

Deficiência de vitamina D e sua associação com a Síndrome Metabólica

Vitamin D deficiency and its association with Metabolic Syndrome

ANDERSON DA SILVA¹ [LATTES]
SANDRA JOSÉ DO NASCIMENTO BRITO² [LATTES]
REGICELY ALINE BRANDÃO FERREIRA¹ [LATTES]

CORRESPONDÊNCIA PARA:

anderson.nutricionista@hotmail.com
Av. Capuava, 557, Santo André, SP.

1. Secretaria Municipal de Saúde de Mauá
2. Sanfísio

RESUMO

A vitamina D possui como principal função regular a homeostase do cálcio. Sua síntese é estimulada com a exposição à luz solar e, também, pode ser obtida através da ingestão alimentar adequada. Diversas evidências têm demonstrado sua ligação com o desenvolvimento dos componentes da síndrome metabólica. Portanto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura para reunir e aprimorar o conhecimento sobre o tema. Foram analisados estudos dos últimos 5 anos retrogradamente a partir de 01 de julho de 2010 na base de dados Pubmed (Medline) abrangendo todas as faixas etárias. Foram encontrados 13 artigos, dos quais 8 contemplavam os critérios de inclusão, sendo analisados e tendo seus principais achados descritos em um quadro. Todos os estudos demonstram que a deficiência de vitamina D está associada ao desenvolvimento de diversas alterações metabólicas do organismo, tais como obesidade, resistência à insulina, hiperglicemia, dislipidemia e hipertensão arterial, quadro que em conjunto configuram a síndrome metabólica. Após revisão sistemática dos estudos, concluiu-se que existe uma estreita relação entre a deficiência de vitamina D e a síndrome metabólica, contudo são necessários mais estudos para conhecer melhor todos os mecanismos envolvidos nesse processo.

Palavras-chave: síndrome metabólica; vitamina D; deficiência; humanos.

ABSTRACT

Vitamin D has as main function to regulate calcium homeostasis. Its synthesis is stimulated by exposure to sunlight and also can be obtained by appropriate food intake. Several evidence has shown its connection with the development of metabolic syndrome. Therefore, a systematic review of the literature was conducted to gather and improve knowledge on the subject. The last 5 years were analyzed in retrograde from July 1, 2010 in the database Pubmed (Medline) covering all age groups. We found 13 articles, of which 8 contemplated the inclusion criteria and analyzed and having their principal findings in a frame were found. All studies demonstrate that vitamin D deficiency is associated with the development of several metabolic abnormalities in the body such as obesity, insulin resistance, hyperglycemia, hyperlipidemia and hypertension, above which together constitute the metabolic syndrome. After systematic review of studies, it was concluded that there is a close relationship between vitamin D deficiency and metabolic syndrome, but more studies are needed to better understand all the mechanisms involved in this process.

Keywords: metabolic syndrome; vitamin D; deficiency; humans.

INTRODUÇÃO

A vitamina D possui como principal função regular a homeostase do cálcio, assim como a síntese e reabsorção óssea por meio de sua interação com a paratireóide, intestino e rins (IP; LEUNG; KUNG, 2010). A deficiência deste mineral está relacionada a desmineralização óssea, osteomalácia e osteoporose em casos mais extremos (PINHEIRO *et al.*, 2009). A concentração sérica de vitamina D reflete o estoque disponível dessa vitamina no organismo (LEE *et al.*, 2009).

A síntese de vitamina D é estimulada com a exposição à luz solar e, também, pode ser obtida através da ingestão alimentar adequada. Contudo, a quantidade de vitamina D presente nos alimentos não é suficiente para suprir as necessidades do organismo, o que torna a exposição à luz solar indispensável para a sua produção, constituindo a principal fonte de vitamina D (BRAGE *et al.*, 2004). Entre outros fatores que estimulam a síntese de vitamina D, destacam-se a raça, adiposidade, idade e atividade física (THACHER; CLARKE, 2011).

Apesar de ser sintetizada na pele através da exposição à luz solar, estudos apontam que a deficiência de vitamina D é um problema de nível mundial, mesmo em regiões de muito sol (LIPS *et al.*, 2001). Considerando, ainda, o risco de se desenvolver câncer de pele, esta exposição tem se tornado cada vez menor (IOM, 2010).

A deficiência de vitamina D está se tornando um importante problema de saúde pública (MITHAL *et al.*, 2009). Apesar de estar bem estabelecido a relação da vitamina D com o metabolismo ósseo (THACHER; CLARKE, 2011), diversas evidências têm demonstrado sua ligação com processos metabólicos fundamentais, como a secreção de insulina e a regulação do adipócito, fatores relacionados com a manutenção do estado nutricional. Por este motivo, a vitamina D tem sido associada a uma série de doenças crônicas não transmissíveis, entre elas a obesidade, diabetes e hipertensão arterial (BOUILLON *et al.*, 2008; GOLDNER *et al.*, 2008; BAZ-RECHT; GOLDFINE, 2010; HYPONEN; POWER, 2006; FORMAN *et*

al., 2007; KIENREICH *et al.*, 2013; MULDOWNNEY; KIELY, 2011; CIMBEK *et al.*, 2012). Baixo nível sérico de vitamina D também está sendo considerado como fator de risco para a Síndrome Metabólica (SM) (LU TE AL., 2009; HYPONEN *et al.*, 2008; MULDOWNNEY, 2011).

A Síndrome Metabólica refere-se a um conjunto de distúrbios relacionados com o aumento de diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares (ECKEL; GRUNDY; ZIMMET, 2005), incluindo também a obesidade abdominal, hipertensão arterial, níveis elevados de glicemia e lipídeos séricos em jejum (ABDEEN *et al.*, 2006). A associação da SM com a doença cardiovascular aumenta a mortalidade geral em cerca de 2,5 vezes (LAKKA *et al.*, 2002).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) (ALBERTI; ZIMMET, 1998) e o *National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP III) formularam definições para a SM (DETECTION, 2001). Devido a simplicidade e praticidade desta última, a I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica adotou esta definição, sendo necessário a combinação de pelo menos 3 componentes dos apresentados no Quadro 1 para o diagnóstico da SM.

Quadro 1: Componentes da síndrome metabólica segundo o NCEP-ATP III.

Componentes	Níveis
Obesidade abdominal por meio de circunferência abdominal - Homens - Mulheres	> 102 cm > 88 cm
Triglicerídeos	≥ 150 mg/dL
HDL Colesterol - Homens - Mulheres	< 40 mg/dL < 50 mg/dL
Pressão arterial	≥ 130 mmHg ou ≥ 85 mmHg
Glicemia de jejum	≥ 110 mg/dL

Em virtude da complexidade da SM e sua etiologia relacionada à deficiência da vitamina D, foi realizada uma revisão sistemática da

literatura a fim de reunir e aprimorar o conhecimento sobre o tema.

METODOLOGIA

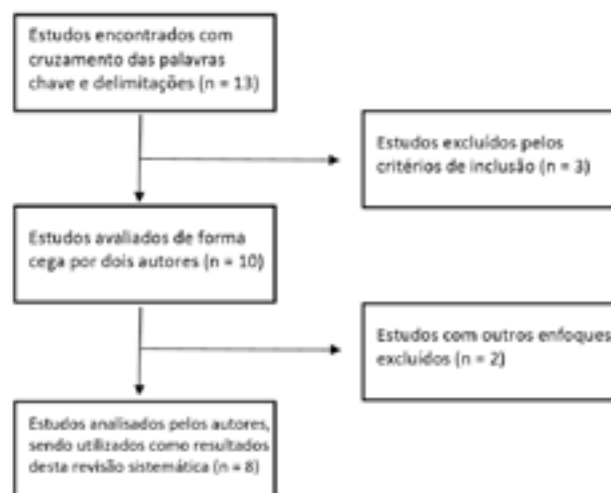
Foi realizada uma revisão sistemática da literatura científica de modo a apontar quais são as associações existentes entre a deficiência de vitamina D e a síndrome metabólica. A base de dados da Pubmed (MEDLINE) foi tomada como referência, utilizando-se os seguintes descritores médicos contidos no MeSH do sistema MEDLINE-Pubmed: “MetabolicSyndrome X” AND “Vitamin D” AND “Adiposity” AND “Humans”. As buscas foram limitadas para artigos originais dos últimos 5 anos (01 de julho de 2010 a 01 de julho de 2015), apenas estudos escritos na língua inglesa. Com esta contextualização, a pesquisa realizada encontrou 13 publicações indexadas, sendo analisados inicialmente seus títulos e resumos (a figura 1 indica quantos artigos foram encontrados, quantos foram excluídos e qual foi o quórum da amostra final) a partir do seguinte critério de inclusão: (I) não ser um artigo de revisão. Dez estudos originais foram aprovados nos critérios de inclusão a partir do título e resumo, sendo em seguida analisados. Excluindo-se dois estudos que não atendem aos objetivos da pesquisa restaram 8 artigos que foram selecionados e criteriosamente analisados na íntegra pelos autores, sendo este o resultado final da busca. Foram registrados os desenhos de estudo, objetivos, intervenções realizadas e resultados encontrados com suas conclusões, sendo um resumo destes tópicos representado no quadro 1. A análise estatística não foi realizada por haver diferentes métodos entre os estudos, sendo, portanto, puramente descritiva. Os artigos tomados como referência são estudos realizados em voluntários humanos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados estão expressos no quadro 2.

A vitamina D possui como principal função regular a homeostase do cálcio, contudo diversos relatos mostram que sua deficiência também

Figura 1: Número de estudos encontrados, incluídos e excluídos do estudo.



está relacionada com o desenvolvimento de inúmeras perturbações cardiometabólicas.

Indivíduos com SM possuem níveis insuficientes e/ou deficientes de vitamina D quando comparados a indivíduos sem este diagnóstico. O sobrepeso e a obesidade geralmente são o ponto de partida para o desenvolvimento da SM, quadro que está associado a menores concentrações de vitamina D quando comparados a indivíduos com peso normal (STOKIC *et al.*, 2015; GUASCH *et al.*, 2012; YIN *et al.*, 2012; MOY; BULGIBA, 2011; PACIFICO *et al.*, 2011; CHACKO *et al.*, 2011; SHEENA *et al.*, 2010). O percentual de gordura corporal também está inversamente relacionado aos níveis de vitamina D, assim como a circunferência abdominal elevada (STOKIC *et al.*, 2015; HA *et al.*, 2012; MOY; BULGIBA, 2011). A associação entre a deficiência de vitamina D e a obesidade pode ser explicada pelo sequestro da vitamina D por parte do tecido adiposo ou pela menor exposição à radiação solar devido a um estilo de vida sedentário (STOKIC *et al.*, 2015)

Ao realizar um estudo com 380 funcionários de uma universidade pública de Kuala Lumpur, Moy *et al.* (2011) verificou que a deficiência de vitamina D é significativamente maior no sexo feminino (87%) quando comparado ao sexo masculino (41%). Os fatores que possivelmente podem estar relacionados com essa diferença entre os gêneros são as alterações hormonais

Quadro 2: Resumo dos principais achados de cada estudo incluído.

Autor	Título	Objetivo	Intervenção	Resultado
Stokic, M.D. et al. (2015)	Obesidade e deficiência de vitamina D: tendências para promover um perfil de risco cardiometabólico pro-aterogênico	Determinar os níveis de vitamina D em indivíduos obesos e não obesos, associando com medidas antropométricas e parâmetros cardiometabólicos.	<ul style="list-style-type: none"> - 50 pacientes obesos foram comparados com 36 pacientes saudáveis. - Avaliação antropométrica: peso corporal, estatura, IMC, circunferência da cintura, % gordura corporal por bioimpedância - Pressão arterial sistólica e diastólica. - Amostras de sangue coletadas em jejum: perfil lipídico, glicemia de jejum, curva glicêmica, vitamina D. 	<ul style="list-style-type: none"> * Deficiência de vitamina D: <ul style="list-style-type: none"> - 88% entre os obesos - 31% entre os não obesos * Aumento do IMC e % gordura corporal estão associados com a deficiência de vitamina D * A deficiência de vitamina D tinha uma tendência a promover o desenvolvimento de um perfil de risco cardio-metabólico mais aterogênico.
Guasch, A. et al. (2012)	Vitamina D e paratormônio plasmáticos estão associados com obesidade e dislipidemia aterogênica: um estudo transversal	Avaliar a associação entre a concentração vitamina D e paratormônio e o risco de obesidade e síndrome metabólica.	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão retrospectiva dos prontuários de todos os pacientes atendidos em um Ambulatório de Obesidade. - Indivíduos obesos com pelo menos um teste de sangue que mede simultaneamente as concentrações plasmáticas de vitamina D e paratormônio. - Coleta de outros dados: idade, gênero, tabagismo, comorbidades associadas à obesidade, uso de medicamentos e sazonalidade da coleta de sangue, peso, estatura, IMC. 	<ul style="list-style-type: none"> * 316 pacientes foram incluídos: <ul style="list-style-type: none"> - 62% com diagnóstico de síndrome metabólica - Indivíduos com menor IMC apresentaram concentrações plasmáticas mais elevadas de vitamina D. - A prevalência da deficiência de vitamina D aumentou com a obesidade (88-95% com IMC maior que 35). - Níveis mais elevados de vitamina D foram associados a probabilidade significativamente menor de ter dislipidemia aterogênica.
Yin, X. et al. (2012)	Vitamina D sérica é inversamente associada com o perfil de risco da síndrome metabólica entre a população chinesa de meia idade	Determinar se a hipovitaminose D está associada a fatores de risco metabólicos na população chinesa.	<ul style="list-style-type: none"> - O estudo incluiu 601 adultos entre 35-60 anos de idade que realizam acompanhamento no Hospital Central Jinan, os quais eram trabalhadores de escritório e fisicamente inativos. - Cálculo de IMC. - Identificação de pacientes com síndrome metabólica utilizando como critério o National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III for Asian Americans. - Aferição de medidas antropométricas e pressão arterial. - Amostra de sangue: vitamina D, glicemia de jejum, insulina, triglicérides, colesterol, resistência à insulina. - Associação das variáveis com a deficiência de vitamina D. 	<ul style="list-style-type: none"> * Média de concentração de vitamina D foi de 26,91ng/ml: <ul style="list-style-type: none"> - 66% com concentração de 30ng/ml ou menos. - Deficiência em 28,6% (<20ng/ml). * 63% da população estudada diagnosticada com sobrepeso / obesidade e 44% com síndrome metabólica * Insuficiência e deficiência de vitamina D: <ul style="list-style-type: none"> - 76,2% em pacientes com sobrepeso / obesidade - 88,3% em pacientes com síndrome metabólica * O grupo com deficiência de vitamina D apresentaram alterações significativas em todas as variáveis analisadas.

Autor	Título	Objetivo	Intervenção	Resultado
Ha, C.D. et al. (2012)	Vitamina D sérica, atividade física e fatores de risco metabólico em crianças coreanas	Investigar a relação dos níveis séricos de vitamina D com a gordura corporal e pressão arterial; investigar a relação entre os níveis séricos de vitamina D com a agregação de fatores de risco metabólicos em uma amostra de crianças coreanas.	<ul style="list-style-type: none"> - 310 crianças de 10 a 12 anos de escolas de ensino fundamental da Coréia. - Os participantes eram geralmente saudáveis e não utilizavam nenhum medicamento. - Medidas antropométricas: peso, estatura, IMC, circunferência da cintura, circunferência do quadril. - Avaliação da composição corporal através de bioimpedância elétrica. - Aferição de PA com instrumento automático. - Avaliação do nível de atividade física. - Amostras de sangue: glicemia de jejum, colesterol total, triglicérides, HDL, insulina, vitamina D. - Avaliação dietética: registro alimentar de 3 dias. - Escore de risco de síndrome metabólica. 	<ul style="list-style-type: none"> * A deficiência de vitamina D está relacionada com: <ul style="list-style-type: none"> - Valores elevados de IMC, percentual de gordura corporal, circunferência da cintura e pressão arterial. - Perfil lipídico alterado. - Glicemia de jejum e insulina elevados. - Baixo índice de atividade física.
Moy, F.M.; Bulgiba, A. (2011)	A elevada prevalência da insuficiência de vitamina D e sua associação com obesidade e síndrome metabólica em adultos malaios em Kuala Lumpur, Malasia	Verificar a associação entre os níveis de vitamina D e os fatores de risco metabólicos em uma coorte malaia.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo transversal analítico realizado com funcionários (35 anos ou mais) de uma universidade pública de Kuala Lumpur, com participação voluntária. - 380 funcionários concordaram em participar. - Coleta de sangue: nível de vitamina D, sendo classificados em deficiência, insuficiência, hipovitaminose, adequado e nível tóxico. - Pressão arterial de repouso, perfil lipídico, medidas antropométricas (peso, altura, IMC, circunferência da cintura e quadril). - Identificação de pacientes com síndrome metabólica utilizando como critério o National Cholesterol Education Program. 	<ul style="list-style-type: none"> * 380 funcionários participantes: <ul style="list-style-type: none"> - 95 hipertensos - 41 diabéticos - Apenas 1/3 tinham níveis adequados de vitamina D - Mais de 80% apresentavam sobrepeso ou obesidade - 40% foram diagnosticados com síndrome metabólica - Maior prevalência de deficiência de vitamina D no sexo feminino (87% - nos homens 41%) - Os homens possuem valores mais elevados de circunferência da cintura, pressão arterial sistólica e diastólica, triglicérides e vitamina D. - As mulheres possuem valores mais elevados de IMC médio e de HDL-c. - Obesidade e circunferência da cintura elevadas foram associados com a deficiência de vitamina D. - Aqueles com insuficiência de vitamina D apresentavam maior probabilidade de riscos metabólicos.

Autor	Título	Objetivo	Intervenção	Resultado
Pacífico, L. et al. (2011)	Baixos níveis de vitamina D estão associados com adiposidade total, síndrome metabólica e hipertensão em crianças e adolescentes caucasianos	Examinar a associação dos níveis séricos de vitamina D com a síndrome metabólica, seus componentes individuais e anormalidades ateroscleróticas precoces em uma grande amostra de crianças e adolescentes italianas com sobrepeso / obesidade e peso normal.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo transversal com 452 crianças e adolescentes, sendo que 304 possuíam sobrepeso ou obesidade e 148 possuíam peso normal. - Foram recrutados em duas escolas fundamentais e 2 escolas de ensino médio na área de Roma. - Foram submetidos a exame físico para determinação de IMC, circunferência da cintura, pressão arterial. - Recordatório alimentar de 3 dias para avaliar a ingestão dietética de cálcio e vitamina D. Ingestão adequada: 2000 UI / dia. - Amostras de sangue: vitamina D, glicemia, insulina, colesterol total e HDL, triglicérides. - Diagnóstico de síndrome metabólica conforme protocolo da American Heart Association. - Detecção de anormalidades ateroscleróticas através de exame de imagem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Níveis adequados de vitamina D foram significativamente associados com menor prevalência de síndrome metabólica. - Obesidade, obesidade central, hipertensão arterial, hipertrigliceridemia, HDL-c baixo resistência à insulina e síndrome metabólica foram associados com baixos níveis de vitamina D.
Chacko, S.A. et al. (2011)	Concentrações séricas de vitamina D em relação com os fatores de risco cardiometabólicos e síndrome metabólica em mulheres pós-menopausa	Investigar a relação entre as concentrações séricas de vitamina D à insulina de jejum, glicemia, dislipidemia, obesidade e síndrome metabólica.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo transversal com 292 mulheres na fase pós-menopausa. - Os dados foram coletados a partir de 3 estudos de caso-controle. - A amostra incluiu mulheres com dados disponíveis de vitamina D, insulina, glicemia, triglicérides, colesterol total, HDL e LDL. - Medidas antropométricas: peso, estatura, circunferência da cintura e quadril, IMC. - Questionário padronizado: idade, etnia, educação, renda, ocupação, histórico médico e familiares, etc. - Diagnóstico de síndrome metabólica através de 3 critérios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentrações séricas elevadas de vitamina D estão inversamente associadas com adiposidade, triglicérides e HDL alterados e síndrome metabólica, mas não estão associadas com LDL, insulina e glicemia. - Mulheres com IMC e circunferência da cintura mais baixas eram mais propensas a ter níveis adequados de vitamina D e menos propensas a ter síndrome metabólica. - Foram observadas interações significativas com história prévia de doenças, uso de suplementos e fatores de estilo de vida, tais como alcoolismo, tabagismo e atividade física para todos os desfechos metabólicos.

Autor	Título	Objetivo	Intervenção	Resultado
Kayaniyil, S. et al. (2011)	Associação de vitamina D e paratormônio com síndrome metabólica e seus componentes tradicionais e não tradicionais	Associar a vitamina D e o paratormônio com a síndrome metabólica e seus componentes em uma amostra de indivíduos com risco de diabetes tipo 2	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo transversal com 654 participantes de 30 anos ou mais com fatores de risco para diabetes tipo 2. - Amostras de sangue: glicemia, uréia, creatinina, insulina, perfil lipídico, vitamina D, paratormônio. - Medidas antropométricas: determinação da adiposidade através da circunferência da cintura e IMC. - Aferição de pressão arterial. - Diagnóstico da síndrome metabólica. - Componentes não tradicionais: taxa de filtração glomerular, microalbuminúria, PCR. 	<ul style="list-style-type: none"> - 43% dos participantes foram diagnosticados com síndrome metabólica. - Níveis superiores de vitamina D foram associados com presença reduzida de síndrome metabólica. - Associação inversa significativa entre o nível de vitamina D e os componentes tradicionais e não tradicionais. - Baixa concentração de vitamina D pode desempenhar um papel na etiologia da síndrome metabólica.

inerentes ao sexo feminino e o estilo de roupa utilizado de acordo com a cultura ou religião (mangas compridas, saias longas e véu).

A resistência à insulina é um distúrbio metabólico caracterizado pela elevação do nível sérico de insulina e está inversamente relacionada com a concentração de vitamina D. Os efeitos protetores da vitamina D pode ser medida através de seus efeitos sobre a homeostase da glicose a partir de diversos mecanismos fisiológicos, entre eles a biossíntese e a secreção de insulina, sensibilidade aumentada à insulina em tecidos periféricos, estimulação do gene da insulina e do gene do receptor de insulina humana (CHACKO *et al.*, 2011; HA *et al.*, 2012). Pelos motivos supracitados, a glicemia de jejum também encontra-se elevada devido a impossibilidade de ser metabolizada adequadamente pelo organismo, e os níveis elevados de glicose acabam estimulando uma maior produção de insulina, gerando um círculo vicioso (HA *et al.*, 2012; PACIFICO *et al.*, 2011; KAYANIYIL *et al.*, 2011).

Em relação ao perfil lipídico, o estudo de Stokic *et al.* (2015) mostrou que a deficiência de vitamina D tem uma tendência a promover o desenvolvimento de um perfil de risco cardiometabólico mais pró-aterogênico em pacientes obesos e com percentual de gordura elevados, caracterizado pelo aumento das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), dos triacilgliceróis (TG) e diminuição das lipoproteínas de alta densidade (HDL). Pacífico *et al.* (2011) também demonstraram que as concentrações de vitamina D também foram negativamente correlacionadas com os TG e positivamente com os níveis de HDL. Outras pesquisas também demonstraram resultados semelhantes (GUASCH *et al.*, 2012; HA *et al.*, 2012; MOY; BULGIBA, 2011). O mecanismo fisiológico que envolve os níveis de vitamina D e o perfil lipídico ainda não está completamente elucidado, mas possivelmente é mediado pelos efeitos do cálcio. Quanto mais elevado o nível de vitamina D no organismo maior é a absorção do cálcio dietético na luz intestinal, o qual pode ligar-se aos ácidos biliares e formar um complexo

insolúvel, dessa forma inibindo a absorção de colesterol e aumentando sua excreção fecal. Em conjunto a este processo ocorre também uma redução na produção de TG em resposta ao aumento da quantidade de cálcio hepatocelular. Com base no exposto, a suplementação de vitamina D possivelmente teria um resultado positivo na modulação do perfil lipídico, tornando-o menos aterogênico, com diminuição do risco de complicações cardiovasculares (CHACKO *et al.*, 2011).

A hipertensão arterial também é um dos componentes de diagnóstico de SM e tem relação com a vitamina D. Pacífico *et al.* (2011) demonstraram em seu estudo com crianças e adolescentes que a pressão arterial se elevava quando havia deficiência de vitamina D, independente da adiposidade central. Em pesquisas com adultos também foram encontrados resultados semelhantes (HA EL AL., 2012; MOY; MUGIBA, 2011; CHACKO *et al.*, 2011; KAYANIYIL *et al.*, 2011); Em contrapartida, Yin *et al.* (2012) encontraram resultados diferentes em uma amostra de 601 indivíduos com média de idade de 50 anos, onde houve associações significativas entre a deficiência de vitamina D e os componentes da SM, incluindo a circunferência da cintura, triglicérides, HDL, e glicemia de jejum, mas não encontraram associação com a pressão arterial, mesmo com o ajuste de adiposidade. Tem sido sugerido que a vitamina D possui propriedades anti-hipertensivas, com efeitos renoprotetores, supressão do sistema renina-angiotensina-aldosterona, efeito direto nas células vasculares e no metabolismo do cálcio.

CONCLUSÃO

Os estudos mais recentes mostram que deficiência de vitamina D possui estreita ligação com o desenvolvimento da SM e seus efeitos nocivos em todas as faixas etárias. O monitoramento do nível sérico de vitamina D na população seria essencial para prevenir o desenvolvimento dos componentes da SM através de medidas simples, como o estímulo à exposição ao sol e adequação da ingestão

dietética de alimentos fontes de vitamina D. A suplementação de vitamina D é uma intervenção que está sendo discutida pela comunidade científica como fator protetor dos componentes da SM, contudo mais estudos são necessários para que essa conduta seja adotada pelos órgãos de saúde pública.

REFERÊNCIAS

- ABDEEN, M. B. *et al.* Nonalcoholic steatohepatitis and the cardiometabolic syndrome. **Journal of the cardiometabolic syndrome**, v. 1, n. 1, p. 36-40, 2006.
- ALBERTI, K. G. M. M.; ZIMMET, P.Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Provisional report of a WHO consultation. **Diabetic medicine**, v. 15, n. 7, p. 539-553, 1998.
- BAZ-HECHT, M.; GOLDFINE, A. B. The impact of vitamin D deficiency on diabetes and cardiovascular risk. **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity**, v. 17, n. 2, p. 113-119, 2010.
- BOUILLON, R. *et al.* Vitamin D and human health: lessons from vitamin D receptor null mice. **Endocrine reviews**, v. 29, n. 6, p. 726-776, 2008.
- BRAGE, S. *et al.* Objectively measured physical activity correlates with indices of insulin resistance in Danish children. **International journal of obesity**, v. 28, n. 11, p. 1503-1508, 2004.
- CHACKO, S. A. *et al.* Serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in relation to cardiometabolic risk factors and metabolic syndrome in postmenopausal women. **The American journal of clinical nutrition**, v. 94, n. 1, p. 209-217, 2011.
- CIMBEK, A. *et al.* Relation of obesity with serum 25 hydroxy vitamin D3 levels in type 2 diabetic patients. **Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences**, v. 17, n. 12, p. 1119, 2012.
- DETECTION, Expert Panel On. 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**, v. 285, n. 19, p. 2486-2497, 2001.
- ECKEL, R. H.; GRUNDY, S. M.; ZIMMET, P.Z. The metabolic syndrome. **The Lancet**, v. 365, n. 9468, p. 1415-1428, 2005.
- FORMAN, J. P. *et al.* Plasma 25-hydroxyvitamin D levels and risk of incident hypertension. **Hypertension**, v. 49, n. 5, p. 1063-1069, 2007.
- GOLDNER, W. S. *et al.* Prevalence of vitamin D insufficiency and deficiency in morbidly obese patients: a comparison with non-obese controls. **Obesity surgery**, v. 18, n. 2, p. 145-150, 2008.
- GUASCH, A. *et al.* Plasma vitamin D and parathormone are associated with obesity and atherogenic dyslipidemia: a cross-sectional study. **Cardiovascular diabetology**, v. 11, n. 1, p. 1, 2012.
- HA, C. D. *et al.* Serum vitamin D, physical activity, and metabolic risk factors in Korean children. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 45, n. 1, p. 102-108, 2013.
- HYPPONEN, E. *et al.* 25-hydroxyvitamin D, IGF-1, and metabolic syndrome at 45 years of age A cross-sectional study in the 1958 British Birth Cohort. **Diabetes**, v. 57, n. 2, p. 298-305, 2008.
- HYPPONEN, E.; POWER, C. Vitamin D status and glucose homeostasis in the 1958 British birth cohort the role of obesity. **Diabetes care**, v. 29, n. 10, p. 2244-2246, 2006.
- IOM. Institute of Medicine of the National Academies. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. **Report IOM**. November, 2010.
- IP, T. P.; LEUNG, J.; KUNG, A. W. C. Management of osteoporosis in patients hospitalized for hip fractures. **Osteoporosis international**, v. 21, n. 4, p. 605-614, 2010.
- KAYANIYIL, S. *et al.* Association of 25 (OH) D and PTH with metabolic syndrome and its traditional and nontraditional components. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 96, n. 1, p. 168-175, 2011.
- KIENREICH, K. *et al.* Vitamin D and cardiovascular disease. **Nutrients**, v. 5, n. 8, p. 3005-3021, 2013.
- LAKKA, H. M. *et al.* The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. **Jama**, v. 288, n. 21, p. 2709-2716, 2002.
- LEE, D. M. *et al.* Vitamin D, parathyroid hormone and the metabolic syndrome in middle-aged and older European men. **European Journal of Endocrinology**, v. 161, n. 6, p. 947-954, 2009.
- LIPS, P. *et al.* A global study of vitamin D status and parathyroid function in postmenopausal women with osteoporosis: baseline data from the multiple outcomes of raloxifene evaluation clinical trial. **The Journal of**

Clinical Endocrinology & Metabolism, v. 86, n. 3, p. 1212-1221, 2001.

LU, L. *et al.* Plasma 25-hydroxyvitamin D concentration and metabolic syndrome among middle-aged and elderly Chinese individuals. **Diabetes care**, v. 32, n. 7, p. 1278-1283, 2009.

MITHAL, A. *et al.* Global vitamin D status and determinants of hypovitaminosis D. **Osteoporosis international**, v. 20, n. 11, p. 1807-1820, 2009.

MOY, F. M.; BULGIBA, A. High prevalence of vitamin D insufficiency and its association with obesity and metabolic syndrome among Malay adults in Kuala Lumpur, Malaysia. **BMC Public Health**, v. 11, n. 1, p. 1, 2011.

MULDOWNEY, S.; KIELY, M. Vitamin D and cardiometabolic health: a review of the evidence. **Nutrition research reviews**, v. 24, n. 01, p. 1-20, 2011.

PACIFICO, L. *et al.* Low 25 (OH) D₃ levels are associated with total adiposity, metabolic syndrome, and hypertension in Caucasian children and adolescents. **European Journal of Endocrinology**, v. 165, n. 4, p. 603-611, 2011.

PINHEIRO, M. M. *et al.* Nutrient intakes related to osteoporotic fractures in men and women—The Brazilian Osteoporosis Study (BRAZOS). **Nutrition journal**, v. 8, n. 1, p. 1, 2009.

STOKIĆ, E. *et al.* Obesity and Vitamin D Deficiency Trends to Promote a More Proatherogenic Cardiometabolic Risk Profile. **Angiology**, v. 66, n. 3, p. 237-243, 2015.

THACHER, T. D.; CLARKE, B. L. Vitamin D insufficiency. **Mayo Clinic Proceedings**. Elsevier, p. 50-60, 2011.

YIN, X. *et al.* Serum 25 (OH) D is inversely associated with metabolic syndrome risk profile among urban middle-aged Chinese population. **Nutrition journal**, v. 11, n. 1, p. 1, 2012.