que na população estudada, as médias diárias da ingestão de magnésio estavam abaixo da necessidade média estimada (EAR) com uma elevada prevalência de inadequação da ingestão dietética de magnésio. Este achado está de acordo com muitos autores que têm demonstrado que a ingestão de magnésio da população mundial está bem abaixo das recomendações seguras de ingestão (VOLPE, 2013; Humphries *et al.*, 1999; Kirii, *et al* 2010; Cruz, 2014). Muitas pesquisas têm verificado uma baixa ingestão de magnésio na população adulta. Segundo Volpe (2013), 60% da população adulta norte americana tem um consumo abaixo da recomendação dietética de referência (RDA) para o magnésio. Estudo realizado por Humphries *et al*(1999)em mulheres americanas, no qual também foi utilizado o recordatório alimentar de 24h, como medida para avaliação da ingestão de magnésio dietético, encontrou-se valores médios de 168,94mg/dia nas mulheres entrevistadas, que possuíam uma média de IMC de 30,5kg/m². Estudo realizado no Japão por Kirii *et al*(2010)encontrou uma média de ingestão de 158mg/dia e Cruz no Brasil, encontrou valores médios de magnésio dietético de 164,65mg/dia, numa população de mulheres adultas obesas. Estes valores encontram-se semelhante ao encontrado nesta pesquisa, demonstrando que a população mundial tem uma ingestão de magnésio bem aquém do recomendado pela Ingestão Dietética de Referência (IOM, 1997). Observou-se que pacientes que tinham uma ingestão de magnésio dietético inadequada apresentaram uma menor ingestão de fibras. Avaliando-se a correlação entre estas variáveis, foi verificado que houve correlação linear positiva entre ingestão de magnésio e a ingestão de fibras. Em populações com excesso de peso, como a pesquisada, temos hábitos alimentares inadequados, com baixo consumo de alimentos naturais e integrais (Araújo *et al.*, 2013; Leão e Santos, 2012). Sabe-se que os alimentos integrais e os vegetais são algumas das maiores fontes de fibras da alimentação e também são ótimas fontes de magnésio (Wester, 1987; Guasch-Ferré *et al.*, 2014; Lima *et al.*, 2014), sendo assim o seu baixo consumo pode levar a uma diminuição na ingestão do magnésio dietético, como descrito por outros autores (Jose *et al.*, 2012). Uma vez que foi detectada na população estudada uma alta prevalência de inadequação na ingestão de fibras sugere-se que este achado pode estar colaborando para uma ingestão de magnésio abaixo da recomendação (EAR). Foi verificado também que as pacientes com menor ingestão de magnésio possuíam maior IMC, assim como também foi verificado a correlação linear negativa entre estes dados. Isto pode ser justificado pela forte relação existente entre a baixa densidade de micronutrientes encontrada no hábito alimentar da população obesa (Araújo *et al.*, 2013; Leão e Santos, 2012). Alguns autores também tem associado relação entre uma baixa ingestão de magnésio dietético com uma resposta inflamatória crônica (Oliveira *et al.*, 2017; Volpe, 2013; Nielsen, 2010). Sendo assim a baixa ingestão de magnésio na população pesquisada pode aumentar o componente inflamatório encontrado nesta população, podendo contribuir significativamente para o desenvolvimento das doenças crônicas não transmissíveis (Volpe, 2013; Nielsen, 2010).

Table 3. Glycemic profile related to magnesium intake of patients seen at the Obesity clinic, Salvador - BA, Brazil

Parâmetros	INGESTÃO DE MG \geq EAR (8)	INGESTÃO DE MG $<$ EAR (52)	Valor de p
Glicemia de jejum(mg/dL) ²	92,5 [87-103,5]	94,5[92-101]	0,425
TTGO de 120' (mg/dL) ¹	122,6 \pm 25,12	125,8 \pm 27,9	0,766
HbA1c (mg/dL) ²	5,7[5,5-6,2]	5,7[5,4-6,3]	0,626

Nota ¹ : Comparação de Médias realizadas pelo Teste t Student

Nota ² : Comparação de Medianas realizadas pelo teste de Mann Whitney

Tabela 4. Níveis Bioquímicos de Magnésio relacionado com perfil glicêmico das pacientes atendidas no ambulatório de Obesidade, Salvador-BA, Brasil

PARÂMETROS	Mg Plasmático (mmol/L)	Valor de p	Mg URINA (mmol/24h)	Valor de p
Glicemia jejum: ¹ < 100 mg/dL	0,86 \pm 0,09	0,065	3,3 \pm 1,3	0,035
\geq 100mg/dL	0,80 \pm 0,06		4,3 \pm 1,3	
TTGO: ¹ < 140mg/dL	0,86 \pm 0,09	0,087	3,6 \pm 1,4	0,866
\geq 140mg/dL	0,79 \pm 0,04		3,6 \pm 1,5	
HbA1c: ¹ \leq 6%	0,85 \pm 0,09	0,356	3,4 \pm 1,3	0,178
> 6 %	0,80 \pm 0,08		4,4 \pm 0,8	

Nota ¹ : Comparação de Médias realizadas pelo Teste t .

A baixa ingestão de magnésio encontrada nestas pacientes pode também aumentar o risco de desenvolvimento de diabetes já que a literatura sugere o risco de desenvolvimento de diabetes tipo 2 com uma baixa ingestão de magnésio. Brandão-Lima *et al.* (2018) encontrou uma associação negativa entre a ingestão de magnésio e hemoglobina glicada (HbA1c), com redução de 0,7% na HbA1c para cada 100mg de magnésio ingerido em pacientes diabéticos. Dong *et al.* (2014), numa meta-análise de coorte prospectiva com 536.318 participantes, detectaram uma associação inversa entre a ingestão de magnésio e o risco de diabetes tipo 2, independente do gênero, região geográfica e/ou história familiar de diabetes tipo 2 (Dong *et al.*, 2014). Na população estudada obteve-se uma grande prevalência de dislipidemia, e por se tratar de uma população obesa com alto risco para doenças cardiovasculares, a baixa ingestão de magnésio desta população pode comprometer ainda mais a saúde cardiovascular, uma vez que estudos tem mostrado o efeito protetor do magnésio sobre o sistema cardiovascular (Kokubo, *et al.*, 2018; Guasch-Ferré *et al.*, 2014). As médias de magnésio plasmático encontradas na população pesquisada estavam muito próximas aos limites mínimos de segurança para indivíduos saudáveis. Foi verificada menores médias de magnésio plasmático nas pacientes que possuíam uma ingestão de magnésio abaixo da EAR. As médias de magnésio encontrada na população estão similares aos verificados por alguns autores na população adulta em geral, para o magnésio plasmático (Rude, 2008; Elin, 1988). Pesquisas de Crosby *et al.* (2013) e Elin (2010) sugerem níveis inseguros de magnésio sanguíneos para valores inferiores à média encontrada em nossa pesquisa, caracterizando uma deficiência de magnésio ainda assintomática neste estágio (Crosby *et al.*, 2013; Elin, 2010). Pacientes com perfil glicêmico alterado apresentaram níveis sanguíneos do magnésio menores do que aqueles sem alteração glicêmica, apesar da ingestão do magnésio ter sido semelhante nos dois grupos, ambos abaixo da recomendada. Esses resultados foram similares aos encontrados por Kao *et al.* (1999), num estudo de coorte realizado também com mulheres, não diabéticas, no qual também não foi encontrada relação entre a ingestão de magnésio e diabetes mas encontrou associação entre magnésio sérico e hiperglicemia (Kao *et al.*, 1999). Sabe-se que o magnésio tem um papel importante no metabolismo da glicose e insulina, sendo cofator de várias enzimas do metabolismo de carboidratos, transporte e oxidação da glicose, essencial para fosforilação da tirosina-quinase no receptor de insulina e necessário para sinalização intracelular de insulina, afeta diretamente a atividade do GLUT-4, e ajuda a regular a entrada da glicose na célula (Suki, 2005; Paolisso *et al.*, 1990; Volpe, 2013), sendo assim os reduzidos níveis séricos de magnésio, pode estar contribuindo negativamente para a resistência a insulina nestas pacientes, e comprometendo os seus níveis glicêmicos. Vale salientar que as menores médias de magnésio sanguíneos foram encontradas nas pacientes com perfil glicêmico alterado, apesar de estarem dentro do intervalo de referência.

Esses valores já podem representar uma deficiência de magnésio corporal, sugerindo uma deficiência crônica latente, podendo estar associado a maior morbimortalidade (Crosby *et al.*, 2013; Elin, 2010). Alguns autores sugerem um maior risco de desenvolvimento de diabetes e intolerância à glicose nos pacientes com níveis de magnésio sérico no limite inferior da referência (Crosby *et al.*, 2013) mesmo com valores dentro da faixa de normalidade, o risco começa a aumentar a partir de níveis marginalmente negativos (Everett e King, 2006). Guerrero-Romero *et al.* (2008) num acompanhamento de 10 anos, em pacientes não diabéticos, encontrou que a hipomagnesemia estava independentemente associada com o desenvolvimento de alterações de glicemia de jejum até diabetes melitus tipo 2. Estes estudos corroboram com nosso resultado, uma vez que as pacientes com intolerância à glicose foram as que tiveram menores médias de magnésio plasmático. Desta forma sugere-se uma associação entre baixos níveis de magnésio e desenvolvimento de diabetes. Nos pacientes com glicemia de jejum alterada foi encontrado uma maior excreção de magnésio urinário o que pode ser explicado pelo fato de a glicose exercer uma ação osmótica no sangue, diminuindo a reabsorção tubular de magnésio (Barbagallo *et al.*, 2003; Rude, 2008).

Para um subgrupo das pacientes com baixos níveis de magnésio plasmático foi encontrada uma correlação negativa entre o magnésio plasmático e IMC, resultados similares foram encontrados por LIMA *et al.* (2005). Sugere-se que em populações com excesso de peso ocorra uma menor ingestão de alimentos fontes de magnésio refletindo desta forma nos seus níveis plasmáticos. Uma vez que na população estudada os pacientes que tinham uma menor ingestão de magnésio apresentaram menores níveis plasmáticos. Quando avaliamos globalmente os níveis de magnésio sérico e urinário verificou-se que as pacientes estudadas apresentaram um percentual 3 vezes maiores de hipomagnesúria do que de hipomagnesemia. Foi verificado nos pacientes com hipomagnesúria correlação linear positiva do magnésio urinário com o sérico, o que pode ser justificado pelo aumento da reabsorção urinária do magnésio na tentativa de equilibrar os seus níveis sanguíneos, quando estes valores se encontram reduzidos, o que não ocorre como os pacientes com alterações do perfil glicêmicos, que diminuem a reabsorção tubular renal devido a hiperglicemia (Rude, 2008; Wester, 1987). Apesar da baixa ingestão de magnésio dietético encontrada na população estudada, a hipomagnesemia só estava presente em uma pequena parcela do grupo, apesar de uma grande maioria apresentar valores marginalmente negativos, o que pode ser justificado pela homeostase do magnésio no organismo humano, que possivelmente está mobilizando os estoques ósseos e musculares, nas pacientes estudadas, uma vez que estes representam 99% dos estoques de magnésio corporal total. Infelizmente nesta pesquisa não foi possível realizar a avaliação da densidade mineral óssea nas pacientes pesquisadas.

CONCLUSÃO

Na população pesquisada foi observado uma baixa ingestão de magnésio dietético, que foi correlacionado negativamente com IMC e associado a níveis marginalmente negativos no magnésio plasmático, indicando uma possível deficiência crônica do íon que pode estar colaborando negativamente com as alterações glicêmicas encontradas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à: Elizabete Eufrazio da Silva que auxiliou nas análises do magnésio; Cíntia Carolina Gonçalves: Enfermeira voluntária do Ambulatório de Obesidade; Beatriz Fernandez: Estagiária; Fernanda Bacha: Estagiária; Lídia Cíntia Silva: Estagiária; Tatiane Mansu: Estagiária; Dra Márcia Moreira e Dra Dolores Menezes: Farmacêutica Bioquímica; Elizabete Pinto: Estatística.

FINANCIAMENTO

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), Bahia, Brasil, termo de outorga no 0361/2012

REFERENCES

- Araújo, M.C., Bezerra, I.L., Barbosa, F.S., Junger, W.L., Yokoo, E.M., Pereira, R.A., *et al.* 2013. Macronutrient consumption and inadequate micronutrient intake in adults. *Rev Saúde Pública* 47: pp. 177-189.
- Barbagallo, M., Dominguez, L., Galioto, A., Ferlisi, A., Cani, C., Malfa, L., *et al.* 2003. Role of magnesium in insulin action, diabetes and cardio-metabolic syndrome X. *Mol Aspec Med* 24: pp. 39-52.
- Barbieri, A.F. e Melo, R.A. 2012. As causas da obesidade: Uma análise sob a perspectiva materialista histórica. *Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP* 101: pp. 133-153.
- Brandão-Lima, P.N., Carvalho, G.B., Santos, R.K.F., Santos, B.D.C., Dias-Vasconcelos, N.L., Rocha, V.S., Barbosa, K.B.F., Pires, L.V. 2018. Intakes of Zinc, Potassium, Calcium, and Magnesium of Individuals with Type 2 Diabetes Mellitus and the Relationship with Glycemic Control. *Nutrients*. Disponível online em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30544774/>.
- Crosby, V., Wilcock, A. Elin, R.J., 2013. Twycross R. Magnesium. *Journal of Pain and Symptom Management* 45 1: pp. 137-144.
- CRUZ, K.J.C. 2014. Estado Nutricional Relativo ao Magnésio e sua Relação com Resistência à Insulina em Mulheres Obesas. Programa de Mestrado em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Piauí, Brasil.
- Dai, H., Alsalhe, T.A., Chalhaf, N., Riccò, M., Bragazzi, N.L., Wu, J. 2020 The global burden of disease attributable to high body mass index in 195 countries and territories, 1990–2017: An analysis of the Global Burden of Disease Study. Disponível online em <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1003198>.
- Dong, J.B., He, K., Gin, I., Xun, P. 2014. Magnesium Intake and Risk of Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 34: pp. 2116-2122.
- Elin, R.J. 1988. Magnesium Metabolism in Health and Disease. *Dis Mon*. 344: pp. 163-218.
- Elin, R.J. 2010. Assessment of magnesium status for diagnosis and therapy. *Magnesium Research* 234: pp. 194-198.
- Everett, C.J., King, D.E. 2006. Serum magnesium and the development of diabetes. *Nutrition*. 226: pp. 679.
- Fisberg, R.M., Marchioni, D.M.L., Slater, B., Martini, I.A. 2005. Inquéritos alimentares: Métodos e Bases Científicas. Publicação Manole, São Paulo, Brasil.
- Guasch-Ferré, M., Bulló, M., Estruch, R., Corella, D., Martinez-Gonzalez, M.A., Ros, E., *et al.* 2014. Dietary Magnesium Intake is Inversely Associated with Mortality in Adults at high Cardiovascular Disease Risk. *The Journal of Nutrition*. Disponível online em <https://academic.oup.com/jn/article/144/1/55/4569756>.
- Guerrero-Romero, F., Rascon-Pacheco, R.A., Rodriguez-Moran, M., de la Pena, J.E., Wacher, N. 2008. Hypomagnesaemia and risk for metabolic glucose disorders: a 10-year follow-up study. *Eur J Clin Invest* 38 6: pp. 389-96.
- Humphries, S., Kushner, H., Falkner, B. 1999. Low Dietary Magnesium is associated with insulin resistance in a sample of young, nondiabetic black Americans. *Am. J. Hypertens*. 12: pp. 747-756.
- Institute of Medicine 1997. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. National Academy Press. Washington, DC, US.
- Institute of Medicine 2005. Dietary Reference Intakes for Energy, carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids.: The National Academies Press. Washington, DC, US.
- Jose, B., Jain, V., Vikram, N.K., Agarwala, A., Saini, S. 2012. Serum magnesium in overweight children. *Indian Pediatr*. 492: pp. 109-112.
- Kao, W.H.L., Folsom, A.R., Nieto, F.J., Mo, J.P., Watson, R.L., Brancati, F.L. 1999 Serum and dietary magnesium and the risk for type 2 diabetes mellitus: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Arch Intern Med*. 11; 15918: pp. 2151-9.
- Kirii, K., Iso, H., Date, C., Fukui, M., Tamakoshi, A. 2010. JAAC Study Group. Magnesium Intake and risk of self-reported type 2 diabetes among Japanese. *J. AM Coll Nutr* 29 : pp. 99-106.
- Kokubo, Y., Saito, I., Isso, H., Yamagishi, K., Yatsuya, H., Ishihara, J., *et al.* 2018; JPHC Study Group. Dietary magnesium intake and risk of incident coronary heart disease in men: A prospective cohort study. *Clin Nutr*. Disponível online em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261561417302741>.
- Leão, A.L.M., Santos, L.C. 2012. Consumo de micronutrientes e excesso de peso: existe relação? *Rev Bras Epidemiol*. 151: pp. 85-95.
- Lima, M.L., Cruz, T., Rodriguez, L.E., Ladeia, A.M., Bomfim, O., Olivieri, L. 2014. Magnesium Replacement Does Not Improve Insulin Resistance in Patients With Metabolic Syndrome: A 12-Week Randomized Double-Blind Study. *J Clin Med Res*. 66: pp. 456-462.
- Lima, M.L., Pousada, J., Barbosa, C., Cruz, T., 2005. Deficiência de Magnésio e Resistência à Insulina em Pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 2. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab*. 496: pp. 959-963.
- Ministério da Saúde 2020. *Vigitel Brasil - Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. MS, Brasília, Brasil.
- Nielsen, F.H. 2010. Magnesium, Inflammation and obesity in chronic disease. *Nutrition Reviews* 686: pp. 333-340.
- Nielsen, F.H. 2010. Magnesium, Inflammation and obesity in chronic disease. *Nutrition Reviews* 686: pp. 333-340.
- Oliveira, A.R.S., Cruz, K.J.C., Severo, J. S. *et al.* 2017. Hypomagnesaemia and its relation with chronic low-grade inflammation in obesity. *Revista da Associação Médica Brasileira*. Disponível online em <https://www.scielo.br/j/ramb/a/Mvc9WvCtXrq8hMMqsN3pb8K/?lang=en#>.
- Paolisso, G., Scheen, A., D'Onofrio, F., Lefèbvre, P. 1990. Magnesium and glucose homeostasis. *Diabetologia* 33: pp. 511-514.
- Rude, R.K. 2008. Magnesium homeostasis. In: Bilezikian, J.B., Raisz, L., Rodan, G. editores "Principles of Bone Biology," 3rd ed. Publicação Academic Press, San Diego, CA, pp. 487-513.
- Song, Y., Heş, K., Levitan, E.B., Manson, J.E., Liu, S. 2006. Effects of magnesium supplementation on glycemic control in type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized double-blind controlled trials. *Diabet. Med*. 23: pp. 1050-1056.
- Suki, W.N. 2005. Distúrbios do metabolismo do magnésio. In: *Tratado de Medicina Interna*. Goldman L & Ausiello D, Cecil L, organizadores. 22ª ed., Publicação Elsevier, Rio de Janeiro, Brasil. pp. 810-811.
- Volpe, S.L. 2013. Magnesium in Disease Prevention and Overall Health. *Adv. Nutrition*, 4 3: pp. 378-383.

- Wanderley, E.N. e Ferreira, V.A. 2010. Obesidade: Uma perspectiva plural. *Ciênc Saúde coletiva* 15 1: pp. 185-194.
- Wester, P.O. 1987. Magnesium. *The American Journal Clinical Nutrition*. 45 05: pp.1305-1312.
- Willet, W.C., Howe, G.R., Kushi, L.H. 1997. Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am. J. Clinical Nutrition*, 65 4 SUPPL.: pp. 1220S-1228S.
- World Health Organization 2000. Consultation on Obesity 1999: Geneva, Switzerland & World Health Organization. Obesity : preventing and managing the global epidemic : report of a WHO consultation. World Health Organization. Disponível online em <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42330>.
- World Health Organization 2019. Essential nutrition actions: mainstreaming nutrition through the life-course. Geneva, Suíça. Disponível online em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326261/9789241515856-eng.pdf>.
- World Health Organization 2005. Preventing Chronic Diseases: a vital investment: WHO Global report. Geneva, Suíça.
